G. C. RIESENKAMPF
PROFESSOR OF LENINGRAD POLYTECHNICAL INSTITUTE

# TO THE NEW PROJECT OF THE GOLODNAYA STEPPE IRRIGATION

## Part I

EDITION OF CENTRAL ASIATIC WATER ECONOMY DEPARTMENT
LENINGRAD
1930

---

Г. К. РИЗЕНКАМПФ
ПРОФЕССОР ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА В ЛЕНИНГРАДЕ

# К НОВОМУ ПРОЕКТУ ОРОШЕНИЯ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

## Часть I

ИЗДАНИЕ ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СРЕДНЕЙ АЗИИ
ЛЕНИНГРАД
1930

G. C. RIESENKAMPF
PROFESSOR OF LENINGRAD POLYTECHNICAL INSTITUTE

# TO THE NEW PROJECT OF THE GOLODNAYA STEPPE IRRIGATION

## Part I

EDITION OF CENTRAL ASIATIC WATER ECONOMY DEPARTMENT
LENINGRAD
1930

---

Г. К. РИЗЕНКАМПФ
ПРОФЕССОР ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА В ЛЕНИНГРАДЕ

# К НОВОМУ ПРОЕКТУ ОРОШЕНИЯ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

## Часть I

ИЗДАНИЕ ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СРЕДНЕЙ АЗИИ
ЛЕНИНГРАД
1930

To the new project of the Golodnaya Steppe irrigation

К новому проекту орошения Голодной Степи

# PREFACE.

This book contains a description of the new project of irrigation of one of the biggest cotton regions of the Central Asia, bearing a historical name of „Golodnaya Steppe".

The above mentioned project has merited the general acknowledgment not only because it gives a full, correct and up-to date solution of a most complicated engineering problem, but also because it contributes to the improvemet of methods used in working out big irrigation schemes. The materials constituting the Golodnaya Steppe project are so multifarious and voluminous that it is not feasible to present the whole of them in a printed form.

This book, which represents the first part of the contemplated edition, contains the following items: short introductory part, where the importance of the irrigation of the Golodnaya Steppe is explained; chapters I, II, III and IV, where the general description of the region is given, regarding geography, soils and climatic conditions, as well as the description of the source of the irrigation; chapters V and VI where the history and origin of the Golodnaya Steppe irrigation is given, together with the description of the existing irrigation system; chapters VII and VIII where the description is given of the general scheme of irrigation of the Golodnaya Steppe, according to the new project, which has been submitted for confirmation to the supreme Government authorities of the Union.

To the moment when the printing of this book is being completed, the submitted scheme has beem studied by the Supreme Water Technical Council of the "Gosplan" of the Union and by foreign experts, represented by Mr. A. Davis. On October 12-th 1929 the scheme has been reproved with additions. These additions are due to the desire to utilize all the newly irrigated territory for developoment of big „sovkhoz" (state owned and operated agricultural enterprises) and „colkhoz" (collectively operated agricultural enterprises), which tendency differs from the general principles, adopted in the project of 1925—26.

To the time of issuing this book, all these additions could not be illustrated by drawings and schemes, therefore they are incorporated partly as footnotes to corresponding pages. In the end of the book (appendix) are printed textually the rulings of the Supreme Water Technical Council and the report of Mr. A. Davis.

All questions pertaining to the agricultural utilization and to the plan of general colonization of the newly irrigated territory will be considered in the part II of this book which is to be issued later.

Simultaneously with this book an atlas of drawings, maps etc. will be printed.

*Central Asiatic Water Economy Department —*
*Bureau of the Golodnaya Steppe irrigation.*

November, 1929.

# ПРЕДИСЛОВИЕ.

Настоящая книга посвящена описанию нового проекта орошения одного из крупнейших хлопковых районов Средней Азии, носящего историческое название Голодной Степи.

Объем и разносторонность материалов по Голодностепскому проекту не позволяют исчерпывающе представить в напечатанном виде весь проект, который уже заслужил всеобщее признание не только как правильное, полное и прогрессивное разрешение сложнейшей технической проблемы, но и как большой вклад в общую методологию разработки крупных ирригационных задач.

В этой книге, являющейся лишь I-ой частью намеченного к опубликованию материала, после краткого введения, в котором выясняются роль и значение орошения Голодной Степи с народно-хозяйственной точки зрения, в первых четырех главах дается общая характеристика района в отношении его географического расположения, почвенных и климатических условий, а также описание источника орошения. В пятой и шестой главах приводится история возникновения орошения в Голодной Степи и описание существующей системы. И наконец, седьмая и восьмая главы отведены описанию общей схемы орошения Голодной Степи по новому проекту в том виде, как он был представлен в высшие органы Союза для утверждения.

К моменту окончания печатания настоящей книги представленная схема была рассмотрена Высшим Водно-Техническим Советом Союзного Госплана и иностранной экспертизой инженера А. Дэвиса и 12 октября с/г. утверждена с внесением дополнений, главным образом, вследствие новой установки по использованию всей вновь орошаемой территории под крупные советские хозяйства и колхозы, отличной от общих заданий, намечавшихся при составлении схемы в 1925—1926 г. Эти дополнения, поскольку они к моменту печатания не получили еще оформления на чертежах и схемах, приведены в соответствующих местах в виде подстраничных выносок. Кроме того, в конце книги, в виде приложения, приводятся текстуально как постановления Высшего Водно-Технического Совета, так и заключение инженера А. Дэвиса.

Этим содержание I-ой части исчерпывается и все вопросы, связанные с сельскохозяйственным использованием и общим планом народно-хозяйственного освоения вновь орошаемой территории, составят содержание намеченной к выпуску II-ой части.

Одновременно с настоящей I-ой частью выходит отдельный атлас карт, схем и проектных чертежей.

*Главное Управление Водного Хозяйства Средней Азии —*
*Бюро по орошению Голодной Степи.*

Ноябрь 1929 г.

# CONTENTS.


| | Page. |
|---|---|
| Preface | IV |
| Contents | VI |
| Introduction. The importance of the Golodnaya Steppe irrigation for the state economy | 1 |
| Chapter I. The geographical position, topography and geological description of the Golodnaya Steppe | 9 |
| The geographical position of the Golodnaya Steppe | 9 |
| The topography of the country bordering on the main plateau of the Golodnaya Steppe | 9 |
| Geology and petrography of the mountains surrounding the Golodnaya Steppe | 10 |
| The geological structure of the rocks building up the main plateau of the Golodnaya Steppe | 14 |
| Chapter II. Soils and hydrogeology of the Golodnaya Steppe | 18 |
| General characteristics of the main soil-types in the Golodnaya Steppe | 18 |
| Non-alkali swetlozem | 19 |
| Alkali svetlozem | 20 |
| Saline soils | 20 |
| „Tugai" complex of soils | 21 |
| Distribution of soils of the total area of the Golodnaya Steppe and of separate regions with regard to their salt contents. | 21 |
| General characteristics of salt content and texture | 22 |
| Water soluble salts in non-alkali soils | 25 |
| Water soluble salts in alkali soils | 26 |
| Water soluble salts in saline („solonchak") soils | 28 |
| The total quantity of salts in soils and subsoils of the Golodnaya Steppe | 28 |
| Ground waters of Golodnaya Steppe | 29 |
| Draining capacity of the newly irrigated lands at Golodnaya Steppe | 32 |
| Chapter III. Climatic description of the Golodnaya Steppe | 35 |
| Climate, meteorological stations | 35 |
| Winds | 35 |
| Humidity | 36 |
| Nebulosity | 36 |
| Precipitation | 38 |
| Temperatures | 39 |
| Chapter IV. The regime of the Syr-Daria river in the region of the designed Golodnaya Steppe irrigation system head works | 47 |
| The habit of Syr-Daria river | 47 |
| Superflood determined | 49 |
| The rapidity of flood rise | 52 |
| Ice regime | 52 |
| Silt regime | 53 |
| a) Total quantity of silt passing at different periods | 53 |
| b) The distribution of silt in the water cross-section | 54 |
| c) The texture of silt | 55 |
| d) Chemical composition of silt | 56 |
| Salinity of Syr-Daria waters | 56 |
| Navigation | 57 |
| Fishing | 58 |
| Chapter V. Short description of development of Golodnaya Steppe irrigation. Present state of existing irrigation system | 60 |
| The ancient irrigation of the Golodnaya Steppe and the first irrigation plans | |


# СОДЕРЖАНИЕ.


| | Стр. |
|---|---|
| Предисловие | V |
| Содержание | VI |
| Введение. Государственное и народно-хозяйственное значение орошения Голодной Степи | 1 |
| Глава I. Географическое положение, рельеф и геологическое описание Голодной Степи | 9 |
| Географическое положение Голодной Степи | 9 |
| Рельеф местности, ограничивающей основное плато Голодной Степи | 9 |
| Геологическое строение и петрографический состав массивов, ограничивающих Голодную Степь | 10 |
| Геологическое строение пород, слагающих основное плато Голодной Степи | 14 |
| Глава II. Почвы и гидрогеология Голодной Степи | 18 |
| Общая характеристика главнейших типов почв Голодной Степи | 18 |
| Незасоленные светлоземы | 19 |
| Засоленные светлоземы | 20 |
| Солончаковые почвы | 20 |
| Тугайный комплекс почв | 21 |
| Распределение по степени засоления общей площади Голодной Степи и отдельных районов | 21 |
| Общая характеристика солевого и механического состава почв | 22 |
| Водорастворимые соли незасоленных почв | 25 |
| Водорастворимые соли засоленных почв | 26 |
| Водорастворимые соли солончаковых почв | 28 |
| Солевые запасы почво-грунтов Голодной Степи | 28 |
| Грунтовые воды Голодной Степи | 29 |
| Дренирующая способность вновь орошаемых земель в Голодной Степи | 32 |
| Глава III. Климатическое описание Голодной Степи | 35 |
| Климат и пункты метеорологических наблюдений | 35 |
| Ветры | 35 |
| Влажность | 36 |
| Облачность | 36 |
| Осадки | 38 |
| Температура | 39 |
| Глава IV. Режим реки Сыр-Дарьи в районе проектируемых головных сооружений Голодностепской оросительной системы | 47 |
| Река Сыр-Дарья и общая характеристика ее режима | 47 |
| Установление максимального катастрофического расхода | 49 |
| Скорость нарастания паводка | 52 |
| Ледяной режим | 52 |
| Режим наносов | 52 |
| а) Общее количество наносов, проносимых в отдельные периоды | 53 |
| б) Распределение наносов по живому сечению | 54 |
| в) Механический состав наносов | 54 |
| г) Химический состав наносов | 55 |
| Соленость вод р. Сыр-Дарьи | 56 |
| Судоходство | 56 |
| Рыболовство | 57 |
| Глава V. Краткий исторический очерк развития орошения Голодной Степи. Современное состояние существующей ирригационной системы | 60 |
| Древнее орошение Голодной Степи и пер- | |

after Russian occupation . . . . . 60
The description of the locality along the Syr-Daria river between the town of Khodjent and Khilkovo station . . . . . 61
The project of N. Ulianov . . . . . 63
The private initiative and activity of the grand duke . . . . . 63
Nicholas the I canal . . . . . 64
The concentration of the irrigation work in the hands of the Government and the irrigation work of the north-eastern part 66
The problem of irrigating the whole Golodnaya Steppe . . . . . 67
Description of the existing system . . 73
a) The diversion part of the Northern Main canal . . . . . 73
b) The Right branch . . . . . 73
c) The Left branch . . . . . 73
d) Shur-Uziak collector and the drainage network . . . . . 75
The defects of the existing system and its present-day state . . . . . 75
Chapter VI. Population and settlements . . . . 77
Native population of the Golodnaya Steppe before 1914. . . . . 77
Russian setlements in the Golodnaya Steppe founded before 1914 . . . . . 78
Census of 1914 . . . . . 81
a) Average composition of families and use of allotments . . . . . 81
b) Quantity of agricultural implements . 81
c) Quantity of live-stock . . . . . 82
d) Total area of irrigated lands and size of allotments . . . . . 82
e) Buildings . . . . . 83
f) Amount of land used for crops cultivation, main kinds of crops and their yields . . . . . 83
Summary reffering to the irrigated part of Golodnaya Steppe for the period up to 1914 . . . . . 83
Existence of the system during the period from 1914 to 1922. . . . . 84
The period of restoration of the system after 1922 . . . . . 85
Chapter VII. Water-consumption at the projected irrigation system . . . . . 90
General considerations . . . . . 90
Variability of chief factors influencing discharge required . . . . . 90
Correlation between required discharge, efficiency, charge of the system and value of specific water allowance to the fields 93
Time-curves of specific water allowance . 94
Time-curves of the charge of system . . 95
Time-curves of efficiency . . . . . 95
Time-curves of Main canal's maximum discharge . . . . . 96
Method of estimating the discharge required . . . . . 97
The method used in determining the question of and reserves and some other questions . . . . . 98
Design of crop distribution . . . . . 98
The establishment of watering schedules for principal crops . . . . . 101
The determination of the time and of the number of waterings for various crops . 107
Construction of the summary diagrams of water allowance . . . . . 112
Estimation of the required discharge of Golodnaya Steppe Main canal . . . . . 113

Chapter VIII. Scheme of the new project of the Golodnaya Steppe irrigation. Works of the 1-st stages of the construction programme and their estimated cost . . . 121
Properties of the new scheme . . . . . 121
Structures at Begovat . . . . . 122
a) Weir . . . . . 122
b) Head regulator of the Golodnaya Steppe Main canal . . . . . 122
c) Southern head regulator . . . . . 123
The Golodnaya Steppe Main canal . . . 125
Terminal Jetty-Say structure on the Golodnaya Steppe Main canal . . . . . 126

вые оросительные предположения после. занятия края русскими . . . . . 60
Описание местности вдоль р. Сыр-Дарьи между г. Ходжентом и ст. Хилково . . . 61
Проект Н. Ульянова . . . . . 63
Частная инициатива и деятельность великого князя . . . . . 63
Канал Николая I . . . . . 64
Сосредоточение оросительного дела в руках казны и работы по орошению северо-восточной части . . . . . 64
Постановка проблемы орошения всей Голодной Степи . . . . . 67
Описание существующей системы . . . 72
а) Холостая часть Северного Магистрального канала . . . . . 72
б) Правая ветвь . . . . . 72
в) Левая ветвь . . . . . 73
г) Шур-Узякский коллектор и водосборная сеть . . . . . 73
Дефекты существующей системы и современное ее состояние . . . . . 73
Глава VI. Население и населенные пункты . . 77
Туземное население Голодной Степи до 1914 г. . . . . 77
Русские поселки Голодной Степи, возникшие до 1914 г. . . . . 78
Перепись 1914 г. . . . . 81
а) Средний состав семьи и использование наделов . . . . . 81
б) Обеспеченность с.-х. инвентарем . . . 81
в) Обеспеченность живым инвентаром . 81
г) Общая площадь орошаемых земель и величина наделов . . . . . 81
д) Постройки . . . . . 82
е) Величина площади, используемой хозяйствами под посевы, главнейшие культуры и их урожайность . . . . 82
Итоговые цифры по орошенной части Голодной Степи за период до 1914 г. . . 83
Жизнь системы в период 1914—1922 г.г. 83
Период подъема и восстановления системы после 1922 г. . . . . 85
Глава VII. Водопотребление проектируемой системы . . . . . 90
Общие соображения . . . . . 90
Изменчивость главных факторов, влияющих на расчетный режим . . . . . 90
Функциональная зависимость между расчетным расходом, коэффициентом загрузки и полезного действия системы и величиной удельной отдачи на поля . 92
Построение кривой изменения величины удельной отдачи на поля . . . . . 94
Построение кривой изменения роста земельной загрузки системы . . . . . 95
Построение кривых изменения коэффициента полезного действия системы . . 95
Построение кривых изменения величины наибольшего расхода магистрального канала . . . . . 96
Метод установления расчетного расхода. 96
Приложение метода к решению вопроса о резервах и некоторых других вопросов 98
Установления проектного распределения культур . . . . . 98
Установление поливного режима основных сельскохозяйственных культур . . 101
Определение сроков отдельных поливов каждой культуры и числа поливов . . . 106
Построение суммарных графиков отдачи 111
Определение расчетного расхода Голодностепского Магистрального канала . . . . 111
Глава VIII. Схема нового проекта орошения Голодной Степи, работы первых очередей и их сметная стоимость . . . . . 121
Характерные особенности новой схемы . 121
Беговатский узел сооружений . . . . . 122
а) Плотина . . . . . 122
б) Головной регулятор Голодностепского Магистрального канала . . . . . 122
в) Головной шлюз-регулятор южного Магистрального канала . . . . . 123
Голодностепский Магистральный канал . 125
Конечный Джиты-Сайский узел сооружений на Голодностепском Магистральном

The Northern canal . . . . . 127
The Central canal . . . . . 127
The wasteway taking off at Jetty-Say terminal structures . . . . . 128
The Southern Main canal and irrigation of the foot-hill region . . . . . 129
Main collecting channels . . . . . 130
Supply of hydroelectric power . . . . . 130
The distributaries and ditch network . . 131
Settlements and roads . . . . . 132
Fighting the alkalization and water-logging of lands . . . . . 133
a) Horizontal drainage . . . . . 133
b) Vertical drainage . . . . . 136
c) Operation expenses . . . . . 137
d) Proposed plan of measures against waterlogging and alkalization . . . . 137
Telephon . . . . . 139
Houses . . . . . 139
Afforestation . . . . . 140
Works to be undertaken in the first turn and their estimated cost . . . . . 140
Summarized estimate of cost of the construction of the irrigation system for 405,850 gross hectares of new lands . . . . . 143
Summarized estimate of cost of necessary subsidary enterprises which are to serve the territory covered by the first stages of the construction programme and which have independent economical significance and independent sources of revenue . . . . . 152

## LIST OF PLATES.

Plate

I. Section No 56. Locality: 5 kilometers East of the railway station Ursatievskaya. 11
II. Section No 58. Locality: 17 kilometers East of the railway station Ursatievskaya. 11
III. Section No 54. Locality: 16 kilometers South of the railway station Golodnaya Steppe . . . . . 13
IV. Section No 22. Locality: 4 kilometers to the NW of the station Syr-Dariinskaya. 13
V. Section No 30. Locality: near 31-st kilometer of the Right branch of the Main canal . . . . . 15
VI. Scheme of location of rocks on foot hills Mogol-Tau. Mechanical analyses of soils . 15
VII. Deep hole in the region of the Syr-Dariinsky village . . . . . 16
VIII. Section trough a hole drilled near Murza-Rabat (on Tashkent-Samarkand road) . . 16
IX. General area of the Golodnaya Steppe divided into regions (the gross and net irrigated area in ha) . . . . . 23
X. Section No 75. Results of analyses calculated by silicateless salts (percentage on the dry soil) . . . . . 23
XI. Section No 103. Results of analyses calculated by silicateless salts (percentage on the dry soil) . . . . . 24
XII. Section No 90. Results of analyses calculated by selicateless salts (percentage on the dry soil) . . . . . 24
XIII. Section No 16. Results of analyses calculated by selicateless salts (percentage on the dry soil) . . . . . 27
XIV. Estimated amount of salts present in soils and subsoils of the Golodnaya Steppe . . 27
XV. The time of need of artificial drainage on newly lands . . . . . 33
XVI. Diagram showing the time of need of artificial drainage on newly irrigated lands due to the rise of ground water table to a depth of 3 meters below the ground surface . . . . . 33
XVII. Summary of Syr-Daria river discharges at head works site (cubic meters per second) . . . . . 51
XVIII. Materials dissolved in water . . . . . 51
XIX. Table of average composition of Syr-Daria river water at Zaporojie station and of the Nile by periods . . . . . 59
XX. Watering terms for various cultures and separate points of the Golodnaya Steppe

канале . . . . . 126
Северный рабочий канал . . . . . 126
Центральный рабочий канал . . . . . 127
Сбросный канал, отходящий от Джиты-Сайского конечного узла . . . . . 128
Южный Магистральный канал и орошение предгорного района . . . . . 128
Главные водосборные коллекторы . . . 129
Снабжение Голодной Степи гидроэлектрической энергией . . . . . 130
Распределительная и мелкая оросительная сеть . . . . . 131
Населенные и хозяйственные центры и дороги . . . . . 132
Борьба с засолением и заболачиванием. 133
а) Горизонтальный дренаж . . . . . 133
б) Вертикальный дренаж . . . . . 136
в) Эксплоатационные расходы . . . . 137
г) Предполагаемый план мероприятий . 137
Телефон . . . . . 139
Гражданские сооружения . . . . . 140
Лесонасаждения . . . . . 140
Работы первых очередей и их сметная стоимость . . . . . 140
Сводная смета расходов на устройство оросительной системы, обслуживающей площадь 405.850 валовых гектар новых земель 155
Сводная смета на дополнительные предприятия первых очередей работ, необходимые для обслуживания вновь орошаемого района, имеющие самостоятельное экономическое значение и самостоятельные источники доходов . . . . . 163

## ТАБЛИЦЫ.

Табл.

I. Разрез № 56. Местонахождение: в 5 километрах к востоку от станции Урсатьевская . . . . . 11
II. Разрез № 58. Местонахождение: в 17 километрах к востоку от станции Урсатьевская . . . . . 11
III. Разрез № 54. Местонахождение: в 16 километрах к югу от станции Голодная Степь . . . . . 13
IV. Разрез № 22. Местонахождение: в 4 километрах на с.-з. от ст. Сыр-Дарьинская. 13
V. Разрез № 30. Местонахождение: вблизи пикета на 31 километре проектируемой Правой ветви Магистрального канала . . 15
VI. Схема расположения пород отрогов Могол-Тау. Механические анализы почвы . . . 15
VII. Глубокая скважина в районе поселка Сыр-Дарьинского . . . . . 16
VIII. Разрез буровой скважины близ станции Мурза-Рабат по Ташкенто-Самаркандскому почтовому тракту . . . . . 16
IX. Таблица, характеризующая подразделение всей площади Голодной Степи на районы, с показанием для каждого района общей, валовой и действительной площади орошения (в гектарах) . . . . . 23
X. Разрез № 75. Пересчет результатов анализов на бескремнеземные соли (в % на сухую почву) . . . . . 23
XI. Разрез № 103. Пересчет результатов анализов на бескремнеземные соли (в % на сухую почву . . . . . 24
XII. Разрез № 90. Пересчет результатов анализов на бескремнеземные соли (в % на сухую почву) . . . . . 24
XIII. Разрез № 16. Пересчет результатов анализов на бескремнеземные соли (в % на сухую почву) . . . . . 27
XIV. Таблица, характеризующая солевой запас почво-грунтов Голодной Степи . . . 27
XV. Срок наступления потребности в дренаже на вновь орошаемых землях . . . . . 33
XVI. График, показывающий срок наступления потребности в дренажном устройстве на вновь орошаемых землях, в связи с подъемом грунтовых вод до уровня, расположенного на глубине 3-х метров от поверхности . . . . . 33
XVII. Сводная таблица расходов воды р. Сыр-Дарьи в районе расположения головных сооружений . . . . . 51

as observed by the Commitee on Duty of Water Studies . . . . . 119
XXI. Watering terms for various cultures at the Dalverzin Steppe as observed by the Commitee on Duty of Water Studies . . 120
XXII. Watering terms for various cultures in Murgab and Fergana regions as reported by the agronomist M. F. Pereskokov . . 120

## ILLUSTRATIONS.

The Golodnaya Steppe before the irrigation . . . . . 59
The Golodnaya Steppe at the Arna-Say . 59
Grassy vegetativeness of the Golodnaya Steppe . . . . . 62
A well of the native type . . . . . 62
A native burnt brick building upon a well . 62
The Farkhat rocks and the dam parting the Dalverzin canal from the Syr-Daria river . . . . . 62
The hollowed Syr-Daria river left bank near the Irdjar cape . . . . . 65
The Begovat canal. A view at the village of the same name . . . . . 65
Outlets sf conglomerates on the Syr-Daria river left bank at the site of Golodnaya Steppe head structures (at the time when the sluice-regulator of the North canal did not exist) . . . . . 65
The uncomplished „Tzar-weir" on the Syr-Daria river and the dam of the Dalverzin canal . . . . . 65
The Begovat canal. A view near the Nikolsky village . . . . . 70
The North canal. The head sluice. A view from the Syr-Daria river . . . . . 70
The North canal. The head sluice looking upstream . . . . . 70
The North canal. The 1-st kilometer of the diversion part . . . . . 70
The North canal. 2-d kilometer of the diversion part. The iron via-aqueduct . . . 74
The North canal. 27-th kilometer. The deep cut . . . . . 74
The North canal. The diversion part. A view at the Alka-Kul lake . . . . . 74
The North canal. A view at the Konnoguardeisky village . . . . . 74
The Right branch. The head sluice looking upstream . . . . . 76
The Right branch. The head sluice of the Shur-Uziak distributary . . . . . 76
The Right branch. The 6-th kilometer. A reinforced concrete arch bridge . . . 76
The Right branch. 12-th kilometer. A reinforced concrete beam bridge . . . . . 89
The Left branch. The wooden sluice-regulator of the I-st Irdjar distributary . . . 89
The Malek branch. The head sluice of a lateral . . . . . 89
Head structures of the Golodnaya Steppe irrigation system by project of prof. G. C. Riesenkampf (back piece).

## APPENDIX.

Resolution of the Supreme Technical Council of the Water Economy Division of the State Planning Board (Gosplan) regarding the scheme of irrigation of the Golodnaya Steppe worked out by prof. G. C. Riesenkampf . . . . . 166
Report on Golodnaya Steppe irrigation project by A. P. Davis . . . . . 170
The cotton problem . . . . . 171
The Golodnaya Steppe . . . . . 171
New Golodnaya Steppe irrigation project . 172
Sequence of construction . . . . . 173

XVIII. Вещества, растворенные в воде р. Сыр-Дарьи . . . . . 51
XIX. Таблица среднего состава воды р. Сыр-Дарьи у Запорожья и Нила по периодам 59
XX. Поливные сроки различных культур для отдельных пунктов Голодной Степи по наблюдениям Гидромодульной Части . . 119
XXI. Поливные сроки различных культур для Дальверзинской Степи по наблюдениям Гидромодульной Части . . . . . 120
XXII. Поливные сроки различных культур для Мургабского района и Ферганской области по данным агронома М. Ф. Перескокова . . . . . 120

## ИЛЛЮСТРАЦИИ.

Голодная Степь до орошения . . . . . 59
Голодная Степь у Арна-Сая . . . . . 59
Травяная растительность Голодной Степи . . . 62
Туземный колодец . . . . . 62
Туземная постройка из жженого кирпича над колодцем . . . . . 62
Район Фархатских скал и дамба, отделяющая канал Дальверзин от реки Сыр-Дарьи . 62
Подмыв левого берега реки Сыр-Дарьи вблизи Ирджарского мыса . . . . . 65
Канал Беговат. Вид у селения того же названия . . . . . 65
Выходы конгломератов на левом берегу реки Сыр-Дарьи у места головных сооружений Голодностепской системы (до постройки существующего шлюза-регулятора) . . . . . 65
Незаконченная „Царь-плотина" на реке Сыр-Дарье и дамба Дальверзинского канала . 65
Канал Беговат. Вид вблизи селения Никольского . . . . . 70
Северный канал. Головной шлюз. Вид со стороны реки Сыр-Дарьи . . . . . 70
Северный канал. Головной шлюз. Вид с низовой стороны . . . . . 70
Северный канал. 1-ый километр холостой части. 70
Северный канал. 2-ой километр холостой части. Железный вна-акведук . . . . . 74
Северный канал. 27-ой километр. Глубокая выемка . . . . . 74
Северный канал. Холостая часть. Вид у озера Алка-Куль . . . . . 74
Северный канал. Вид у селения Конногвардейского . . . . . 74
Правая ветвь. Головной шлюз. Вид с низовой стороны . . . . . 76
Правая ветвь. Головной шлюз Шур-Узякского распределителя . . . . . 76
Правая ветвь. 6-ой километр. Железо-бетонный арочный мост . . . . . 76
Правая ветвь. 12-ый километр. Железо-бетонный балочный мост . . . . . 89
Левая ветвь. Деревянный шлюз-регулятор 1-го Ирджарского распределителя . . . . . 89
Малекская ветвь. Головной шлюзик-ороситель. 89
Головные сооружения Голодностепской оросительной системы по проекту проф. Г. К. Ризенкампф (конец книги).

## ПРИЛОЖЕНИЯ.

Постановление Высшего Водно-Технического Совета при секции Водного Хозяйства Госплана СССР по схеме орошения Голодной Степи, составленной проф. Г. К. Ризенкампфом . . . . . 166
Доклад инженера Артура П. Дэвиса о проекте орошения Голодной Степи . . . . . 170
Проблема хлопка . . . . . 171
Голодная Степь . . . . . 171
Новый проект орошения Голодной Степи 172
Очередность работ . . . . . 173
Почвы Голодной Степи . . . . . 174

Soils of Golodnaya Steppe . . . . . 173
Duty of water . . . . . 174
Water supply . . . . . 176
Begovat weir . . . . . 178
Maximum flood . . . . . 181
Drainage and canal lining . . . . . 183
Power development . . . . . 186
Estimates of cost . . . . . 188
Alternative projects . . . . . 190
Farm settlements . . . . . 192
Questions and answers . . . . . 193
Conclusions . . . . . 195
Acknowledgments . . . . . 196

LIST OF TABLES.

1. Results of irrigating on Golodnaya Steppe . . . . . 172
2. Irrigation practice at Pakhta-Aral . . 175
3. Monthly flow of Syr-Daria . . . . . 176
4. Flood discharges . . . . . 182
5. Proposed water power plants . . . . 186
6. Estimated consumption of electricity . 187
7. Estimated cost of Golodnaya Steppe project . . . . . 189
8. Comparison of variant projects . . . . 190
Resolution of the Supreme Technical Council of the Water Economy Division of „Vsekomvod" on Golodnaya Steppe irrigation scheme in connection with submitted additional data concerning that scheme . . . . . 199

Гидромодуль . . . . . 174
Вода для системы . . . . . 176
Беговатская плотина . . . . . 178
Максимальный паводок . . . . . 182
Дренаж и облицовка каналов . . . . . 183
Силовые установки . . . . . 186
Сметы . . . . . 189
Другие варианты . . . . . 191
Заселение . . . . . 193
Вопросы Госплана и ответы . . . . . 193
Заключение . . . . . 195
Признательность . . . . . 196

ТАБЛИЦЫ.

1. Результат орошения Голодной Степи 172
2. Опыт орошения в Пахта-Арале . . . 175
3. Месячные расходы Сыр-Дарьи . . . 176
4. Расходы при паводках . . . . . 183
5. Проектируемые гидроэлектрические установки . . . . . 187
6. Потребность в энергии, предусмотренная составителем проекта . . . . . 188
8. Сопоставление различных вариантов орошения Голодной Степи . . . . . 198
Постановление Высшего Водно-Технического Совета Всекомвода по схеме орошения Голодной Степи в связи с заслушанием дополнительных материалов к ней . . . 199

# Part I

# Часть I

Г. К. Ризенкампф. К новому проекту орошения Голодной Степи. 1 л.

# INTRODUCTION.

## The importance of the Golodnaya Steppe irrigation for the state economy.

The first and principal importance of the irrigation of the Golodnaya Steppe depends on the interest of our cotton industry.

In the row of countries manufacturing cotton pre-war Russia occupied the fourth place by the number of spindles (9,212,000);[1]) the number of industrial units for manufacturing cotton made up to that time 565, the number of weaving looms — 191,614, the number of workmen — 458,441, and the total sum of production expressed in money — 781 mill. roubles. The comparison of these figures with the sum and elements of production in other branches of our industry shows a quite exceptional importance of the cotton industry for our economy, an importance, which is especially increased by the essential part which the production of this industry plays in every day life of millions of our peasant and working population.

We produce however at home a part only of the raw cotton, which is necessary for the feeding of our textile industry, covering full needs by import from abroad, principally from the United States. For the last 25 years before the war i. e. from 1890 to 1914 inclusively, the quantity of cotton imported to us from abroad amounted to about 4½ mill. tons (270 mill. poods) of cotton fibre for the total sum of 2.1 milliards roubles, excluding the import duty. In the course of the following three years (1915 — 1917) about 328 thousand tons (20 mill. poods) were imported for the total sum of 200 mill. roubles; then, from 1918 to 1922 inclusively, due to political events occuring, our import of cotton to us from abroad ceased completely and was only renewed in 1923 amounting for the time from 1923 to 1925 up to 246 thousand tons (15 mill. poods) for the sum of about 300 mill. roubles. Thus from 1890 to 1925 inclusively we paid totally 2.6 milliard gold roubles for the cotton imported from abroad. This sum alone illustrates clearly enough the heavy conditions involved in our economy and, in particular, in our account balance resulting from the insufficient development of our home cotton cultivation to meet the demands of the home textile industry. Whereas this gold value burden was painfully felt in old pre-war times, moreover, under the present state of the Union and the importance for us of even smaller amounts of gold value, it appears absolutely necessary to get out being, as quickly as possible, the state of a tributary of America to regard to cotton import.

In the last pre-war years by a series of measures for enlarging the regions of cotton growing, we succeeded in bringing out own production of cotton fibre to 262 thous. tons (16 mill. poods), the needs of our cotton industry at that time totalling 426 thous. tons (26 mill. poods), which is about 60 per cent. In the following years, due to events of the world war and then of the revolution, the amount of our cotton cultivation, after a certain increase in the first years of the war, then began to fall catastrophically, reaching in the period from 1919 to 1922 the insignificant quantity of about 16 thous. tons (1 mill. poods) and lower. After this period of a nearly complete decline and in result of a series of general measures for the restoring of our economy cotton cultivation endured a gradual restoration too, reaching in 1927 the production

---

[1]) Great Britain — 55.653 thous., U. S. A. — 31.505 thous., Germany — 11.186 thous. and Russia — 9.212 thous.

# ВВЕДЕНИЕ.

## Государственное и народно-хозяйственное значение орошения Голодной Степи.

Первое и основное значение орошения Голодной Степи обусловливается интересами нашей хлопчато-бумажной промышленности.

В ряду стран, обрабатывающих хлопок, довоенная Россия занимала четвертое место по числу прядильных веретен (9.212.000)[1]; число промышленных заведений по обработке хлопка составляло у нас к тому времени — 565, число ткацких станков — 191.614, а число рабочих — 458.441 и сумма производства, выраженная в денежных знаках — 781 милл. р. Сопоставление этих цифр с суммой и элементами производства в других отраслях нашей промышленности указывает на совершенно исключительное для нашего народного хозяйства значение хлопковой промышленности, усиливаемое в особенности той насущной ролью, которую продукты этой промышленности играют в повседневном обиходе нашего многомиллионного крестьянского и рабочего населения.

Между тем, необходимое для питания нашей хлопчато-бумажной промышленности сырье в виде хлопкового волокна мы только частично производим у себя, покрывая остальную потребность привозом хлопка из-за границы, главным образом, из Северо-Американских Соединенных Штатов. За последнее до войны 25-летие, а именно с 1890 по 1914 г. включительно, количество ввезенного к нам из-за границы хлопка составляло около 4,5 милл. тонн (270 милл. пудов) хлопкового волокна на общую сумму, за вычетом ввозной пошлины, 2,1 миллиарда рублей золотом. В течение последующих трех лет (1915 — 1917) было ввезено всего около 328 тыс. тонн (20 милл. пудов), на общую сумму до 200 милл. рублей; затем с 1918 по 1922 г. включительно, за наступившими политическими событиями, ввоз к нам хлопка из-за границы прекратился совершенно и возобновился лишь с 1923 года, составив за время с 1923 по 1925 г. около 246 тыс. тонн (15 милл. пудов), на сумму около 300 милл. рублей. Таким образом, за время с 1890 по 1925 г. включительно нами уплачено заграницу за ввезенный к нам хлопок всего 2,6 миллиардов рублей золотом. Уже одна эта сумма достаточно ярко иллюстрирует те тяжелые для народного хозяйства и, в частности, для расчетного баланса условия, которые являются результатом недоразвития отечественного хлопководства для покрытия потребностей собственной текстильной промышленности. Если эта валютная тяжесть была болезненно ощутима в прежнее довоенное время, то в настоящем положении Союза и при том значении, которое имеют для нас валютные ценности даже значительно меньшего масштаба, — возможно быстрый выход из состояния данника Америки по хлопковому импорту представляется совершенно необходимым.

В последние до войны годы рядом принятых мер по расширению районов хлопководства удалось довести собственную продукцию волокна хлопка до 262 тыс. тонн (16 милл. пуд.) при общей потребности нашей хлопчато-бумажной промышленности того времени в 426 тыс. тонн (26 милл. пуд.), что составляет около 60%. В последующие года, за наступившими событиями мировой войны, а затем революции, количество произведенного нами хлопка, после некоторого увеличения в первые годы войны, начало затем катастрофически падать, дойдя в период с 1919 по 1922 г. до ничтожного количества в 16 с небольшим тысяч тонн (1 милл. пуд.) и ниже. После этого периода почти полного упадка, в результате ряда общих мер по восстановлению хозяйства, начало

[1]) Великобритания — 55.653 тыс., С.-А. С. Ш. — 31.505 тыс., Германия — 11.186 тыс. и Россия — 9.212 тыс.

of 214 thous. tons (13.1 mill. poods) of fibre, the general demand of our restored cotton industry amounting to 368 thous. tons (22.5 mill. poods).

Thus at the present time 58 per cent of our cotton demand are again covered by our own raw material. But while the restoring of our cotton industry with the present rate of its development can reach easily in the nearest years the pre-war level of cotton manufacture, and then considerably surpass it, the development of cotton cultivation, in order to be brought in conformity with the growing needs of industry, would necessarily require the extension of area under cotton, by both the restoring of the existing irrigation and the creation of new irrigated regions; otherwise we shall not be able to follow the needs of our cotton industry and remaining behind the industry development we shall be inevitably obliged either to hinder it, or to aggravate the attained situation.

Such a state of affairs threatens seriously our economy and, moreover, nor only from the point of view of those extras which we have to pay abroad and which appear to be for us quite above our possibilities in the present gold value conditions, but also from the point of view of the dependance of our textile industry on the foreign market and the American one in particular.

This menace becomes the more real, because the United States tend to enlarge incessently their own cotton industry, preferring the more profitable and advantageous export of cotton stuffs to the export of raw cotton. [1])

Thus, quite independently even of the conditions of the political moment, the United States can, by purely economical consideration, either cease completely the export of their raw cotton or reduce it to its extreme by raising the prices.

This circimstance forced the governments of Western Europe, having the possibility to develop cotton cultivation in their colonies, e. g. England and France, to do their utmost, creat an area of their own cotton plantations and thus avoiding the onerous and dangerous dependance on the world market. Tending to enlarge the area of cotton lands neither England nor France are discouraged by the greatest technical difficulties and money expenditure for the conquest of new cotton territories; it will be enough to mention the irrigation of the Soudan, the Niger and other places in the remotest corners of Africa, or the latest irrigation projects of exceptional technical difficulties of the English government in India, in order to understand all the importance of this question for the countries mentioned. Other countries such as Germany for instance, which has lost all its colonies, is deprived completely of the possibility of developing cotton cultivation within the limits of its own territory, and is obliged to search for different ways (let us remember Messopotamia) of supplying the demands of cotton of its own textile industry by corresponding diplomatic relations and connections with cotton growing countries.

The same problem of liberating the cotton industry of foreign dependance — arises to its full height before our Union also, with the cardinal difference only, that for the successful solving of it we have far more favourable opportunities, thanks to the existence of very extensive areas quite suitable for the development of cotton growing.

In fact, as we know, only within the limits of our Central Asia Republics alone we have about 6.5 mil. hectares of lands which are known to be suitable for cotton growing and now lying fallow, awaiting irrigation and cultivation of cotton. These lands are situated in more or less considerable areas both of the Syr-Daria and Amu-Daria basins; a part of these belongs to the area of the existing irrigation systems or is situated within their limits being not exploited only on account of the imperfection or the underdevelopment of the latter; as to the majority of the land areas, very valuable for their quality, these remain for the present without any irrigation arrangements.

To the last group of territories belongs the Golodnaya Steppe district, which is not behind or but very little behind the other regions of Central Asia in regard to the amount of sun warmth and the duration of the frostless period being, besides, charac-

---

[1]) At the present time, the United States in regard to the development of their cotton industry have taken the first place, having raised their proper cotton manufacture in 1924/1925 to 6,127 thous. bales (in Great Britain — 3,235 thous. bales).

постепенно восстанавливаться и наше хлопководство, достигнув в 1927 г. продукции в 214 тыс. тонн (13,1 милл. пуд.) волокна, при общей потребности нашей оправившейся хлопчато-бумажной промышленности в 368 тыс. тонн (22,5 милл. пуд.). Таким образом, в настоящее время мы имеем уже вновь 58% покрытия нашей потребности в хлопке собственным сырьем. Но в то время, как восстановление нашей хлопковой промышленности при существующем темпе ее развития легко может дойти в ближайшие же годы до довоенного уровня переработки хлопка и затем значительно перегнать его, — рост нашего хлопководства, для приведения его в соответствие с возрастающими нуждами промышленности, требует обязательно расширения площади хлопковых земель и при том не только путем восстановления существующего орошения, но и создания новых орошаемых районов, так как вне этого условия мы не будем поспевать за потребностями нашей хлопчато-бумажной промышленности и, отставая от роста промышленности, неизбежно будем вынуждены либо тормозить ее, либо ухудшать уже достигнутое в этом направлении соотношение.

Такое положение вещей составляет весьма серьезную угрозу нашему народному хозяйству и при том не только с точки зрения тех переплат, которые мы должны делать за границу и которые представляются для нас совершенно непосильными в существующих валютных условиях, но и с точки зрения зависимости нашей текстильной промышленности от иностранного и, в частности, от американского рынка.

Эта угроза становится тем более реальной, что Северо-Американские Соединенные Штаты все более и более стремятся к расширению собственной хлопчато-бумажной промышленности, предпочитая вывозу хлопкового сырья более выгодный и прибыльный экспорт хлопчато-бумажных тканей [1]).

Таким образом, даже совершенно независимо от условий политического момента, по чисто экономическим соображениям, С.-А. С. Штаты могут или совершенно прекратить вывоз своего хлопкового сырья, или до крайности сократить этот вывоз и обусловить его повышенными ценами.

Это обстоятельство заставило западно-европейские государства, имеющие возможность развивать хлопководство в своих колониальных владениях, как, например, Англию и Францию, употребить все усилия для того, чтобы создать площадь собственных хлопковых плантаций и тем самым избежать тягостной и опасной зависимости в этом отношении от мирового рынка.

В стремлении к расширению площади хлопковых земель и Англия и Франция не останавливаются перед самыми большими техническими трудностями и материальными затратами для завоевания новых хлопковых территорий: достаточно указать на орошение Судана, Нигера и других мест в далеких глубинах Африки, или на позднейшие, исключительной технической трудности ирригационные проекты английского правительства в Индии, чтобы понять все значение этого вопроса для упомянутых стран. Другие государства, как, например, Германия, потерявшая свои колонии, лишена совершенно возможности развить хлопководство в пределах собственной территории и должна поэтому искать всяческих путей (вспомним Мессопотамию) к обеспечению потребностей своей текстильной промышленности в хлопке, посредством соответствующих договорных отношений и связей с странами, производящими хлопок.

Та же задача освобождения хлопчато-бумажной промышленности от иностранной зависимости становится во весь свой рост и перед нашим Союзом, но с той существенной разницей, что для успешного разрешения ее у нас имеются гораздо более благоприятные возможности, в виду наличия обширнейших территорий, вполне пригодных для развития хлопководства.

Действительно, как мы знаем, в пределах только наших Средне-Азиатских Республик насчитывается около 6,5 милл. гектар заведомо хлопконосных земель, лежащих теперь впусте и лишь ожидающих обращения их, после орошения, под культуру хлопка. Земли эти расположены как в Сыр-Дарьинском, так и в Аму-Дарьинском водных бассейнах более или менее значительными массивами; часть из них уже входит в площадь командования или находится в контуре существующих оросительных систем и не используются лишь по несовершенству, либо по недоразвитости последних; боль-

---

[1]) В настоящее время С.-А. С. Штаты по размерам своей хлопчато-бумажной промышленности переместились на первое место, подняв собственную переработку хлопка уже в 1924/25 г. до 6.127 тыс. кип (в Великобритании 3.235 тыс. кип).

terized by small nebulosity, which creates favourable conditions for the growth of cotton there. At the same time the Golodnaya Steppe being bordered by a wide strip of tugai (over-flow lands), sands and hills, allows to carry on together with the principal cotton culture intensive cattle breeding and pasture-agricultural farming along its periphery.

Nevertheless, while advancing the project of irrigation of the Golodnaya Steppe, it is necessary first of all to put this question: must its irrigation be placed in one of the nearest turns and is there not within the Central Asia Republics such a region, which could in justice compare with the Golodnaya Steppe in this sense.

Without a solid foundation in the form of many-sided naturalistic, soil, botanical, hydrological and climatological researches, without a most detalied survey in contour lines based on a precise triangulation work and on an exact leveling network, without a quite detailed study of the technical side of the irrigation of the given region and the adjacent one and without a complete characteristic of the place intended for irrigation, in an economic sense, — it is impossible to commence irrigation, especially at the present time when planned regulation of the people-economy of the country is practiced. On such regions only, where, due investigation of the question, a positive result is obtained, the irrigation not only could be, but even should be realized, plainly speaking, without choice (as even the aggregate of Central Asia lands adaptable for irrigation is below the requirements of our textile industry).

An irrigation undertaking must, briefly speaking, ripen before the beginning of its realization and for this an immense preparatory work is necessary. This work, as is shown by experience, cannot be performed in the process of construction.

The fact is that large modern irrigation undertakings, as they are now practically understood and scientifically conceived, surpass greatly the limits of irrigation technic, as they are in the narrow sense of this word; they are an extremely complicated many-sided combination of most different technical, financial, economical and organizative measures, and require in their turn an adequate complicated many-sided and combined investigation, wherein a whole series of natural, technical and social-economical factors and elements, as necessary conditions in drawing plans, are considered. Only a correct, deeply thought over and organically connected combination of these moments can secure a complete development of possibilities of an irrigation undertaking.

This close organic connection and dependance of the separate factors of the irrigation undertaking has not immediately struck the mind of the authors of irrigation projects, despite its self-evidence. A whole of years of hard labour and mistakes, discovered by life itself even in most advanced countries with powerfully developed engineering, have become necessary, before the above conclusion was drawn and in conformity with experience all the affair of irrigation engineering was reconstructed, the latter at the present time being recognized not as an engineering problem only, but also as an extremely complicated agricultural and finance-economical problem.

Approaching from this point of view the above defined irrigation possibilities for separate regions of Central Asia, it is necessary to state that, the irrigation perspectives in Central Asia being generally colossal, the existing amount of ground and water are impeded by very limited possibilities of realizing those perspectives — the objects of irrigation not being duly explored. Out of the immense territory of 5—6 mill. hectares, the region of Golodnaya Steppe excluded, 10 per cent may hardly be considered sufficiently prepared in respect to definite working out of correponding irrigation projects; the remaining 90 per cent in any case are still waiting for long and supplementary investigations.

The Golodnaya Steppe irrigation region including over 600 thousand hectares in one piece, is in quite a different position. It has undergone a long and close examination; not one region in the Union has been studied, in all respects, so deeply and detailedly. In 1898 it was decided to commence to general study; detailed investigations were carried on from 1911 to 1917. In the soils respect the Golodnaya Steppe has been studied in length and breadth. These investigations commenced in 1908 and were completed in 1914; subsequently the results of the investigations for areas irrigated after 1914 were corrected in 1923/1924. By the final conclusions of the Soil Science Institute (which also carried on the investigations of the remaining regions of

шинство же земельных массивов, очень ценных по своему качеству, остается пока без каких бы то ни было ирригационных устройств.

В ряду территорий последнего порядка находится Голодностепский район, который не уступает или мало уступает другим районам Средней Азии в отношении количества солнечного тепла и длительности безморозного периода и в то же время отличается наименьшей облачностью и, следовательно, имеет вполне благоприятные условия для произрастания здесь хлопка. Вместе с тем окаймленная широкой полосой тугаев, песков и предгорий, Голодная Степь позволяет, вместе с основной хлопковой культурой, вести также по периферии интенсивно-животноводческое и пастбищно-земледельческое хозяйство.

И, тем не менее, выдвигая проект орошения Голодной Степи, необходимо раньше всего поставить вопрос о том, должно ли именно ее орошение быть поставлено в одну из ближайших очередей и не имеется ли в пределах Средне-Азиатского объединения такого района, который, по справедливости, мог бы конкурировать в этом отношении с Голодной Степью.

Без солидного фундамента в виде всесторонних естественно-исторических, почвенных, ботанических, гидрологических и климатологических обследований, без подробнейшей съемки в горизонталях, опирающейся на жесткую плановую триангуляционную и на точную нивелировочную сеть, — без совершенно детального изучения технической стороны орошения данного и смежного районов и без исчерпывающей характеристики предполагаемой к орошению местности в экономическом отношении — нельзя вообще приступить к ирригации, — особенно в настоящее время планового регулирования народного хозяйства страны. И только там, напротив, где после должной исследованности вопроса получен положительный результат, — там, в сущности говоря, уже без выбора (ибо даже весь комплекс могущих быть орошенными земель в Средней Азии меньше, чем требуется для нашей текстильной промышленности), не только можно, но и должно осуществить орошение.

Всякое ирригационное предприятие, говоря коротко, должно созреть до начала своего существования, а для этого необходима огромная предварительная работа. Нельзя, как показывает опыт, проделывать эту работу в процессе самого строительства.

Дело в том, что современные крупные ирригационные предприятия, в нынешнем их практическом понимании и научной концепции, выходят далеко за пределы собственно ирригационной техники, как таковой, в узком смысле этого слова: они являются чрезвычайно сложным, многогранным комплексом самых разнообразных технических, финансово-экономических и административно-организационных мероприятий и, в свою очередь, требуют такого же сложного, многогранного и комплексного исследования и учета целого ряда естественно-исторических, технических и социально-экономических факторов и элементов, в качестве необходимых предпосылок для самого построения проекта. Только правильное, глубоко продуманное и органически связанное сочетание этих моментов в состоянии обеспечить за ирригационным предприятием всю полноту возможных достижений.

Эта тесная органическая связь и зависимость отдельных факторов оросительного предприятия, несмотря на всю свою очевидность, вошла в сознание составителей ирригационных проектов далеко не сразу. Потребовался длинный ряд лет напряженного труда и наличия самой жизнью выявленных ошибок даже в самых передовых государствах, с мощно развитой инженерной техникой, чтобы придти к этому выводу и, в соответствии с указаниями опыта, перестроить всю работу в области ирригационного строительства, которое в современном освещении рассматривается не только как инженерная задача, но и как чрезвычайно сложная агрикультурная и финансово-экономическая проблема.

Подходя с этой точки зрения к вышеочерченным предположениям об орошении отдельных районов Средней Азии, необходимо констатировать, что колоссальные вообще по Средней Азии перспективы ирригационного дела по наличию земли и воды упираются в весьма ограниченные возможности осуществления этих перспектив — по той или иной необследованности объектов орошения. Из всей огромной, не считая Голодностепского района, территории в 5—6 милл. гект. едва ли 10% могут считаться в достаточной мере подготовленными в смысле окончательной разработки соответствующих оросительных проектов; остальные же 90%, во всяком случае, ждут еще длительных дополнительных обследований.

Central Asia), the Golodnaya Steppe region, included in the irrigation project is of „ideal fitness for irrigation" by its soil conditions.

This thorough and detailed study of the Golodnaya Steppe represents one of the criterions which the choice of the Golodnaya Steppe as one of the first turn objects of irrigation should be based upon.

Another criterion is formed by the comparatively lower self-cost of raw cotton in the Golodnaya Steppe; in fact the budget examination of the Golodnaya Steppe economies for 1923 — 27 showed that at the time when in the Tashkent district the self-cost of cotton was determined at roubles 5.15 per pood, and in the Fergana district at roubles 4.15 — in the Golodnaya Steppe it averaged but 3.11 roubles.

Such a result is explained by the predominance in the Golodnaya Steppe of mechanical cultivation of cotton, whereas in the Tashkent district and in Fergana, hand work predominates; consequently the labour expenditure on one hectare of cotton area consists of 73 working days for the Golodnaya Steppe, against 102 working days for the Tashkent district and 134 working days for Fergana. It is necessary to note that the further development of the mechanical cultivation of cotton field in the Golodnaya Steppe is especially encouraged independently of the proposed Golodnaya Steppe general structure farming, by the topography of the locality itself.

Finally the last criterion which should positively influence the choice of the Golodnaya Steppe as one of the objects of first turn irrigation consists in that, undoubtedly, extremely characteristic and exhibiting fact, that already at the present time the Golodnaya Steppe in its percentage ratio of area under cotton to other crops occupies the first place in regard to the approach to the monoculture of cotton. So, gradually and directly increasing from 1923, the area under cotton in the Golodnaya Steppe in 1926 exceeded 60 per cent of the total area sown, when at the same time in the Tashkent district and even in Fergana it did not, by a long way, reach this figure, averaging but 46 — 53 per cent. In 1927 the cotton area of Golodnaya Steppe reached 70 per cent.

In accordance with the data submitted under discussion and enlightenment at the preliminary conference with the principal workers of the Central Asiatic Water Economy Department, the Golodnaya Steppe irrigation project is planned so as to finish the work of irrigating and utilizing the first turn lands (405,800 gross hectares) in 8 years and to receive in this way 186,000 hecs under cotton or not less than 208,000 tons (12.7 mill. poods) of raw cotton, the total cost of 57 mill. roubles in gold. This effect will be the property of the two adjoining Republics — Kazak and Uzbek, — and together with them of curse also of the whole Union. In comparison with the above given figures illusrating our cotton production in 1928 in the whole of the Union, the mentioned production of the new irrigated lands of the Golodnaya Steppe will be total about 30 per cent, lowering in accordance the quantity of imported cotton and thus weakening our dependency on the foreign market.

Herein is the first importance of the irrigation of the Golodnaya Steppe from the cotton problem standpoint, resulting extremely consequences for us, as in a state-political sense (liberation from foreign dependency) so also in people-economic sense (provision with raw cotton supply for one of the most important branches of our manufacturing industries) and finally in a financial sense (the improvement of our account balance).

Further the importance of the Golodnaya Steppe irrigation is of no less significance from the point of view of creating an extensive land reserve intended to satisfy the acute need in land felt everywhere especially if we take into consideration the lack of land for local Uzbek population and the amply developed process of colonization by the Kazaks.

The wide extension of the newly-irrigated agricultural territory alone, allowing for more than 50,000 farms to be located and securely arranged, beside the parallel development of town and industrial life, is, by itself the best witness, of the great importance of the work undertaken. If we take into consideration that the territory in question is gained from waste deserts, presenting at the present time an inanimate desolate aspect and consequently as created anew; if moreover we consider that it is designated to the most appreciable crops and plantations and that the population is put under the most favourable conditions of farming — then the significance of these figures

В ином положении находится Голодностепский ирригационный район, объемлющий в себе сплошной массив в 600 с лишним тысяч гектар в одной меже. Он изучался длительно и тщательно, нет ни одного района Союза, который был бы изучен во всех отношениях так детально и глубоко. Общее изучение было поставлено с 1898 г., детальные изыскания велись с 1911 г. по 1917 г. В почвенном отношении Голодная Степь изучена вдоль и поперек. Эти исследования начались с 1908 г. и закончились в 1914 г., а затем выводы исследований проверялись в 1923/24 г. на тех площадях Степи, которые после 1914 г. были орошены. По окончательному заключению Института Почвоведения, которым производились исследования и остальных районов Средней Азии, массив Голодной Степи, включенный в проект орошения, является „идеально пригодным для орошения" по своим почвенным условиям.

Эта тщательная и подробная изученность Голодной Степи и составляет один из тех критериев, на которых должен основываться выбор Голодной Степи, как одного из первоочередных объектов орошения.

Другой критерий заключается в сравнительно меньшей себестоимости продукции хлопка в Голодной Степи. И действительно, бюджетные обследования Голодностепских хозяйств за 1923—27 гг. показали, что в то время как по Ташкентскому уезду себестоимость хлопка-сырца определилась в 5 р. 15 к. на 1 пуд, а по Ферганской области в 4 р. 15 к., — по Голодной Степи она выразилась всего лишь в 3 р. 11 к.

Такой результат объясняется господством в Голодной Степи машинной обработки хлопковых земель, в то время как в Ташкентском уезде и в Фергане господствует ручная обработка, вследствие чего затрата труда на 1 гектар хлопка составляет для Голодной Степи 73 раб. дней, против 102 раб. дней в Ташкентском уезде и 134 раб. дней в Фергане. При этом необходимо отметить, что дальнейшему развитию в Голодной Степи именно машинной обработки хлопка особенно благоприятствует, независимо от намечаемой проектом общей структуры Голодностепских хозяйств, и самый рельеф местности.

Наконец, последний из критериев, долженствующий влиять в положительную сторону при выборе Голодной Степи в качестве одного из первоочередных объектов орошения, заключается в том, несомненно, чрезвычайно характерном и показательном факте, что уже и в настоящее время Голодная Степь по процентному отношению площади хлопковых посевов к прочим культурам стоит на первом месте в смысле приближения к монокультуре хлопка. Так, постепенно и неуклонно возрастая с 1923 года, площадь хлопковых посевов в Голодной Степи превысила в 1926 году 60% всей посевной площади, в то время как в Ташкентском уезде и даже в Фергане она далеко не достигла этого уровня, составив всего лишь 46-53%. В 1927 году хлопковый клин Голодной Степи достиг 70%.

В соответствии с данными, подвергшимися обсуждению и освещению в предварительном совещании с главнейшими работниками Средне-Азиатского Водхоза, проект орошения Голодной Степи рассчитан на то, чтобы закончить работы по орошению и использованию земель первой очереди (405.800 валовых гектаров) в 8 лет и получить, таким образом, на 186.000 гектар хлопкового посева не меньше 208.000 тонн (12,7 милл. пуд.) хлопка-сырца, общей стоимостью в 57 милл. рублей золотом. Этот эффект явится достоянием двух смежных республик Казакской и Узбекской, а с тем вместе и всего, конечно, Союза. В сопоставлении с приведенными выше цифровыми данными о размерах нашего хлопкового производства в 1928 году по всему Союзу, указанная продукция вновь орошенных земель Голодной Степи составит около 30%, соответственно уменьшая количество привозного хлопка и тем самым ослабляя нашу зависимость от иностранного рынка.

В этом первое, с точки зрения хлопковой проблемы, значение орошения Голодной Степи, влекущего за собой чрезвычайной для нас важности следствия в смысле государственно-политическом (освобождение от иностранной зависимости), народно-хозяйственном (обеспечение сырьем одной из важнейших отраслей нашей обрабатывающей промышленности) и финансовом (улучшение нашего расчетного баланса).

Но не менее важным представляется далее, учитывая земельную тесноту местного узбекского населения и стихийный процесс оседания казаков, значение орошения Голодной Степи с точки зрения создания обширного земельного резерва для удовлетворения повсеместно ощущаемой острой потребности в земле.

Уже одни пространственные размеры вновь орошенной сельско-хозяйственной территории, на которой может быть размещено и прочно устроено до 50.000 хозяйств, не говоря о попутном развитии городской и промышленной жизни, сами по себе свидетель-

become still more exhibitive and serious in regard to the creation of a new district of intensive culture and a rational organization of a large number of the labour population.

Independent of the mentioned above importance that the Golodnaya Steppe offers as a cotton district widely contributing to the development and success of one of the most important branches of our industry and as a wide reservoir apt to absorb the over-population of separate districts of Central Asia and the Union, it is quite indispensable to note the great influence upon all sides of life, which is to be expected after the completion of irrigation and colonization of the Golodnaya Steppe, this influence consisting, commencing with the opening of new markets of sale and consumption up to the drawing into the general economic circulation of the Union of new territory with exceptional rich natural resources and with the active force of the pioneer-population seeking to apply its energy and labour to a live business.

The aforesaid predetermines to a large extent also the financial-economic importance of this enterprise. In this case it is necessary and possible to enlighten the question in two ways: from the point of view of the general financial interests of the Union on one hand, and from the point of view of the economic results of the enterprise itself — on the other.

If in the first respect, i. e. in regard to the interests of the general financial conditions of the Union, we can point out to the importance of the Golodnaya Steppe irrigation in the sense of the above shown improvement of our account balance owing to the increase of the self-production of cotton; if moreover from this same standpoint we can take into account that many new and different sources of investment will arise owing to new waste areas with the large population being drawn into the state economy; then from the second point of view, i. e. in respect to economic results obtained by the irrigation project, there is a full possibility to enumerate with fair accuracy and take into account all those elements, which ought finally to give us a clear and definite answer to the question of what does the enterprise planned represent from the standpoint of its financial and economic attainments. To namely this side of the question special attention is paid in the project, although the predominating significance of the Golodnaya Steppe irrigation as mentioned above, lies not in its narrow-commercial effect, but in the attainment profitable for the whole country and public economy. Nevertheless so far as a definite state-economic enterprise is discussed, requiring for its realization the outlay of large sums and of technical forces, — it is absolutely essential to fix most precisely the correlation between the future expenses and the probable profits of the enterprise, i. e. to estimate its profitableness in the true sense of this word.

Independently, at last, of the state importance of the Golodnaya Steppe irrigation and its trade organization as also of the general public economy perspectives connected with it, and its financial economic results, as of an independent enterprise, the realization of the latter is of no less importance for that country which immediately touches, i. e. for Central Asia, and for Uzbekstan and Kazakstan in particular.

In this respect it is quite sufficient to note that the total area of the present-day irrigated land of Central Asia — the land on which is based all the life and all the prosperity of the country — are founded averages 3 million gross hectares. The Golodnaya Steppe irrigation project increases this area, in result of the first turn work by 405,800 gross hectares, i. e. by 13.5 per cent. On the other hand — the extreme lack of land of the ancient Uzbekstan provinces and the extremely low percentage of land under cotton in the Kazak Autonomic Republic makes these figures much more important and serious especially if they are examined from the point of view of interests of separate republics. Yet it must be taken into consideration that whereas the existing Central Asiatic irrigation systems are usually of most imperfect native construction wasting water inexpediently and requiring complete re-arrangement and improvement, the new Golodnaya Steppe irrigation system projected strives to provide all modern hydrotechnic attainments securing the best possible development and results of irrigation, and in this respect it will play a cultured part in raising the level of local irrigation.

The project by no means attributes less significance, as already noted, to the preliminary study of those conditions of economy and of political-economy owing

ствуют об огромном значении предпринимаемой работы. Если же принять во внимание, что эта территория отвоевывается от мертвых ныне, бозотрадных в своем просторе пустынь, и, следовательно, по существу, как бы возникает вновь; что она предназначается под культуру наиболее ценных растений и насаждений и что устраиваемое на ней население ставится в исключительно благоприятные условия хозяйствования, — то значение этих цифр становится еще более показательным и серьезным в смысле создания нового района интенсивной культуры и рационального устройства большого количества трудового населения.

Независимо от уже отмеченного выше значения Голодной Степи, как хлопкового района, содействующего развитию и успеху одной из насущнейших отраслей нашей промышленности, и как обширного резервуара для поглощения перенаселенности отдельных районов Средней Азии и Союза, нельзя не отметить того разностороннего влияния, которое окажется в результате орошения и заселения Голодной Степи, начиная от открытия новых рынков сбыта и потребления до вовлечения в общий хозяйственный оборот Союза новой территории с исключительно богатыми природными ресурсами и с активной силой пионерского населения, ищущего приложения своей энергии и труда к живому делу.

Сказанное в значительной степени предопределяет и финансово-экономическое значение данного предприятия. В этом случае мы имеем и возможность и необходимость подойти к его освещению в двояком отношении: с точки зрения общих финансовых интересов Союза — с одной стороны и с точки зрения экономических результатов самого предприятия, как такового, — с другой.

Если в первом отношении, т.-е. в смысле интересов общего финансового положения Союза, мы можем указать на значение орошения Голодной Степи в смысле уже отмеченного выше улучшения нашего расчетного баланса, благодаря увеличению собственной продукции хлопка; если, далее, с этой же точки зрения мы можем принять к учету появление многих и разнообразных новых источников обложения, благодаря вовлечению в хозяйственный оборот новой земельной территории с обширным населением и пр., то во втором отношении, т. е. в отношении экономических результатов самого оросительного предприятия, как такового, мы имеем полную возможность довольно точно подсчитать и учесть все те элементы, которые, в конечном результате, должны дать нам ясный и определенный ответ на вопрос о том, что же представляет собою проектируемое предприятие с точки зрения его финансово-экономических достижений. Этой именно стороне дела в проекте посвящается особое внимание, так как хотя преобладающее значение орошения Голодной Степи, как уже упоминалось выше, лежит не в узко коммерческом его эффекте, а в достижениях общегосударственного и народно-хозяйственного характера, тем не менее, поскольку речь идет об определенном государственно-хозяйственном предприятии, требующем для своего осуществления затраты крупных средств и технических сил, — представляется совершенно необходимым со всею точностью установить соотношение между предстоящими расходами и вероятными доходами от предприятия, т.-е. выяснить его рентабельность в собственном смысле этого слова.

Независимо, наконец, от государственного значения орошения Голодной Степи и ее хозяйственного освоения, помимо, далее, общих народно-хозяйственных перспектив, связанных с этим делом, финансово-экономических результатов его, как самостоятельного предприятия, осуществление последнего не менее важно для того именно края, которого оно непосредственно касается, т.-е. для Средней Азии и для Узбекистана и Казакстана в частности.

В этом отношении достаточно указать, что общая площадь ныне орошаемых земель в Средней Азии, — тех земель, на которых зиждется вся ее жизнь и все благополучие края, составляет около 3 милл. валовых гектар. Проект орошения Голодной Степи увеличивает эту площадь, в результате работ первой очереди, на 405.800 валовых гектар, т.-е. на 13,5%. С другой стороны — крайнее малоземелье коренных областей Узбекистана и совершенно ничтожный процент земель под хлопком в Казакской автономной Республике делает значение этих цифр еще более выпуклым, более серьезным при рассмотрении их с точки зрения интересов отдельных республик. Вместе с тем, нельзя не принять во внимание, что в то время, как существующие в Средней Азии оросительные системы представляют собою в большинстве весьма несовершенные туземные сооружения, нецелесообразно расходующие воду и нуждающиеся в коренном переустройстве и улучшении, вновь проектируемая ирригационная система для Голодной Степи стремится

to which the problem of supplying the region under irrigation with human material is predetermined and directed; as on the correct and successful solution of this problem it is just as dependent, in the long run, as on the technical side of the project. Therefore these questions — the number and character of the future population of the Golodnaya Steppe, the rate of its being peopled, the problem of the mechanization of work, organization of railways, exchange, the question of the development of industrial centres, etc. — were submitted to a detailed study, and as it will be later seen, the project considers it possible to offer suggestions and make estimates, step by step, on the solid basis of these premises only.

The economic knowledge of the object of the irrigation is the key of the whole enterprise; this same knowledge avoided the always possible in large circles, but in reality erroneous suggestion that irrigating small areas situated within the limit of the existing system is more advantageous than irrigating new extensive lands. On the other hand, many are used to considering, the oldest irrigated regions (in particular Fergana region) as the regions of undoubtedly the first turn irrigation work, as here for centuries all favourable conditions have been prepared in order to encourage the most successful development of the productive force of Turkestan.

But it is necessary to note that the desired maximum stimulation of the productiveness of the already existing irrigation regions usually meets on its way with serious impediments arising from the complexity of economical customs and land-law conditions of life which shaped themselves in the course of history. It is quite the reverse in respect to all the new districts of colonization, as here we meet with exceptionally favourable conditions in this respect, as modern economic customs generating in them are free from inert succesion and are most apt to adopt rational forms of economy.

Therefore, if for example it were necessary to form in a short time exeptionally profitable conditions for productions within the limits of the far long past populated Turkestan, it could be foresaid that the problem would be insoluble: all customs of life of the region with their peculiar survivals, all the irrigation systems, all the land ownership — would have to be re-built anew. It is evident that without lengthy preparations it is impossible to do this, whilst the same can be easily attained in the case of the work being done up to now unoccupied regions apt to acquire the necessary or desired features of the plans suggested.

Besides this, the virgin soil of the new populated districts owing to its higher outputs, in the first few years present especially favourable conditions for strengthening and developing the economy, just in those first years of its settling when it requires, in particular, support and help from outside. Then also the considerable extensiveness, a more improved, than usual, equipment of the territory (in respect to irrigation systems, which has a particular importance) and those pioneer organizing forces, which are always with the population, colonizing the up to now waste lands, all these determine the best — comparatively — productive results.

Later on will be cited, that the existing young Golodnaya Steppe farms have considerably more capital in dead stock and cattle than the old Fergana ones. The local native population concentrated on quite insignificant, in size, allotments is obliged to expend needlessly an excessive amount of its own muscular strength on a unit of area, which becomes instilled in all its life organization, and passing from generation to generation, causes its economic evolution to succumb but slightly to progressive principles. Of course a low profitableness of farming and a hard receptivity of general culture is connected here to; all the history of the colonization processes shows that the maximum attainments in the culture-economy belong namely to regions of recent settlement.

In relation to the Golodnaya Steppe the aforesaid can be confirmed by the quick growth of the cotton area, reaching, as mentioned before, in 1927/28 up to 70 per cent of the total area under crops and also by the example of the lowest self-cost of raw-cotton received in this new region in comparison to the old cotton regions.

Thus different sides of the Golodnaya Steppe economics are characterized by a manifestly positive sign: some of them come from physicogeographical conditions, the others — on the line of organization of economics namely on the new territory. In connection with this it is interesting to turn the general economic evolution of the Go-

воплотить в жизнь достижения современной гидротехники, обеспечивающие ее возможно лучшее использование и результатность, и в этом отношении сыграет культурную роль по подъему уровня местной ирригации.

Не меньшее значение проект уделяет также, как уже отмечено, предварительному изучению той хозяйственной и экономической обстановки, которой предопределяется и направляется проблема загрузки орошаемого района человеческим материалом; от правильного и успешного разрешения этой проблемы, в конечном результате, зависит, во всяком случае, не меньше, чем от технической стороны проекта. Поэтому вопросы численности и характера будущего населения Голодной Степи, темп ее заселения, проблема механизации работ, организация путей сообщения, обмена, вопросы развития промышленных центров и проч., — все эти вопросы подверглись тщательному изучению, и только на твердой почве этих предпосылок, как видно будет из последующего изложения, проект считает возможным, шаг за шагом, строить свои предположения, вести свои расчеты.

Экономическое познание объекта ирригации — ключ к успеху всего предприятия; тем же познанием предупреждается и всегда возможное в широких кругах, но ошибочное по существу предположение о как бы преимущественности орошения не новых крупных площадей, а более мелких, в пределах существующих систем. С другой стороны, многие привыкли считать издавна орошенные районы (в частности Ферганский) районами заведомой первоочередности всяких ирригационных действий, так как здесь как бы веками уже приготовлена почва для пышного и наилучшего расцвета производительных сил Туркестана.

Но нужно заметить, что желательное максимальное стимулирование производительности районов уже существующего орошения обычно встречает на своем пути не малые преграды, порождаемые всей совокупностью сложившегося здесь исторически хозяйственного быта и земельно-правового уклада. Напротив, исключительно выгодные с этой стороны условия имеются налицо во всех вновь заселяемых местностях, ибо образующийся в последних новый хозяйственный быт, чуждый косной преемственности, наиболее восприимчив к усвоению рациональных форм хозяйствования.

Поэтому, если бы, например, потребовалось срочно создать особо выгодную производственную обстановку в пределах издавна населенного Туркестана, то наперед можно сказать, что задача оказалась бы невыполнимой: весь жизненный уклад района со свойственными ему пережитками, все ирригационные системы, все землепользование — пришлось бы перестраивать заново. Очевидно, без длительной подготовки благоприятной к тому конъюнктуры сделать это немыслимо, тогда как то же самое легко достижимо в условиях свободности того фона, на котором нужно или желательно нанести те или иные, строго целевые узоры.

Более того, девственные почвы вновь заселяемых местностей уже сами по себе, благодаря своей повышенной урожайности в течение ряда первых лет, создают особо благоприятные условия для укрепления и развития хозяйства как раз в те первоначальные годы становления, когда оно особенно нуждается в поддержке и помощи извне. Затем, значительный простор, более усовершенствованные, обычно, оборудования территории (когда дело касается ирригационных систем, то это обстоятельство приобретает особо существенное значение) и то пионерское творческое начало, которое всегда сопрягается у населения с освоением дотоле пустынных земель, — все это обусловливает и лучшие, сравнительно, производственные результаты.

Ниже мы встретимся с фактом значительно большей насыщенности существующих молодых голодностепских хозяйств (перед старыми ферганскими) капиталом в мертвом инвентаре и в скоте. Местное коренное население, сконцентрированное на ничтожных по своим размерам наделах, безнадежно вынуждается затрачивать чрезмерное количество своей собственной мускульной силы на единицу площади, что внедряется в весь его жизненный уклад и, переходя от поколения к поколению, делает его хозяйственную эволюцию малоподдающейся прогрессивным началам. Конечно, с этим связывается и малая доходность хозяйства и более трудная восприимчивость к общей культуре; всей историей колонизационных прогрессов доказано, что максимум достижений в культурно-экономической области упадает именно на районы нового освоения.

В отношении собственно Голодной Степи сказанное может быть подтверждено примером быстрого роста хлопкового клина, достигшего, как уже указывалось, в 1927/28 году до 70% от всей посевной площади в Голодной Степи, а также примером наиболее низкой

lodnaya Steppe region of recent years; thereat it must not be forgotten that, if here we speak of a period of 20 or 30 years, other populated regions of Turkestan have economic history of many generations standing.

Thirty years ago, the Golodnaya Steppe as an economic region could be considered in reality as a desert place, as about one and a half thousands of the settled population on the somehow watered districts and a few thousand nomads visiting the Steppe occasionally could not of course put into action its productive forces. The area under cotton was exessively small, even in the first years of the twentieth century and the emigrant farming was correspondingly poor. But, other ten years pass and the Golodnaya Steppe commences to show signs of animation: there could already be counted up to 15 thousand inhabitants, the area sown under cotton increased during this time, in some villages 25 times, and in others 165, and reaches 4,000 hectares.

The influence of the Golodnaya Steppe experimental field can be clearly observed; the glory of some of the pioneer settlers bringing their labour economy, in a short time, up to such a point that it commenced to give about 2,000 roubles of money-profit, is widely spread far beyond the limits of the region. Separate failures and even the land salification of whole villages, which arose in the unsuccessfully chosen places of the north-eastern irrigation system, frighten no one now, the number of villages in the Golodnaya Steppe grow from 11 in 1912 to 35 in 1917, up to 67 three years later, up to 102 in 1923.

The Golodnaya Steppe is now attacked by the aborigenes of the country: out of 40,000 inhabitants, constituting the population of the region [1]), 74.4 per cent refers to the Uzbeks, Kazaks and Tadjiks. The area under cotton increased 317 times (up to 21,570 hectares) in twenty years, making 53.4 per cent of the whole area sown; fallow land on irrigated fields averages but 4.3 per cent which testifies to the intensiveness of the land utilization.

Over 13,000 horses and about 15,000 of black-cattle or 3.82 heads of productive cattle on every farm (estimated in black-cattle units) — this is a capital, that none of the old settled regions of Turkestan can boast of.

The Golodnaya Steppe has now its own capital — Mirza-Chul town, near the station called „Golodnaya Steppe", which is the principal commercial and trading centre of the region; by the census of the year 1925 were registered here 234 trading enterprises including 10 state ones; in pre-revolution times there were also 122 shops here and industrial enterprises. Besides the town mentioned, the Golodnaya Steppe economic life is developed, in general, along the railway, which cuts the Steppe through it from North to South: four large stations (Syr-Dariinskaya, Golodnaya Steppe, Veliko-Alexeievskaya, and Ursatievskaya) connect the Golodnaya Steppe with Tashkent and the European markets, widening in this respect the importance of the local markets, which are specific to a certain degree.

In connection with the colonization of the north-eastern, north-western and central partes of the Golodnaya Steppe, the Central Asiatic Railway will receive very soon an enormous supplementary loading. But independent of this, for the purpose of facilitating the realization itself of the Golodnaya Steppe irrigation project first of all and then for the commodities of the construction work and the population, it seems elementarily profitable to lay a branch railway across the best but somewhat remote part of the Steppe from the Syr-Dariinskaya station in the direction of Djizak. This railway line can in future be lengthened to Djizak and thus straighten put the main line between Tashkent-Krasnovodsk. By this the whole Steppe will be served by a „steel triangle".

The described above modern economic features of the Golodnaya Steppe which exhibits all the signs of an exceptionally quick and stable evolution determine its economical specific weight, on one hand, and the complexity of the irrigation problem, on the other, this problem intending to synthesis of the public economy of the region in its technical equipment. Hence the complexity of the projecf itself, the suggestions of which, as mentioned above, go far beyond the limits of the irrigation work, as such: they have in view a difficult and many-sided problem to create

---

[1]) Data of Central Asiatic Water Economy Department for 1925.

себестоимости хлопка, получающейся в этом новом районе по сравнению со старыми хлопковыми районами.

Итак, отдельные стороны голодностепского хозяйства характеризуются явно положительным знаком: одни из них — за счет физико-географических условий, другие — по линии организации хозяйств именно на новой территории. Интересно в связи с этим коснуться хозяйственной эволюции голодностепского района за последнее время, как целого; при этом не следует однако забывать, что если здесь идет речь о двух-трех десятках лет, то прочие заселенные районы Туркестана имеют многовековую экономическую историю.

Тридцать лет тому назад Голодную Степь, как экономический район, можно было считать, в сущности говоря, пустым местом, так как около полутора тысячи оседлого населения на кое-как поливавшихся участках, да несколько тысяч кочевников, посещавших Степь спорадически, не могли, конечно, привести в действие ее производительные силы. В девятисотых годах мы имели чрезвычайно малую площадь под хлопком и соответственно чахлое переселенческое хозяйство. Но проходит еще 10 лет и Голодная Степь начинает проявлять признаки оживления: в ней насчитывается уже до 15.000 населения, площадь посева под хлопком увеличивается за это время в одних поселках в 25, а в других в 165 раз и достигает уже 4.000 гектар.

Сказывается влияние Голодностепского опытного поля, слава о некоторых пионерах-засельщиках, сумевших довести за короткое время свое трудовое хозяйство до того, что оно начало давать около 2000 руб. денежной доходности, распространяется далеко за пределы района. Отдельные неудачи и даже засоление целых поселков, возникших на неудачно выбранных местах северо-восточной ирригационной системы, уже никого не пугают, число поселков Голодной Степи вырастает с 11 в 1912 году до 35 в 1917 году, до 67 через три года и до 102 в 1923 году.

Теперь Голодную Степь штурмуют уже аборигены края: из состава всего населения района, исчисляющегося уже в 40.000 человек[1]), 74,4% относится к узбекам, казакам и таджикам. Посевная площадь под хлопком увеличивается за двадцать лет в 317 раз (до 21.570 гект.), составляя 53,4% от общей площади посева; пар на поливных землях занимает всего 4,3%, что свидетельствует об интенсивности использования территории. Свыше 13.000 лошадей и около 15.000 крупного рогатого скота или 3,82 головы продуктивного скота на хозяйство (в переводе на крупный), — это капитал, которым не может похвастаться ни один старый оседлый район Туркестана.

Голодная Степь уже имеет свою столицу — гор. Мирзачуль, близ станции „Голодная Степь", являющийся главным торговым и промышленным центром района. По данным переписи 1925 года здесь зарегистрировано 284 торговых предприятия, в том числе 10 казенных; до революции здесь же насчитывалось 122 лавки и промышленных предприятий. Помимо указанного города, голодностепская экономическая жизнь тяготеет вообще к железной дороге, прорезывающей ее с севера на юг; четыре крупных станции (Сыр-Дарьинская, Голодная Степь, Велико-Алексеевская и Урсатьевская) связывают Голодную Степь с ташкентским и европейским рынками, восполняя в этом отношении значение местных базаров, до известной степени специфицированных.

Средне-Азиатская железная дорога, с заселением северо-восточной, частично северо-западной и центральной частей Голодной Степи, быстро получит громадную дополнительную нагрузку. Но независимо от этого, в интересах прежде всего облегчения самого осуществления Голодностепского оросительного проекта и обслуживания как строительства, так и населения, представляется элементарно выгодным пересечь лучшую, но несколько отдаленную часть Степи, ныне предположенную к орошению, подъездным железнодорожным путем от ст. Сыр-Дарьинской в направлении на Джизак. В будущем этот путь можно будет продолжить на Джизак и тем самым спрямить магистраль Ташкент-Красноводск. Тогда вся Степь будет обслуживаться стальным треугольником.

Сказанным о современном экономическом облике Голодной Степи, являющем все признаки исключительно быстрой и прочной эволюции, определяется, с одной стороны, ее удельный экономический вес, с другой — сложность ирригационной проблемы, имеющей синтезировать в техническом оборудовании района всю сущность его народного хозяйства. Отсюда — сложность самого проекта, предположения которого, как уже упомянуто выше, выходят далеко за пределы собственно ирригационных работ, как таковых: они имеют

[1]) Данные Ср.-Аз. Управления Водного Хозяйства за 1925 г.

elif there, where now reigns the peace of desert plains and to harmoniously coordinate this new life with that which has already manifested its tendencies and directions on a small settled part of the Steppe. Here the irrigation system forms but the back-ground, the origin of a whole series of most diverse technical, financial-economical and administrative measures interlaced in one organically tied knot: the construction problem is here closely connected with the organization and exploitation problems and requires an enlightenment from all points of view. The powerful impulse given by the State by irrigation construction work penetrating gradually into the mass of the population ought naturally to lead, in the course of social progress, to self-activity and to the energetic economic work of the population organized on the principle of cooperation for whom irrigation is the best stimulating factor.

The Golodnaya Steppe irrigation project provides for all possible sides of social life, but it has no pretensions of being absolutely categorical. Its estimations are conventional so far as required by life itself; going upon the worst suppositions, it gives in its economic part a whole series of exhibitive variants, which prove that even under the least favourable conditions, the project is extremely profitable. By such an approach the project is guaranteed of having, as far as possible, a serious state significance.

It is not surprising therefore that the first Congress of the Cotton organization in December 1925 and the Central Asia Agricultural Congress of 1926, spoke out so unanimously for the quickest possible irrigation of the Golodnaya Steppe.

в виду трудную и многогранную задачу — создать жизнь там, где сейчас царит покой пустынной равнины, и гармонически скоординировать эту новую жизнь с той, которая уже обнаружила свои тенденции и направления в небольшой обжитой части Степи. Ирригационная система составляет здесь только основной фон, исходное начало целого ряда самых разнородных технических, финансово-экономических и административных мероприятий, сплетенных в один, органически связанный узел: строительный момент здесь тесно соприкасается с моментами организационно-эксплоатационными и требует всестороннего их освещения. Мощный толчок, данный государством в виде ирригационного строительства, передаваясь постепенно вглубь людской толщи, должен естественно привести, в порядке социального прогресса, к самодеятельности и энергичной хозяйственной работе населения, объединенного кооперативным началом, для которого ирригационное хозяйство является лучшим стимулирующим фактором.

Проект орошения Голодной Степи предусматривает, по возможности, все стороны организации здесь общественной жизни, но он не претендует на категоричность. Его расчеты условны в той мере, в какой этого требует сама жизнь: исходя из худших предположений, он дает, в своей экономической части, ряд показательных вариантов, при чем оказывается, что и при наименее благоприятных условиях проект все же чрезвычайно в итоге выгоден. Такого рода подходом за проектом обеспечивается, по возможности, база объективной реальности и серьезного государственного значения.

Неудивительно поэтому, что и первый съезд агроработников хлопковых организаций в декабре 1925 года, и Средне-Азиатский Сельско-Хозяйственный съезд 1926 года столь единодушно высказались за скорейшее орошение Голодной Степи.

---

CHAPTER I.

## The geographical position, topography and geological description of the Golodnoya Steppe.

The geographical position of the Golodnaya Steppe.

The Golodnaya Steppe is the name given to the vast plain with an approximate area of 1,000,000 hectares, stretching between 40° and 41° of N. latitude, and 37° and 39° of E. longitute. As regards altitude above the sea-level the different parts of the Steppe are characterized by the heights from 230 to 384 meters above the ocean level.

The Golodnaya Steppe is bordered on the North and East by the Syr-Daria river, and on the West and North-West by the vast sandy desert Kizil-Kum and the lake Tuz-Kane, on the South-West by the Pistali-Tau and Balikli-Tau mountains, and on the South by the northern slopes of the Turkestan ridge. When looked at on the map the Golodnaya Steppe forms a triangle, the apex of which is located between the Kizil-Kum and the Syr-Daria river and the base adjoins the northern slopes of the Turkestan ridge.

The Golodnaya Steppe is situated among the three richest oases: Tashkent, Fergana and Samarkand which are the main centres of industry and trade of Turkestan. The Golodnaya Steppe is intersected by two railroads: Tashkent-Samarkand and its branch-line Ursatievskaya-Andijan.

The torography of the country bordering on the main plateau of the Golodnaya Steppe.

The valley of the right bank of the Syr-Daria river opposite the Golodnaya Steppe is fringed by the south-western slopes of the Talass Ala-Tau, Pskem and Chatkal mountains, the low ridges of which approach Syr-Daria river and hence the borders of the Golodnaya Steppe itself in its two extreme points: on the North-West at Chardara and on the South-East at Farkhat, thus forming two definite points on the river — at the beginning of the Steppe and at the end of it. From the Farkhat rocks, along the right bank of the river, upstream, there are the Mogol-Tau ridges running up to the town of Khodjent, now closely approaching the river, now again deviating from its course. From Khodjent up to Zaporojie village the valley of the left bank of the Syr-Daria forms a narrow strip of steppe about 20 kilometers wide, extensively irrigated by the numerous „aryks" with manifold ramifications issued from the mountain rivulets Ak-Su, Khadja-Bakirgan and Shirin-Say. The country is slightly hilly close to the small mountains of Shirin-Say which begin a little below the village of Kurkat and running nearly up to the station Khilkovo of the Central Asiatic Railway.

This narrow valley forms a sort of corridor joining the valley of Fergana with the Golodnaya Steppe. The valley presents interest in view of the fact that all the existing projects of irrigating the Golodnaya Steppe have foreseen the necessity of laying out the head portions of the main canals in this part of the country. Owing to the fact that the Syr-Daria flows here with a considerable fall (about 18.5 meters) along the distance of 24.5 kilometers from Kaznak to the Zaporojie village and has many reaches where the bed of the river and its banks are stable which cannot be met with lower down the river, all the different variants of irrigation of the Golodnaya Steppe pointed to the necessity of constructing the head works just in the region of the above-mentioned reach of the river.

ГЛАВА I.

## Географическое положение, рельеф и геологическое описание Голодной Степи.

**Географическое положение Голодной Степи.**

Голодной Степью называется обширная равнина площадью около 1.000.000 гектар, расположенная между 40° и 41° северной широты и 37° и 39° восточной долготы. В высотном отношении различные части Степи характеризуются отметками от 230 *м* до 384 *м* над уровнем океана.

Голодная Степь ограничена с севера и востока рекой Сыр-Дарьей, с запада и с северо-запада — обширной песчаной пустыней Кызыл-Кум и озером Туз-Кане, с юго-запада — горами Пистали-Тау и Балыклы-Тау и с юга — северными отрогами Туркестантского хребта. На карте Голодная Степь представляет собой как бы треугольник, вершина которого находится между Кызыл-Кумами и р. Сыр-Дарьей, а основание прилегает к склонам северных предгорий Туркестанского хребта.

Голодная Степь находится между тремя богатейшими оазисами — Ташкентским, Ферганским и Самаркандским, являющимися главными центрами хозяйственной жизни Туркестана. Она пересечена железнодорожной магистралью Ташкент — Самарканд и ее ответвлением Урсатьевская — Андижан.

**Рельеф местности, ограничивающей основное плато Голодной Степи.**

Правобережную долину реки Сыр-Дарьи против Голодной Степи окаймляют юго-западные ответвления Таласского Алатау, Пскемские и Чаткальские горы, отроги которых приближаются к реке Сыр-Дарье, а следовательно и к границам Голодной Степи, в двух крайних пунктах Степи, на северо-западе у Чардары и на юго-востоке у Фархат, образуя два закрепленных пункта на реке, в начале Степи и в конце ее. Начиная от Фархатских скал, по правому берегу, вверх по реке, тянутся отроги Могол-Тау вплоть до гор. Ходжента, то вплотную приближаясь к реке, то несколько удаляясь от нее. От Ходжента до поселка Запорожского левобережная долина р. Сыр-Дарьи представляет узкую полосу степи шириной до 20 *км*, сплошь орошенную веерами арыков, выведенными из горных речек Ак-Су, Хаджа-Бакырган и Ширин-Сай, и лишь слегка всхолмленную вплоть до небольших гор Ширин-Сая, начинающихся немного ниже кишлака Куркат и идущих почти до ст. Хилково Средне-Азиатской жел. дор.

Эта узкая долина является как бы корридором, соединяющим Ферганскую долину с Голодной Степью; она представляет интерес в виду того, что все возникавшие предположения об орошении Голодной Степи предвидели необходимость проложения головных участков магистральных каналов по указанной местности. Благодаря тому, что река Сыр-Дарья протекает здесь с большим падением (около 18,5 *м*) на протяжении 24,5 *км* от Казнака до пос. Запорожского и имеет много участков с устойчивым руслом и берегами, чего нельзя встретить ниже по реке, все варианты орошения Голодной Степи признавали необходимым устройство головных сооружений именно в пределах указанного участка реки.

Выше описанная узкая долина на западе переходит, постепенно расширяясь, в Голодную Степь или, вернее говоря, в южную пограничную полосу основного массива Голодной Степи, прилегающую к склонам предгорий Туркестанского хребта и представляющую собою покатую равнину в направлении на север и северо-запад. Здесь встречаются группы холмов и отдельные холмы — отроги Туркестанского хребта, отделенные

The above-mentioned narrow valley is gradually widening on the West into the Golodnaya Steppe, or better speaking, into the southern border line of the main „massif" of the Golodnaya Steppe which adjoins the slopes and branches of the Turkestan ridge and presents an inclined plain in the direction of N. and N.-W. Here one can meet with groups of hills as well as with isolated hills separated from each other by dry beds of streams („say") which run in the N.-E., N., and N.-W. directions and present the final ramifications of distant mountain streams and rivulets of the Turkestan ridge. This sort of dry beds commonly end in saline depressions. In the western part of the southern border of the Steppe flows a rivulet Kly with its course from S.-E. to N.-W. as well as a dry river-bed Tokur-Say; the valleys of the Kly and the Tokur-Say are slightly hilly with the direction towards the lake of Tuz-Kane. To the West of these valleys there is a mountain chain of Balikli-Tau. It is worthy of note that the country does not rise gradually with the approach to this ridge. Farther North, along the western boundary of the Golondaya Steppe, the surface changes, the topography becomes undulated and folds and hills formed by sands and sandy loams appear. Among them stretch the tracts of saline depressions, so called „Shori" or „Sori", chiefly in the direction from S.-W. to N.-E. and partly from S. to N. The quantity of elongated sandy dunes („barkhans") increases as one approaches the sands of the Kizil-Kum. The saline depressions on the skirts of the Kizil-Kum pass into well defined Arna-Say depression which joins the Syr-Daria river slightly above Chardara. At the extreme south-westerly corner of the Steppe the saline depressions form an enclosed, low lying tract and reach the salt lake of Tuz-Kane.

The north-eastern boundary of the Steppe is formed by a strip of low lands along the Syr-Daria river so called „tugai", covered by numerous lakes and remnants of ancient channels of the river.

Turning to the main plateau of the Golodnaya Steppe, which, properly speaking, is the object of irrigation and has a flat surface with a slight incline towards the North and the North-West, it is necessary to take note of the following peculiarities of its topography which determine the main features of the system of the irrigation canals.

The chief incline of the Golodnaya Steppe is in the direction from S.-E. to N.-W, i. e. from the low ridges of the Turkestan chain to the Kizil-Kum and the Syr-Daria river. The highest points of it are in the south-eastern part of the Steppe, where the tract along the Central Asiatic Railway line is characterized by the elevations 375—385 meters (175 — 180 sagenes) above the ocean level. The lowest points of the Steppe are located in the north-western and western parts about Arba-Keldi and Tuz-Kane (230 — 240 meters). The average fall of the Steppe is estimated at 0.004 — 0.003 meters to every meter of its southern part and 0.002 — 0.0015 meters of its northern part.

Upon the whole surface of the plain two watershed lines are to be distinguished: 1) the central watershed line beginning at the Nikolsky village and running nearly parallel to the course of the Syr-Daria river in a north-westerly direction, past the Golodnaya Steppe station, towards the sands of Kizil-Kum, and 2) the eastern watershed line stretching from the Konnoguardeisky village along the river valley and forming a steep incline on the outskirts of the main Golodnaya Steppe plateau which forms the precipitous of about 15 meters high ancient bank of the river so called „Kiat".

Between the extreme southern elevated tract of the Steppe (which adjoins the slopes of the Turkestan ridge) and the above mentioned central watershed line lies the main depression which divides the Golodnaya Steppe into two parts. It begins with the depression Jetty-Say which changes into a lake-shaped depression Sardoba and farther continues along the gully through the plot of land called Karoy and then in a N.-W. direction towards the Kizil-Kum where it joins the Arna-Say, which, as already mentioned, opens on to the Syr-Daria river. The other depression lies between the central and the eastern watershed line; it is not so marked at the Konnoguardeisky and turns into the Shur-Uziak gully at the Balasalik hill, intersecting the Central Asiatic Railway and forming near the Syr-Dariinskaya station several branches gradually changing into low lying depressions.

**Geology and petrography of the mountains surrounding the Golodnaya Steppe.**

Turning to the investigation of the formations which build up the Golodnaya Steppe and of their origin it is necessary to determine first of all the petrographical nature of those mountains between which, as has been pointed out, is situated the plateau of the Steppe, as there can be no doubt whatever that the debris and fragments of the said rid-

друг от друга сухими руслами потоков (саями), идущими в с.-в., с. и с.-з. направлениях и представляющими из себя концевые разветвления отдаленных горных речек и потоков (Туркестанского хребта). Такого рода сухие логи заканчиваются обычно в солончаковых понижениях. На западе южной окраины Степи протекает неболь шой ручей Клы, имеющий направление с ю.-в. на с.-з., а также рядом лежащий сухой лог Токур-Сай; долины Клы и Токур-Сая слегка всхолмлены и направляются к озеру Туз-Кане. Западнее их находится горная цепь Балыклы-Тау. Характерно отметить, что по мере приближения к этому хребту вовсе не замечается сильного постепенного повышения местности. Далее к северу по западной окраине Голодной Степи поверхность изменяется, рельеф становится волнистым и появляются супесчаные и песчаные бугры и гряды. Между ними располагаются солончаковые понижения, так называемые „Шоры" или „Соры", расположенные преимущественно в направлении с ю.-з. на с.-в. и частью с юга на север. Количество песчаных грив увеличивается по мере приближения к пескам Кызыл-Кумов. Солончаковые понижения на границе Кызыл-Кумов переходят в явно выраженное Арна-Сайское понижение, выходящее в туган р. Сыр-Дарьи несколько выше Чардары. В сахой юго-западной окраине Степи солончаковые понижения образуют замкнутое сильно пониженное пространство и переходят в соленое озеро Туз-Кане.

Северо-восточной окраиной Степи является пойма реки Сыр-Дарьи, так называемая тугайная полоса, прорезанная многочисленными озерами и старицами, расположенными вдоль протяжения реки.

Переходя к основному плато Голодной Степи, являющемуся собственно объектом орошения и имеющему наиболее ровную поверхность со слабым уклоном к северу и северо-западу, необходимо отметить следующие особенности его рельефа, предопределяющие основное расположение ирригационных каналов.

Основной уклон Голодной Степи идет с юго-востока на северо-запад, т.-е. от предгорий Туркестанского хребта к Кызыл-Кумам и р. Сыр-Дарье. Высшие точки ее находятся в юго-восточной части, где местность по линии Средне-Азиатской жел. дороги характеризуется отметками в 375 — 385 *м* (175 — 180 саж.) над уровнем океана. Низшие точки Степи в северо-западной и западной частях находятся около Арба-Келды и Туз-Кане (отметки 230 — 240 *м*). Среднее падение выражается в 0,004 — 0,003 *м* на метр в южной и в 0,002 — 0,0015 *м* в северных частях Степи.

На общем равнинном фоне выделяются 2 водораздела: 1) центральный водораздел, начинающийся у поселка Николаевского (Никольского) и направляющийся почти параллельно течению р. Сыр-Дарьи на северо-запад, мимо ст. Голодная Степь, по направлению к Кызыл-Кумским пескам и 2) восточный береговой водораздел, направляющийся от Конногвардейского поселка вдоль речной долины и образующий на границе основного Голодностепского плато и поймы крутой спуск, который переходит в высокий, около 15 *м*, обрыв древнего берега („Кнат").

Между крайней южной возвышенной полосой Степи, примыкающей к предгорьям Туркестанского хребта, и упомянутым центральным водоразделом, расположено главное понижение, разделяющее Голодную Степь на две части. Оно начинается понижением Джиты-Сай, которое переходит в „озерообразное" понижение Сардоба, а затем продолжается размытой ложбиной через урочище Карой, по направлению северо-запада к Кызыл-Кумам, где сливается с Арна-Саем, который, как уже выше упоминалось, выходит к р. Сыр-Дарье. Другое понижение расположено между центральным и восточным водоразделами; мало заметное у Конногвардейского поселка, оно переходит у бугра Бала-Салык в Шур-Узякский лог, пересекающий Средне-Азиатскую железную дорогу и образующий против ст. Сыр-Дарьинская несколько разветвлений, постепенно переходящих в низинные впадины.

**Геологическое строение и петрографический состав массивов, ограничивающих Голодную Степь.**

Приступая к рассмотрению пород, слагающих Голодную Степь, и их происхождения, необходимо выяснить прежде всего петрографический состав тех горных массивов, между которыми, как указано было выше, находится плато Степи, так как не может быть сомнения, что материалом для образования наносов Голодной Степи послужили продукты размывания пород, входящих в состав указанных хребтов. Изучение пород, слагающих горные хребты на правом берегу р. Сыр-Дарьи, имеет несколько меньшее значение, так как в настоящее время продукты размывания уносятся рекой Сыр-Дарьей и на плато Голодной Степи, защищенной высоким обрывистым берегом, но в коем случае

SECTION № 56

РАЗРЕЗ № 56

Locality: 5 kilometers East of the railway station Ursatievskaya.

Местонахождение: в 5 километрах к востоку от станции Урсатьевская.

| Characteristics of the rocks observed. Характеристика пройденных пород | | Section. Разрез | Depth. Глубина залегания (Meters) | Thickness of interlayers. Мощность прослойки (Meters) | Thickness of the main layer. Мощность основ. слоя (Meters) | Notes. Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| The main layer. Основной слой | Interlayers. Прослойки | | | | | |
| *a—c.* Small and large pebbles mixed up with a fine earth mass. Мелкий и крупный галечник с мелкоземистой массой. | *a—b.* Sod layer. Дерновый слой | a | 0.00 | 0.12 | | |
| | | b | 0.12 | | | *b—c.* The coloring of the finely granular part becomes considerably lighter at the depth of 100 *cm* the quantity of roots rapidly decreasing. До глубины 100 *см* цвет мелкозема становится более светлый и количество корней резко уменьшается. |
| | *c—d.* Accumulations of calcium carbonate (loose spots with indefinite contours). Скопления углекислой извести (рыхлые расплывчатые пятна). | c | 0.30 | 0.45 | 1.00 | |
| | | d | 0.75 | | | |
| *e—h.* Large pebbles and grit (stony talus). Крупный галечник (каменная россыпь). | | e | 1.00 | | | |
| | *f—g.* Weak conglomerate. Слабый конгломерат. | f | 1.10 | 0.10 | | |
| | | g | 1.20 | | 0.55 | *g—h.* Particularly large stones appear at the depth of 120 *cm* and lower down. Особенно крупные камни с глубины 120 *см* и ниже |
| | *g—h.* Accumulations of gypsum. Скопления гипса. | | | 0.35 | | |
| | | h | 1.55 | | | |

1. Grit and pebbles prevail in the soddy (up to 70 per cent), the remaining part consists of fine earth parcticles; many roots.

2. No layer has shown any noticeable traces of humidity.

3. Fine earth and pebbles are very rich in carbonates of alkali earths (chiefly in calcium carbonate).

4. Qualitative tests have not discovered the presence of chlorides and of sensible amounts of sulphuric acid, this fact proving the absense of sodium and magnesium sulphates.

1. В дерновом слое преобладает хрящ и галька до 70%, а остальная часть мелкозернистые частицы; очень много корней.

2. Ни один из слоев не обнаруживал заметных следов содержания влаги.

3. Мелкозем и галька чрезвычайно богаты щелочно-земельными карбонатами (главным образом углекислой известью).

4. Качественными определениями в этих почвах не обнаружено содержания хлористых солей и заметных количеств серной кислоты, что служит показателем отсутствия среди сульфатов глауберовой соли и магнезии.

# SECTION № 58

# РАЗРЕЗ № 58

Locality: 17 kilometers East of the railway station Ursatievskaya.

Местонахождение: в 17 километрах к востоку от станции Урсатьевская.

| Characteristics of the rocks observed<br>Характеристика пройденных пород | | Section<br>Разрез | Meters | | | Notes<br>Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| The main layer<br>Основной слой | Interlayers<br>Прослойки | | Depth<br>Глубина залегания | Thickness of interlayers<br>Мощность прослойки | Thickness of the main layer<br>Мощность основ. слоя | |
| | | a | 0.00 | | | |
| *a – d.* Middle-sized and small pebbles.<br>Средний и мелкий галечник. | *a—b.* Sod layer.<br>Дерновый слой. | b | 0.12 | 0.12 | | |
| | *c — d.* Loose spots of lime accumulations.<br>Слабые пятна известковых скоплений. | c | 0.40 | 0.20 | 0.60 | *c — d.* The chief mass consists of carbonates containing rocks.<br>Главная масса из карбонатных пород. |
| *d—e.* Large pebbles.<br>Крупный галечник. | | d | 0.60 | | 0.27 | |
| *e – g.* Loess.<br>Лёсс. | | e | 0.87 | | | |
| | *f—g.* Silt.<br>Ил. | f | 1.05 | | 0.25 | |
| *g — k.* Coarse granular gray lime-stone sand.<br>Крупно-зернистый серый известковый песок | | g | 1.12 | 0.07 | | |
| | *h — i* Yellow sand.<br>Желтый песок. | h | 1.24 | | | |
| | | i | 1.27 | 0.03 | 0.33 | |
| *k — m.* Yellow layered sand.<br>Желтый слоистый песок. | *k — l.* Druses and precipitates of gypsum.<br>Друзы и выделения гипса. | k | 1.45 | | | |
| | | l | 1.55 | 0.10 | | |
| *m — n.* Large pebbles.<br>Крупный галечник. | | m | 1.75 | | 0.30 | |
| | | n | 2.25 | | 0.50 | |

ges constitute the bulk of the deposits of the Golodnaya Steppe. The investigation of the rocks forming the mountain ridges on the right bank of the Syr-Daria river is of less importance as the products of denudation are at present carried away by the Syr-Daria and cannot possibly reach the plateau of the Golodnaya Steppe protected by the precipitous ancient river bank. Notwithstanding that, it is possible that the oro-hydrographical conditions in the Golodnaya Steppe in previous times had been slightly different and in that case there might be some products of denudation found in the lower strata of the plateau of the Golodnaya Steppe.

Granites, syenites and in some parts old orthoclase porphyries constitute the chief bulk of the Pskem and Chatkal mountains. Superimposed upon them above is the carboniferous lime-stone changing below to the devonian; clay-slates rest upon the lime-stone and higher still are the red tertiary conglomerates. As has been pointed out, the Mogol-Tau mountains for the closest approach to the Golodnaya Steppe, constituting the south-eastern extremity of the Chatkal ridge. Syenites, diabases and diabasic porphyries constitute the bulk of their formations. The central part of the Mogol-Tau is built up of granites of two varieties: bright with white field-spar and red with field-spar of red colour. At a distance of 4 kilometers from the Ak-Tash village up the Syr-Daria river, the red granite resting upon the gray granite is clearly visible. The quantity of quartz in granites varies considerably; besides quartz, field-spar and horn-blend form the constituent parts of granites. The south-western extremity of these mountains contain the layers of dark quartz small-grained slate sandstone with a high quantity of oxides of iron on the cleavage faces and free. In many regions the sand-stone is covered with debris of fragments of the same rock cemented by gypsum and clay with considerable quantity of sand. Gypsum is of columnar structure and of pure white colour. Adjoining sand-stone on the East is the ancient palaeozoic crystalline lime-stone. Lower down, under the lime-stone along the river occur the lime-stone pebbles with badly preserved corals. The lime-stone stretches up stream for about 12 kilometers, and farther on the granites come close to the river. The lime-stone and sand-stone are superimposed upon the granites on the South and West, so that if one mounts from the river bank at a right angle to the course of the river where lime-stone comes close to it, granites can soon be met with. If one travels along a line running parallel to the river and at some distance from it, one can observe how the granites are replaced by s nd-stone every 2—3 kilometers (See Plate VI). The eastern part of Mogol-Tau mountains and their southern slopes are intersected by numerous veins of diabase porphyries from hardly noticeable in size to 4 meters in thickness. Besides the veins of diabase porphyries granites are intersected by the layers of fine granular formations with chrystals of calcite. Here and there, upon the south-eastern slopes of the Mogol-Tau there are small openings of white porous rocks which consist chiefly of quartzitum and in a lesser degree of field-spar or calcite as cementing material. Slightly to the North of the Ak-Kutan village, upon the southern slope of the Mogol-Tau, granites are superimposed upon by oyster limestone.

Down the Syr-Daria river from Mogol-Tau the mountains retire from the river and only at Kargali low hills built up of clayish, ochreous, bright red sand come up close to the river. The sand which composes these hills is very fine and is easily carried away by the wind. It is possible that this sand partly supplies the pigment which gives the Kizil-Kum sands, fringing the left bank of the Syr-Daria in this region, their colour. Beyond these sands downstream stretch deposits of clay of grey and violet colour, containing thick layers of gypsum. From under these clays farther below appear red clays also with gypsum which stretch for about 4 kilometers downstream. From under the red clays appear sand-stones which build up low hills lying opposite the ruins of the fortification of Chardara. The sand-stone is rather porous and is easily carried away by the wind which encourages the formation of light yellow „barkhans" (elongated dunes), differing from the red „barkhans" of Kizil-Kum.

The Turkestan ridge stretching along the left bank of the Syr-Daria constitutes the western extension of the Alai ridge. It is chiefly composed of various metamorphic slates covered with thick layers of mountain and silurian lime-stone. Besides, in the eastern portions of the ridge occur granites, hypersthenites, granulites and green-stones. Upon the slopes appear more recent formations such as tertiary, cretaceous and jurassic, but the have considerably suffered from denudation.

попасть не могут. Однако, возможно, что раньше орогидрографические условия в Голодной Степи были несколько иными и в таком случае в глубоких горизонтах пород, слагающих плато Голодной Степи, могут быть продукты размывания и гор на правом берегу реки.

Основным массивом Пскемских и Чаткальских гор являются граниты, сиениты и иногда ортоклазовые порфиры. На них налегают каменноугольные известняки, книзу переходящие в девонские; известняки покрываются глинистыми сланцами и затем красными третичными конгломератами. Наиболее близко к Голодной Степи подходят, как было указано, горы Могол-Тау, представляющие юго-западную оконечность Чаткальского хребта, в каковых наиболее развиты сиениты, диабазы и диабазовые порфиры. Центральную часть Могол-Тау составляют граниты двух разновидностей: светлый с белым полевым шпатом и красный с полевым шпатом красного цвета. В 4-х километрах от кишлака Ак-Таш вверх по р. Сыр-Дарье ясно видно, как красный гранит налегает на серый. Количество кварца в граните меняется довольно сильно; кроме него в состав гранитов входит полевой шпат и роговая обманка. Юго-западную оконечность этих гор составляют темные кварцевые мелкозернистые сланцевые песчаники, сильно проникнутые окислами железа по плоскостям наслоения и в отдельности. Во многих местах песчаники покрыты отсыпями, состоящими из щебня той же породы, сцементированного гипсом и глиной с большим содержанием песка. Гипс имеет столбчатую структуру и чистый белый цвет. К песчаникам с востока примыкают древние палеозойские кристаллические известняки. Ниже этих известняков по течению реки попадается известковая галька с плохо сохранившимися кораллами. Известняки тянутся вверх по течению р. Сыр-Дарьи на 12 *км*, а дальше к реке подходят граниты. Известняки и песчаники плащеобразно облегают граниты с юга и запада, так что если в каком-нибудь месте, где к реке подходят известняки, подняться перпендикулярно к течению реки выше в горы, то вскоре встретятся граниты. Если же ехать параллельно реке, поднявшись несколько в горы, то мы будем наблюдать смену гранитов известняками через каждые 2 — 3 *км* (см. таблицу VI).

Восточная часть гор Могол-Тау и южные склоны их прорезаны многочисленными жилами диабазового порфира, от едва заметных до 4 *м* толщиной. Кроме жил диабазового порфира, гранит прорезают еще жилы чрезвычайно тонко-зернистой породы с кристаллами кальцита. Кое-где на юго-восточном склоне Могол-Тау есть небольшие выходы белой ноздреватой породы, состоящей главным образом из кварцита и в меньшем количестве из полевого шпата или кальцита в виде цемента. Несколько севернее кишлака Ак-Кутан, на южном склоне Могол-Тау, на гранит непосредственно налегают устричные известняки.

Вниз по р. Сыр-Дарье от Могол-Тау, горы отступают от реки и только в урочище Каргалы небольшие холмы, сложенные из глинистого охристого ярко-красного песка, подходят вплотную к реке. Песок, слагающий эти холмы, очень мелок и легко разносится ветром. Возможно, что этот песок отчасти дает пигмент, окрашивающий Кызыл-Кумские пески, здесь вплотную подходящие к левому берегу р. Сыр-Дарьи. Ниже по течению реки за этими песками идут глины серого и фиолетового цвета, содержащие большие прослойки гипса. Из-под этих глин еще ниже выходят красные глины, также с гипсом, тянущиеся на 4 *км* вниз. Из-под красных глин выходят песчаники, слагающие небольшие холмы, лежащие против развалин укрепления Чардара. Песчаник довольно рыхлый и развевается ветром, образуя местами барханы светло-желтого цвета, отличающиеся от красных Кызыл-Кумских.

Находящийся на левой стороне от реки Сыр-Дарьи Туркестанский хребет представляет собою западное продолжение Алайского хребта. В состав его входят главным образом метаморфическое сланцы, прикрытые большими толщами горных и силурийских известняков. Кроме того, в восточных частях его выступают граниты, гиперстениты, гранулиты и диориты. На склонах появляются более новые образования, как третичные меловые и юрские, но они сильно размыты.

Из отрогов Туркестанского хребта ближе всего примыкает к южной окраине Голодной Степи ветвь Мальгуазор, которая, дойдя до г. Джизака, поворачивает к северо-западу и называется здесь Нура-Тау; она состоит из более новых отложений меловых и третичных, представленных известняками, гипсами и песчаниками; центральная ее часть сложена древними известняками и небольшими выходами гранитов и оливиновых пород.

С юго-запада Голодную Степь ограничивают, как уже было сказано, горы Пистали-Тау и Балыклы-Тау, образованные мраморовидным известняком палеозойского возраста

SECTION № 54

РАЗРЕЗ № 54

Locality: 16 kilometers South of the Golodnaya Steppe railway station.

Местонахождение: в 16 километрах к югу от станции Голодная Степь.

| Characteristics of the rocks observed<br>Характеристика пройденных пород | | Section<br>Разрез | Depth<br>Глубина залегания | Thicknes of interlayers<br>Мощность прослойки | Thickness of the main layer<br>Мощность основ. слоя | Notes<br>Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| The main layer<br>Основной слой | Interlayers<br>Прослойки | | Meters | | | |
| *a — b.* Coarse gray humid sand.<br>Крупный, серый влажный песок. | | a | 0.00 | | 0.10 | |
| *b — c.* Sticky silty clay.<br>Вязкая, иловатая глина. | | b | 0.10 | | 0.10 | *a—b.* Salt crust from 1 to 2 *мм* thick.<br>Солевая корка в 1—2 *мм.* |
| *c — d.* Coarse gray sand.<br>Песок крупный, серый. | | c | 0.20 | | 0.10 | *b—c.* Humid saliferous, finely layered.<br>Влажная, солеиосная и тонко слоистая. |
| *d — e.* Finely-layered clay (silt).<br>Тонко-слоист. глина (ил). | | d | 0.30 | | 0.26 | *c — d.* Saliferous, humid.<br>Соленосная, влажная. |
| *e — f.* Coarse gray sand.<br>Песок крупный серый. | | e | 0.56 | | 0.07 | *h — l.* Clay with abundant druses and aggregates of gypsum.<br>Глина, переполненная гипсовыми сростками и друзами. |
| *f — g.* Sticky clay.<br>Глина вязкая. | *i — k.* Druses and aggregates of gypsum.<br>Друзы и гипсовые сростки. | f | 0.63 | | 0.07 | *n—o.* Light chocolate coloured with aggregates and druses of gypsum.<br>Светло-шоколадного цвета с гипсовыми сростками и друзами. |
| *g — h.* Coarse gray sand.<br>Песок крупный серый. | | g h | 0.70<br>0.73 | | 0.03<br>0.52 | *p—r.* Light chocolate coloured with aggregates and druses of gypsum.<br>Светло-шоколадного цвета с гипсовыми сростками и друзами. |
| *h — l.* Sticky silty clay.<br>Глина, вязкая иловатая. | | i | 1.10 | 0.10 | | |
| *l—m.* Sand.<br>Песок. | | k | 1.20 | | | |
| *m—n.* Clay.<br>Глина. | | l | 1.25 | | 0.19 | |
| *n—o.* Layered silty clay.<br>Слоистая, иловатая глина. | | m | 1.44 | | 0.02 | |
| *o — p.* Fine sand overlying clay which is underlain by coarse sand.<br>Песок тонкозернистый, переходящий в глину, а потом в песок крупнозернистый | | n | 1.46 | | 0.24 | |
| *p—r.* Layered clay.<br>Глина слоист. | | o | 1.70 | | 0.60 | |
| | | p | 2.30 | | 0.10 | |
| | | r | 2.40 | | | |

The whole section is very humid. Immence salt-contents. The amount of chlorides is uncommonly great.

Весь разрез очень влажен. Содержание солей громадно. Количество хлористых солей необычайно велико.

# SECTION № 22
# РАЗРЕЗ № 22

Locality: 4 kilometers to the NW of the Syr-Darlinskaya station.
Местонахождение: в 4 километрах на с.-з. от ст. Сыр-Дарьинская.

| Characteristics of the rocks observed<br>Характеристика пройденных пород | | Section<br>Разрез | Meters<br>Depth Глубина залегания | Thickness of interlayers Мощность прослойки | Thickness of the main layer Мощность основ. слоя | Notes<br>Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| The main layer<br>Основной слой | Interlayers<br>Прослойки | | | | | |
| *a—c.* Clay of grayish-brownish yelow colour.<br>Глина серо-буровато-желтого цвета. | *a — b.* Soddy layer.<br>Дерновый слой | a<br>b | 0.00<br>0.15 | 0.15 | | *a — b.* Compact stratified.<br>Плотн. слоеватый.<br>*b—c.* Soft sandy mass.<br>Масса мягкая, песчанистая. |
| *c—d.* Loam.<br>Суглинок. | | c | 0.50 | | 0.50<br>0.20 | |
| *d — e.* Clayey layer.<br>Глинистый слой. | | d | 0.70 | | 0.40 | *d—e.* Precipitates of gypsum in the form of druses and accumulations.<br>Выделения гипса в виде друз и скоплений. |
| *e—f.* Layered sandy deposits with lentils and spots of clay.<br>Слоисто-песч. пор. с линзами и пятнами глины | | e | 1.10 | | 0.35 | *e—f.* Few accumulations and druses of gypsum.<br>Гипсовых скоплений и друз здесь мало. |
| *f—g.* Sticky clay.<br>Вязкая глина. | | f | 1.45 | | 0.10 | *f—g.* Gypsiferous.<br>Гипсоносная. |
| *g—h.* Pure gray sand.<br>Чистый серый песок. | | g | 1.55 | | 0.40 | *g—h.* Small lentils of brown clay.<br>Мелкие линзы бурой глины. |
| *h — i.* Sticky layered silty clay.<br>Вязкая слоистая иловатая глина. | | h | 1.95 | | 0.70 | *h—i.* Clay with rusty-coloured and blue spots. Many druses and accumulations of gypsum.<br>Глина с ржавыми и голубыми пятнами. Масса друз и скоплений гипса. |
| *i.* Gray sand.<br>Серый песок. | | i | 2.65 | | | |

Very dry mass to the depth of 0.50 meters, deeper becoming humid.

До 0,50 метра масса очень сухая, ниже влажная.

Among the smaller ridges branching off the Turkestan chain the Malguazor closely approaches the southern boundary of the Golodnaya Steppe, and on reaching Djizak, turns in a north-westerly direction and is here called Nura-Tau; it is built of more recent cretaceous and tertiary formations, represented by lime-stone, gypsum and sand-stone,; the central part of the ridge is composed of ancient lime-stone and small outcrops of granites and olivine rocks.

As has already been mentioned, the Golodnaya Steppe is fringed on the South-West by the mountains Pistali-Tau and Balikli-Tau built up of marble lime-stone of palaeozoic age. The mountains of Pistali-Tau rise abruptly from the plain without having any slopes (their average height is 150—200 meters). The rocks are broken up by crevices separating their mass into layers of various orientations.

In the south-eastern corner of the Golodnaya Steppe at the gorge connecting this Steppe with Fergana, the characteristic features of formations are the following: beyond the hills of tertiary and diluvial conglomerates occur light yellow oyster lime-stone upon which rest fairly thick layers of pure red clay and farther away begins a high crest of crystalline lime-stone below the carboniferous age; at some says (gullies) below the layers of red clay, gray and red marls with interlayers of differently coloured clay are met with. The mountains of Shirin-Giz at the western end of this gorge differ considerably from the slopes of the Turkestan ridge and in a still greater degree from the Mogol-Tau mountains.

They are built up of sand-stone badly cemented and are preserved from denudation by the thin layers of conglomerates, which vary in hardness even in the same layer. Here and there in sand-stone rocks layers of cemented pebble are to be found.

It is clear from the above description that the rocks upon the slopes of the ridge have greatly suffered from denudation, and this fact entirely confirms the above mentioned point of view as regards the carrying away by the river of the debris of rocks from the mountains down into the Steppe.

Besides one has to note that the described rocks forming the above mentioned mountains constitute a rich source of salts.

**The geological structure of the rocks building up the main plateau of the Golodnaya Steppe.**

Turning to the investigation of the structure of those rocks which build up the plateau of the Golodnaya Steppe, it is, first of all, necessary to point out that the primary strata lie here at a considerable depth. In the central part of the Steppe at a depth of over 125 meters, the post-tertiary deposits are still to be found. The natural uncovering of the primary strata is not to be found in the Golodnaya Steppe. That is the reason why one can have an idea of them only by examining their exits far away to the North-West, in the Kizil-Kum, as well as upon the slopes of the described ridges.

In view of the fact that the slopes of the Turkestan ridge descending towards the Golodnaya Steppe are covered with cretaceous and tertiary deposits and in the Chatkal and Mogol-Tau with the deposits of the same age and of similar petrographical composition, one may infer that the primary rocks of the Golodnaya Steppe are cretaceous and tertiary deposits represented by red conglomerates, lime-stone, gypsum and sand-stone.

Resting upon the primary rocks are thick layers of pebble, clay and silt deposits. The sections of the different regions of the Golodnaya Steppe are given here for a more detailed investigation of the structure of the plateau. It has been found that the structure of the surface layers is not everywhere homogeneous and one can differentiate the following regions of the Golodnaya Steppe as regards the characteristics of its topography.

1. The southern boundary of the Steppe which may be characterized as regards the topography as an undulated inclined plain with elongated in the direction of the rivulets (running down the slopes of the Turkestan ridge) low and wide pebble folds and depressions is built up of alternating layers of pebble, sands and sandy clay. Pebbles protrude towards the North in the direction of the mountain streams. The described formations point to the agency of preluvial processes in the building up of the above mentioned deposits. Farther away to the North, the pebbles, it seems, sink deeper down (See Plate I Section № 56 and Plate II Section № 58).

2. Saline („solonchak") depressions of Jetty-Say, Sardoba, Shori or Sori and the depressions North-West of the lake Tuz-Kane, form a strip intersected here and there by small gullies and probably are the old beds of mountain streams. The layers of silty-clay deposits alternate here with gray fine and coarse sand appearing at a depth of 2 meters

Горы Пистали-Тау сразу подымаются в совершенно ровной местности без всяких признаков предгорий (средняя высота их 150—210 *м*). Скалы разбиты трещинами, разделяющими породу на плиты с разнообразной ориентировкой.

В юго-восточном углу Голодной Степи, у горловины, соединяющей эту степь с Ферганой, характер пород следующий: за холмами третичного и дилювиального конгломерата идут светло-желтые устричные известняки, на которых залегают довольно мощные слои чистой красной глины, а далее начинается высокий гребень кристаллического известняка ниже каменоугольного возраста; по некоторым саям можно найти серые и красные мергеля, с прослойками глин разнообразных цветов. Стоящие у западного конца этой горловины горы Ширин-Гиз довольно резко отличаются как от предгорий Туркестанского хребта, так и еще более от гор Могол-Тау. Сложены они из песчаников, довольно плохо сцементированных, и предохранены от размыва небольшими прослойками конгломерата, весьма изменчивого по твердости даже в одной и той же прослойке. Кое-где в песчанике видны прослойки сцементированной гальки.

Из приведенного описания видно, что породы на склонах хребтов сильно размыты и это всецело подтверждает высказанное выше положение о выносе водой материалов с гор в Степь. Кроме того, нельзя не отметить здесь же, что перечисленные породы, составляющие описанные горы, являются богатым источником солей.

**Геологическое строение пород, слагающих основное плато Голодной Степи.**

Переходя теперь к рассмотрению строения пород, слагающих плато Голодной Степи, прежде всего укажем, что коренные породы залегают здесь на значительной глубине. В центральной части Степи на глубине свыше 125 *м* все еще продолжаются послетретичные отложения. Естественных обнажений до коренных пород в Голодной Степи не встречается и поэтому составить себе представление о них можно только на основании выходов их далеко на северо-западе и в Кызыл-Кумах, а также на склонах описанных горных хребтов. В виду того, что в Туркестанском хребте склоны, обращенные к Голодной Степи, покрыты меловыми и третичными отложениями, а в Чаткальских горах и Могол-Тау отложениями того же возраста и близкими по петрографическому составу, можно заключить, что коренными породами Голодной Степи являются меловые и третичные отложения, представленные красными конгломератами, известняками, гипсами и песчаниками.

Над коренными породами залегает толща слоистых, галечных, песчаных, глинистых и иловатых наносов. Для более детального ознакомления со строением плато Голодной Степи приведено несколько разрезов, заложенных в различных ее районах. Оказывается, что строение поверхностной части наносов не везде одинаково и можно, сообразуясь с характером рельефа, выделить следующие районы Голодной Степи.

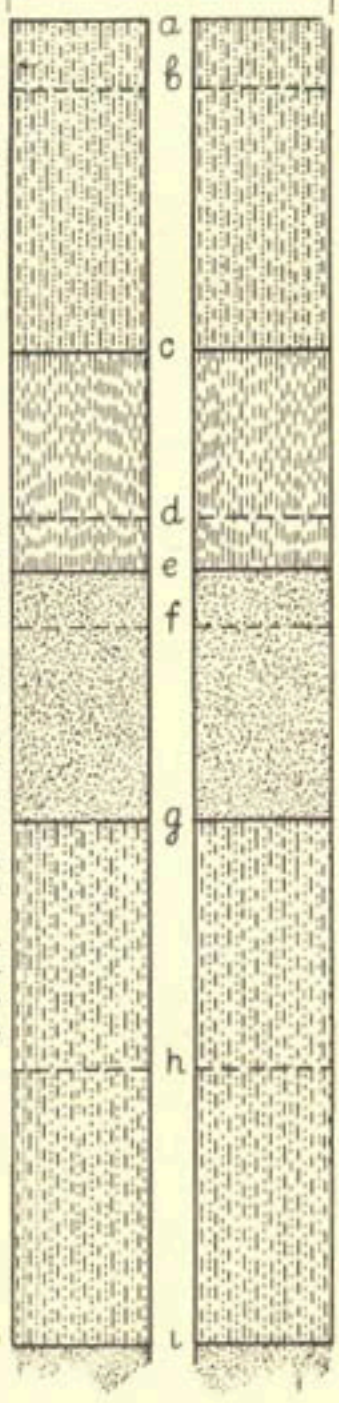
1. Южная окраина Степи, могущая быть охарактеризована в смысле рельефа, как волнистая покатая равнина с вытянутыми по направлению движения потоков, сбегающих со склонов Туркестанского хребта, низкими и широкими галечниковыми гривами и междугривными понижениями, сложена чередующимися слоями галечников, песков и песчаных глин. Галечники выклиниваются к северу по направлению движения силевых потоков. Такое строение указывает на значительное участие в образовании наносов прелювиальных процессов. Далее к северу галечники, повидимому, уходят вглубь (см. таблицу I, разрез № 56 и таблицу II, разрез № 58).

2. Солончаковые понижения Джиты-Сай, Сардоба, Шоры или Соры и понижения к северо-западу от озера Туз-Кане, тянутся полосой, прерванной местами небольшими перевалами, и напоминают древние русла потоков. Здесь тонко-слоистые иловато-глинистые отложения чередуются с серым тонко-зернистым и более крупным серым песком, появляющимся на глубине 2 *м* (см. таблицу III, разрез № 54). Здесь же встречаются многочисленные гряды бугристых песков. Повидимому, значительная роль в образовании наносов принадлежала тут аллювиальным процессам. Чередование глинистых и песчаных отложений связано, повидимому, с замыканием русла древних потоков наносами, отлагавшимися в его низовьях. При этом следует заметить, что наблюдающееся теперь в понижениях Джиты-Сая отложение очень тонких иловатых частиц, в виду прекращения в настоящее время действия в этом районе силевых горных потоков, должно быть отнесено за счет работы ветра и атмосферых осадков, переносящих мельчайшие частицы с повышенных мест в понижения.

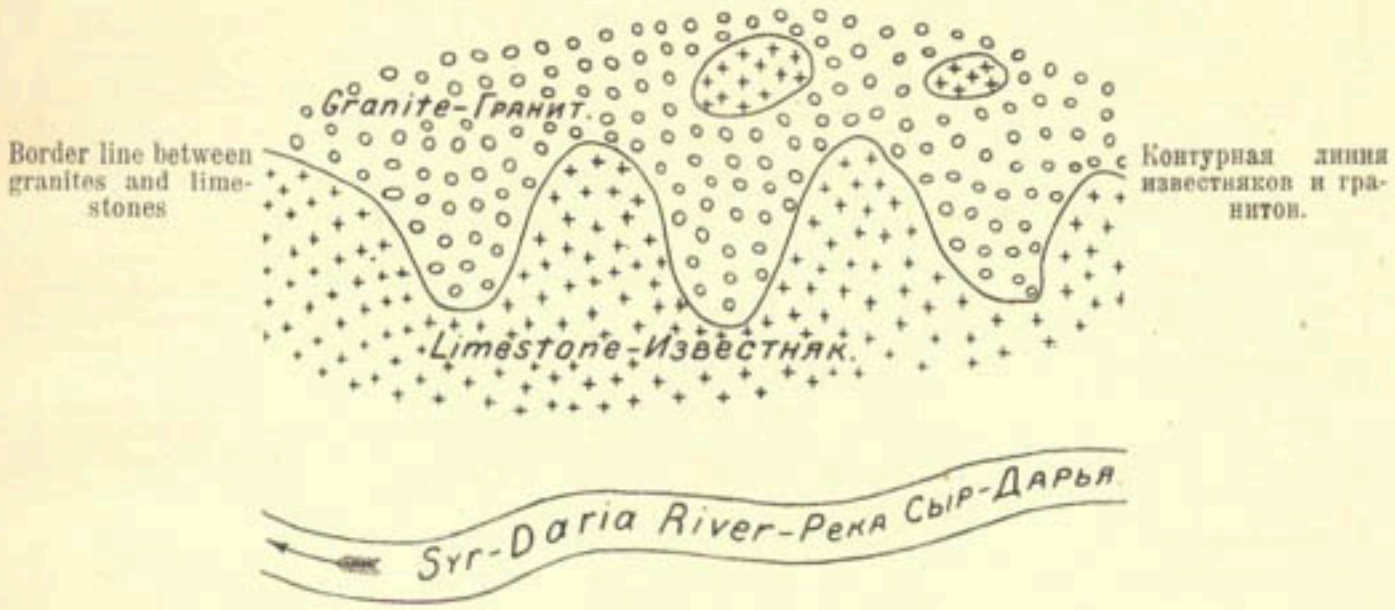
3. Центральное основное плато Голодной Степи характеризуется наибольшим постоянством в строении отложений и однородностью механического состава. Отложения

# SECTION № 30
# РАЗРЕЗ № 30

Locality: near 31-st kilometer of the Right branch of the Main canal.
Местонахождение: вблизи пикета на 31 километре проектируемой Правой ветви Магистрального канала.

| Characteristics of the rocks observed<br>Характеристика пройденных пород | | Section<br>Разрез | Depth<br>Глубина залегания<br>Meters | Thickness of interlayers<br>Мощность прослойки<br>Meters | Thickness of the main layer<br>Мощность основ. слоя<br>Meters | Notes<br>Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| The main layer<br>Основной слой | Interlayers<br>Прослойки | | | | | |
| *a—c.* Loam yellowish-gray.<br>Суглинок желт.-сероватый | *a — b.* Soddy layer.<br>Дерновый слой |  | 0.00 | 0.12 | | *a—b.* Loose sandy with a considerable admixture of coarse sand.<br>Рыхлый песчанистый с большим количеством крупного песка. |
| | *b—c.* Interlayer burowed by insects.<br>Изрытый насекомыми прослоек. | | 0.12 | 0.48 | 0.60 | *b — c.* Spots and accumulations of lime at a depth over 30 *см.*<br>Глубже 30 *см* пятна и скопления извести. |
| *c—e.* Clay reddish light-chocolate coloured with interlayers of sand.<br>Глина красноватая светло-шоколадная с прослойками песку. | | | 0.60 | | 0.40 | |
| *e—g* Fine-sand deposits.<br>Тонко-песчаная порода. | *d — e.* Druses and accumulations of gypsum.<br>Друзы и скопления гипса. | | 0.90<br>1.00 | 0.20 | | |
| | *f — g.* Interlayers of chocolate-coloured clay.<br>Прослойки шоколадной глины. | | 1.10 | | 0.45 | *f—g.* Containing precipitates of gypsum.<br>Содержит гипсовые выделения. |
| *g—i.* Loam.<br>Суглинок. | *g — h.* Interlayers of fine sand deposits without salt spots.<br>Прослоек тонко-песчаной породы без солевых выделений. | | 1.45 | 0.35 | | *g—h.* Lentils and spots of brown precipitates of iron compounds.<br>Линзы и пятна бурых железистых выделений. |
| | | | | 0.45 | | |
| *i.* Coarse gray sand.<br>Песок крупный, серый. | | | 1.90<br>2.40 | | 0.95 | *h—i.* The rock becoming gradually more sand.<br>Порода становится более и более песчаной. |

Scheme of location of rocks on foot hills Mogol-Tau.
Схема расположения пород отрогов Могол-Тау.




Border line between granites and limestones

Контурная линия известняков и гранитов.

Mechanical analyses of soils.
Data calculated in per cent of air-dry soil.

Механические анализы почвы.
Результаты вычислены в % на сухую почву.

| Section Разрез | Depth in *см* Глубина в *см* | Coarse sand Крупного песку | | Total of coarse sand Всего крупного песку | Fine sand and sandy powder Мелкий песок и песчаная пыль | | Total of fine sand and sandy powder Всего мелкого песку и пыли | Total of sand Всего песку $>0.01$ *мм* | Physical clay (particles $<0.01$ *мм*) физической глины (частицы $<0.01$ *мм*) | Ratio: clay to sand Отношение глины к песку |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $>0.25$ *мм* | 0.25—0.1 *мм* | | 0.1—0.05 *мм* | 0.05—0.01 *мм* | | | | |
| № 22 | 0—12 | — | — | 4.89 | 0.94 | 38.84 | 39.78 | 44.67 | 55.33 | 1 : 0.80 |
| | 70—80 | — | — | 1.73 | 13.43 | 32.25 | 45.68 | 47.41 | 52.59 | 1 : 0.90 |
| | 100—110 | — | — | 8.03 | 8.55 | 41.64 | 50.19 | 58.22 | 41.78 | 1 : 1.39 |
| | 175—185 | — | — | 16.04 | 31.30 | 44.17 | 75.47 | 91.51 | 9.49 | 1 : 9.64 |
| | 210—220 | — | — | 5.73 | 1.28 | 1.10 | 2.38 | 8.11 | 91.89 | 1 : 0.08 |
| № 30 | 0—10 | — | — | 18.25 | 11.08 | 30.905 | 41.985 | 60.235 | 39.765 | 1 : 1.51 |
| | 60—70 | — | — | 8.09 | 14.81 | 21.54 | 36.35 | 44.44 | 55.56 | 1 : 0.79 |
| | 90—100 | — | — | 4.68 | 9.46 | 28.67 | 38.13 | 42.81 | 57.19 | 1 : 0.74 |
| | 145—155 | — | — | 0.47 | 10.42 | 48.75 | 59.17 | 59.64 | 40.36 | 1 : 1.47 |
| | 240 | 1.18 [1]) | 47.39 | 48.57 | 20.505 | 17.39 | 37.895 | 86.465 | 13.534 | 1 : 6.38 |

[1]) In this number particles $>0.5$ *мм* — 0.18 per cent.
В том числе частиц $>0.5$ *мм* — 0.18%.

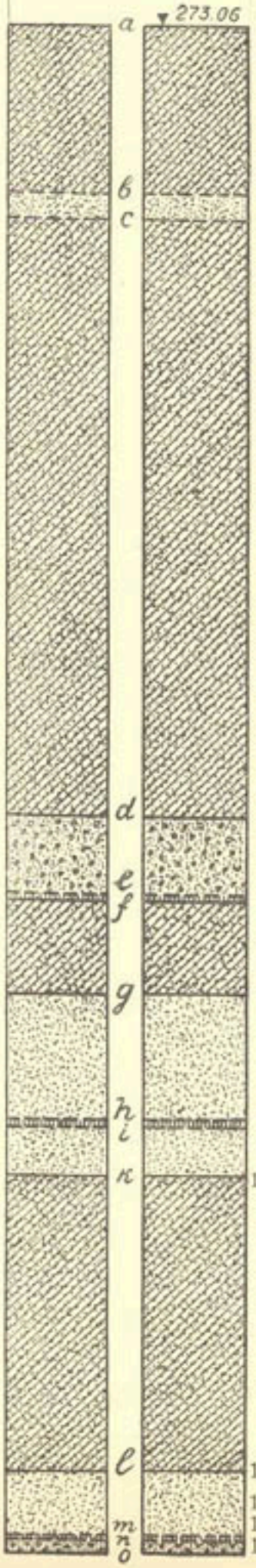
Deep hole in the region of the Syr-Dariinsky village.

Глубокая скважина в районе поселка Сыр-Дарьинского.

| Characteristics of the rocks observed<br>Характеристика пройденных пород | | Section<br>Разрез | Meters | | | Notes<br>Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| The main layer<br>Основной слой | Interlayers<br>Прослойки | | Depth<br>Глубина залегания | Thickness of interlayers<br>Мощн. просл. | Thickness of the main layer<br>Мощн. осн. слоя | |
| | | ▼ 264.57 | | | | |
| *a—c.* Yellowish-gray clay.<br>Желтовато-серая глина. | | a | 0.00 | | 5.50 | *a—b.* Very porous.<br>Сильно пористая. |
| | | b | 3.60 | | | *b—c.* Compact.<br>Плотная. |
| *c—d.* Yellowish-gray sandy soil.<br>Желтовато-серая супесь. | *d—e.* Gray-coloured clay.<br>Серая глина. | c | 5.50 | | 1.70 | *c—d.* Very finely-granular clayey.<br>Сильно глинистая мелко-зернистая. |
| | | d | 7.20 | | | |
| *d—e.* Yellowish-gray fine-granulated sand.<br>Желтовато-серый, мелко-зернистый песок. | | | | 7.80 | 7.80 | *d—e.* Contents also clods of cemented rock debris and well rounded pebbles.<br>Содержит также комки сцементированной породы и хорошо окатанной гальки. |
| *e—f.* Gray, middle-granulated sand.<br>Серый средне-зернистый песок | *e—f.* Clay and pebbles.<br>Глина и галька. | e | 15.00 | | | |
| | | | | 10.00 | 10.00 | |
| *f—g.* Gray sand, fine to coarse-granular, rich in gravel and with an admixture of clay.<br>Серый разной крупности песок, богатый гравием и глинистыми примесями. | | f | 25.00 | | 19.00 | *f—g.* At the depth of 30 meters the sand bears the character of gravel.<br>На глубине 30 *м* порода имеет характер гравия. |
| *g—h.* Gray clayey sand, fine to coarse granular, with gravel.<br>Серый глинистый разной крупности песок с гравием. | | g | 44.00 | | 12.00 | *g—h.* Becoming more clayey with the increasing depth.<br>Книзу порода приобретает большую глинистость. |
| *h—i.* Compact, light-yellow heavy clay.<br>Плотная светлая желтая тяжелая глина. | | h | 56.00 | | 20.00 | |
| *i—k.* Yellowish-gray sandy loam.<br>Желтовато-серая супесь. | | i | 76.00 | | 3.00 | *i—k.* Heterogeneous as regards the different size of the grains.<br>Разнородная по крупности песчаных зерен. |
| | | k | 79.00 | | | |

Section trough a hole drilled near Murza-Rabat (on Tashkent-Samarkand road).

Разрез буровой скважины близ станции Мурза-Рабат по Ташкенто-Самаркандскому почтовому тракту.

| Characteristics of the rocks observed. Характеристика пройденных пород. | | Section. Разрез | Meters | | | Notes. Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| The main layer. Основной слой | Interlayers. Прослойки | | Depth. Глубина залегания | Thickness of interlayers. Мощн. прослоек | Thickness of the main layer. Мощн. осн. слоя | |
| *a — d.* Sandy-clay. Песчано-глинистый грунт. | |   | 0.0 | | | |
| | *b—c.* Sand. Песок. | | 14.94<br>17.07 | 2.13 | | *b—c.* Water-bearing sand. Водоносный песок. |
| | | | | | 68.98 | |
| *d—f.* Sand with granit pebbles. Песок с кусками гранитных пород. | *e—f.* Clay. Глина. | | 68.98<br>76.04<br>76.28 | 0.24 | 7.30 | *d—e.* Water-bearing sand. Водоносный песок |
| *f — g.* Sandy-clay. Песчано-глинистый грунт. | | | | | 8.10 | |
| *g—k.* Sand. Песок. | | | 84.38 | | 15.82 | *g—h.* Water-bearing sand. Водоносный песок |
| | *h—i.* Hard clay. Плотная глина. | | 95.35<br>95.99 | 0.64 | | *i—k.* Water-bearing sand. Водоносный песок. |
| *k — l.* Sandy-clay. Песчано-глинистый грунт. | | | 100.26 | | 25.90 | |
| | | | | | | *l — m.* Water-bearing sand. Водоносный песок. |
| *l—o.* Sand. Песок. | *m—n.* Hard clay Плотная глина. | | 126.16<br>131.64<br>132.28<br>133.19 | 0.64 | 7.03 | *n—o.* Water-bearing sand. Водоносный песок |

(See Plate III Section № 54). Numerous folds of sand can be met here. The alluvial processes have, evidently, played considerable part in the building up of these deposits. The presence of the alternating clay and sand deposits is to be explained by the fact of blocking up by the deposits of the old beds of mountain streams in their lower reaches. It is to be noted that the deposits of very thin silt particles now to be observed in the depression of Jetty-Say must be attributed to the agency of the precipitation and the wind carrying the finest particles from the elevated tracts to the low-lands, as the agency of the mountain streams has at present ceased in these parts.

3. The main central plateau of the Golodnaya Steppe is the most homogeneous in the structure of its deposits and their texture. The deposits to be met with here are of loamy. The development of the deposits in these part is evidently due to the action of the preluvial processes.

4. The transition strip into the sands of the Kizil-Kum (Predkizilkumye) is on the whole similar with the main plateau of the Steppe, differing from it chiefly in respect of the great development of sandy dunes on the surface.

5. The northern and north-eastern parts of the main plateau adjoining the river valleys may be described orographically as very uneven with numerous depressions („yeriks") of lake-shaped cavities. The geological formations here are represented by loams, underlain by coarse gray river sand. There can be no doubt of the great part the alluvial processes have played in the formation of these deposits (See Plate IV Section № 22 and Plate V Section № 30).

6. As to the structure of the deposits in the present valley of the Syr-Daria river here, in the majority of cases, heavy loams are met with alternated with fine sandy interlayers. The sandiness of the soil increases with depth; upon the surface one can meet occasionally with sandy dunes.

We see thus, that in the formation of stratified sandy-clay, silt and pebble deposits of the Golodnaya Steppe the alluvial and preluvial processes have played an important part.

According to the investigations made by L. S. Berg, who had established the fact of the presence of the Aralo-Kaspian deposits at the height of 4 meters above the level of the present Aral sea, we may infer that the erosion basis of the Syr-Daria river was higher up than it is now. The region now occupied by the Golodnaya Steppe had been subjected to the influence of mountain streams running down the slopes of the Turkestan ridge and the mountains of Nura-Tau in the direction from the South to the North and to the action of the Syr-Daria river with its tributaries and branches. It is possible that as the Syr-Daria river had been retreating towards the North-East, the erosion basis too had shifted down and the deposits of the mountain streams had blocked up the ancient beds of rivers thus closing them and turning them into little lakes („yeriks").

At the same time the process of gradual change had, no doubt, been going on in the nature of the deposits and sands and sandy loams alternated with silty and clay particles. At the present time a perceptible change of topography and the increase in the thickness of the deposits is taking place chiefly in the extreme southern parts of the Steppe. The Syr-Daria river, pressed against its elevated right hank at Chardara and Mogol-Tau, meets here with a powerful check to its further retreat.

In conclusion there are two charts of borings (Plates VII and VIII) made in two different regions of the Golodnaya Sreppe and attached hereby in order to show the properties and arrangement of subsoil, strata, the character of which it is very important to know for proper design of Californian well drainage systems (having in view prevention of waterlogging and alkanization).

One of these drill-holes is situated in the north-easterly part of the Golodnaya Steppe, near the Syr-Dariinskaya railway station and the other in the central part of the Steppe, near the former post-stage of Murza-Rabat.

The nature and position of beds as well as their aquiferous character are shown on the sections (See Plates VII and VIII).

---

There are the books, papers and periodical editions to find more detailed information relating to geography, topography, geology and petrography of the Golodnaya Steppe (See Russian text, the end of this chapter).

---

здесь суглинистые. Образование наносов этой части Степи повидимому обязано прелювиальным процессам.

4. Переходная полоса в пески Кызыл-Кум (Предкызылкумье) в общем сходна с основным плато Степи, отличаясь главным образом большим количеством песчаных грив на поверхности.

5. Северная и северо-восточная часть основного плато, прилегающая к речным долинам, может быть охарактеризована орографически, как очень неровная с многочисленными впадинами-ериками озеровидных углублений. Породы представлены здесь суглинками, подстилаемыми крупным серым речным песком. Громадная роль аллювиальных процессов в образовании этих наносов несомненна (см. таблицу IV, разрез № 22 и таблицу V, разрез № 30).

6. Что касается строения отложений в современной долине реки Сыр-Дарьи, то здесь в большинстве случаев встречаются тяжелые суглинки, чередующиеся с умеренными и тонко-песчанистыми прослойками. С увеличением глубины песчанистость возрастает; местами имеются на поверхности песчаные грядки.

Итак, в образовании слоеватых, песчано-глинистых, иловатых и галечных отложений Голодной Степи принимали участие аллювиальные и прелювиальные процессы. На основании исследований Л. С. Берга, выяснившего, что отложения Арало-Каспийского моря встречаются на высоте до 4-х *м* над уровнем современного Аральского моря, можно заключить, что базис эрозии реки Сыр-Дарьи был выше, нежели в настоящее время. Пространство, занимаемое ныне Голодной Степью, находилось под влиянием потоков, сбегавших со склонов Туркестанского хребта и гор Нура-Тау, направленных с юга на север, и р. Сыр-Дарьи с ее притоками и рукавами. Можно предполагать, что р. Сыр-Дарья отступала к северо-востоку, базис эрозии понижался, отложения силевых потоков заносили речные русла, они замыкались, превращаясь в заводи-ерики. При этом, конечно, происходило постепенное изменение в характере отложений, пески и супеси чередовались с илистыми и глинистыми частицами. В настоящее время заметное изменение рельефа и увеличение мощности отложений происходит главным образом только в самой южной части Степи. Река же Сыр-Дарья, прижатая к возвышенностям праваго берега у Чардары и Могол-Тау, встречает в этих пунктах мощную преграду своему дальнейшему продвижению.

В заключение, для характеристики напластования голодностепских грунтов по глубине, что имеет особо важное значение при проектировании мероприятий по борьбе с засолением и заболачиванием по типу Калифорнийских колодцев, на таблицах VII и VIII приведены разрезы двух глубоких скважин, заложенных в различных районах Голодной Степи.

Одна из этих скважин расположена в северо-восточной части Голодной Степи около железнодорожной станции Сыр-Дарьинской, а другая — в центральной части, близ бывшей почтовой станции Мурза-Рабат.

Характер напластования грунтов и их водоносность видны непосредственно из разрезов (см. таблицы VII и VIII).

---

Более подробные данные, касающиеся географического положения, рельефа, геологии и петрографии Голодной Степи, можно найти в следующих книгах, записках и периодических изданиях:

И. В. Мушкетов. Туркестан. Геологическое и орографическое описание, т.т. I и II. С.-Петербург, 1906 г.

В. И. Массальский. Туркестанский край („Россия", т. XIX). Петербург, 1913 г.

В. Ф. Караваев. Голодная Степь в ее прошлом и настоящем. Петербург, 1915 г.

А. И. Курсиш. Голодная Степь. Очерки работ по орошению северо-восточной части. С.-Петербург, 1913 г.

Е. К. Яковлев. Гидрогеологические исследования в Голодной Степи. Отчет о работах, произведенных в 1913—1914 г.г. (неизданные материалы).

Журналы Технического Комитета при О. З. У. за 1914 и 1915 г.г., №№ 1345, 1377 и 1378.

Ежегодники Отдела Земельных Улучшений, С.-Петербург, за время с 1910 по 1914 г.г.

---

CHAPTER II.

## Soils and hydrogeology of the Golodnaya Steppe.

**General characteristics of the main soil-types in the Golodnaya Steppe.**

The soils of the Golodnaya Steppe have been investigated in many detailed and various manners. The main soil studies were carried out by the soil agronomist N. A. Dimo in 1908—1910 under the authority of the former Russian Land Reclamation Bureau of the Department of Agriculture. Since then and until now the results of these studies have been verified and amplified. In order to establish the effect of irrigation on different soils in various conditions of the ground water regime renewed soil investigations have been undertaken during 1915—1917 and 1923—1924. The data thus obtained have been then systematically examined at the Tashkent Institute of Soil Science and Geobotany. As a result of that work the Institute referred to has established the following main principles.

1. The soil-forming process, under which is mainly understood energetic chemical weathering accompanied by the formation of well developed soil horizons and accumulation of large masses of soil-forming or non-active organic matter is but insignificant in the Golodnaya Steppe. The predominant soils belong to the desert-type of soil formation in which many processes of their evolution are closely connected with those of the underlying subsoils. Hence, a true prognosis of the effect of irrigation upon the soil covering may be based but on the study of the entire complex „soil and subsoil" in connection with the ground waters.

2. Rocks of recent formation in the investigated region, exhibiting different origin in various localities, cannot be referred to aeolian deposits. In the eastern part of the Steppe rock-formation is undoubtedly due to the action of running water in the course of bed formation; in the western part the rocks fail to exhibit clearly the effect of ancient water courses; by studying their structure we are enabled to regard them as remains of older rocks preserved from erosion and formed during the filling up of the deep depression with material carried from the elevated mountain ridges and branches of the Turkestan chain.

3. A close connection, undoubtedly, exists between the present topography, the ground waters and the soils, their morphology and their salt-contents: in the western, central and southern parts of the country characterized by a flat topography occur uniform (heavy and light) loams, whereas in the eastern part where river beds and wide lake-like depressions with stagnant water may be admitted to have existed in the past—the soil is composed of stratified deposits—both clayey and sandy.

4. The percentage of salts in soils is in no way related to weathering processes, the latter being very weakly expressed; whereas the carbonatic medium neutralizing all acids as well as the absence of energetic alkalis can in no wise encourage weathering; on the contrary the processes of impulverization, i. e. the transportation of salts to the soil surface by winds and especially their subsequent removal and distribution by atmospheric waters, fully accounts for the existing distribution of salts both vertically and horizontally as manifested in connection with the topography of the locality and the rocks [1]).

---

[1]) The most injurious salt for crops is common salt, sodium chloride (NaCl), sodium sulphate ($Na_2SO_4$) coming next.

## ГЛАВА II.

## Почвы и гидрогеология Голодной Степи.

**Общая характеристика главнейших типов почв Голодной Степи.**

В почвенном отношении Голодная Степь изучена детально и глубоко. Основные почвенные исследования были произведены в 1908—1910 г.г. по поручению бывшего Отдела Земельных Улучшений Министерства Земледелия почвоведом Н. А. Димо и с тех пор выводы исследований проверялись и углублялись в течение последующих лет вплоть до настоящего времени. Для изучения влияния орошения на различные почво-грунты при разных условиях режима грунтового потока в 1915—1917 и в 1923—1924 г.г. были произведены повторные почвенные исследования. Данные указанных исследований подверглись затем систематической научной проработке в Институте Почвоведения и Геоботаники (в г. Ташкенте). В результате всех указанных работ названный Институт считает возможным установить следующие главнейшие положения.

1. Почвообразовательный процесс, понимаемый как энергичное химическое, по преимуществу, выветривание, сопровождающееся образованием явственно выраженных почвенных горизонтов и накоплением больших масс, участвующих в почвообразовании или индиферентных органических веществ, в Голодной Степи выражен слабо. Преобладающими являются почвы пустынного типа почвообразования, для которых многие явления их жизни связываются с жизнью подстилающих их грунтов. Поэтому полный прогноз судеб почвенного покрова после орошения может быть основан только на изучении единого комплекса почво-грунта, увязанного с грунтовыми водами.

2. Новейшие породы исследованной местности не могут быть отнесены к атмосферно-эоловым образованиям, являя в разных частях этой местности различный генезис: в восточной части Степи образование пород, несомненно, связано с работой водного потока, выработавшего себе русло; для пород западной части установить связь происхождения с древним водным потоком невозможно, но все их строение позволяет видеть в них уцелевшие от размывания более древние породы, сформировавшиеся во время заполнения глубокой котловины материалом, принесенным с высоких гребней и отрогов Туркестанского хребта.

3. Между современным рельефом, грунтовыми водами и грунтами, их строением и солесодержанием существует несомненная связь: в западной, центральной и южной частях, с равнинным рельефом и глубокими грунтовыми водами, наблюдаются однородные (тяжелые и легкие) суглинки; в восточной же части, где можно допустить в прошлом существование как речных русел, так и широких озеровидных понижений с застаивающейся водой, грунты сложены слоистыми породами — глинистыми и песчаными.

4. Содержание солей в грунтах ни в какой связи с процессами выветривания не находится, так как последние чрезвычайно слабы, а карбонатная среда, нейтрализующая все кислоты, и отсутствие энергичных щелочей им не могут содействовать; процессы импульверизации, т.-е. переноса солей на поверхность почвы ветрами и особенно дальнейшее перемещение и распределение атмосферными водами, наоборот, вполне объясняют существующее распределение солей, как по вертикали разреза, так и в их связи с топографией и породами [1]).

---

[1]) Среди вредных для культурной растительности солей на первом месте стоит поваренная соль ($NaCl$), а на втором глауберова соль ($Na_2SO_4$).

5. The high capillarity proved by laboratory tests of the widely distributed fine homogeneous and imperfectly stratified mostly loamy carbonatic (marly) soils and subsoils of the Golodnaya Steppe may, when the ground-water table is close to the surface or rises in consequence of irrigation, contribute to the migration of salts from deeper horizons to the surface layers and cause a secondary salification.

6. The effect upon the soil caused by burrowing animals and by plant roots perforating the ground is of exceptional importance: it contributes to derange the original constitution of rocks and introduces peculiar morphological and structural features in soils and subsoils (spongeous structure); wide and narrow passages penetrating deep into the ground undoubtedly play an important part in the physico-chemical processes of surface layers, affecting the direction, displacement and distribution of salt accumulation in desert soils and subsoils. The irrigation of the Golodnaya Steppe disturbs the original arrangement of the soil mass and destroys the beneficial properties of the upper layers caused by the activity of burrowing animals and desert plants that perish after irrigation, and yet in a short time new inhabitants replace the old ones undermining the soil with no less energy and restoring its useful properties.

7. Agricultural practice of many years in Central Asia and the Golodnaya Steppe has manifested a rapid exhaustion of soils as regards the nitrogen and phosphorus contents, their indurating on drying, as well as a capacity to turn into moving slime while under irrigation and to lose the structure of the upper horizon obtained by tillage; these features may be easily explained by the unstability of soil structure, the small contents of humus and nitrogen and the presence of the phosphorus in forms resisting solution and therefore difficult for assimilation by plants.

The Golodnaya Steppe does not exhibit a great variety of soil types. The most common and widely distributed soils belong to the desert type; a subordinate position is occupied by the soils of the saline („solonchak") type and of „tugai" (alluvial) soil-complex located at the region of the present valley of Syr-Daria (See soil map, Atlas).

The desert soil type may be divided into two subtypes: a) desert non-alkali svetlozem [1]) and b) desert alkali svetlozem.

Each of these subtypes comprises a number of varieties and subvarieties differing in soil-texture (varieties) and subsoil conditions (subvarieties).

Non-alkali svetlozem.

The non-alkali svetlozem of the desert type may be subdivided into the following six varieties: I — clayey svetlozem with 2 subvarieties; II — heavy loam svetlozem represented by 8 subvarieties; III — light loamy svetlozem with 4 subvarieties; IV — sandy loam svetlozem with 2 subvarieties; V — loose svetlozem, sandy and loose sandy, and VI — loamy gravelly and gravelly stony svetlozem. All these non-alkali desert soils cover in the Golodnaya Steppe an area of above 620,000 hectares and appear to be soils of a very high quality, in no case inferior to those of the Fergana irrigated oasis where heavy clayey soils are predominant, or to those of the Tashkent region where clayey desert-steppe and desert svetlozems are most widely distributed.

The two last mentioned varieties of non-alkali soils in the Golodnaya Steppe (See soil map) — loose and gravelly-stony svetlozem compose a group of soils particularly fit for gardens and vineyards, being no less valuable for field culture. This group of soils occupies about 40,000 hectares i. e. not above 6.4 per cent of the total area of Golodnaya Steppe non-alkali soils.

The clayey and heavy loam desert svetlozems, developed chiefly in the central part of the Golodnaya Steppe upon stratified silty sediments intercalated with loose loams, sandloamy and sandy interlayers, are, as has been stated above, not less fit for cultivation than similar soils of Fergana or the Tashkent region, and do not contain so large a quantity of finely textured (silty) particles as to produce physical properties injurious to cultivation as this is the case for the „takyr" soils in different parts of Central Asia. No less than 125,000 hectares of such heavy but chemically rich soils are met with in the central part of the Golodnaya Steppe.

---

[1]) Svetlozem is a soil of dry steppes or semi-deserts, forming itself upon loess (otherwise „sierozem", gray soil).

5. Высокая капиллярность, установленная экспериментальными лабораторными наблюдениями над широко распространенными в Голодной Степи мелкоземистыми однородными и слабо слоистыми, преимущественно, суглинистыми карбонатными (мергелистыми) почво-грунтами, при близком от поверхности залегания уровня грунтовых вод или при вторичном после орошения их подъеме, может способствовать миграции солей из глубоких горизонтов в поверхностные, вызывая вторичное осолонение почв.

6. Исключительно крупное значение в исследованном районе имеет работа роющих и копающих животных, а также и пробуравливающих почву корневых систем растений; она способствует деформированию первоначального сложения пород, создает своеобразные структурно-морфологические черты строения почво-грунтов (губково-ноздреватое сложение); глубокопроникающие крупные и мелкие ходы, несомненно, играют большую роль в жизни поверхностных образований, влияя на направление, перемещение и распределение солевых скоплений в пустынных почво-грунтах. Орошение почв Голодной Степи вызывает нарушение естественного сложения массы и уничтожает в верхних горизонтах почвы благоприятные их свойства, созданные жизнедеятельностью роющего и копающего животного населения и растений пустынь, погибающих после орошения; однако, на смену этому погибшему населению появляется скоро новое, не менее деятельно минирующее почву и восстанавливающее ее благоприятные свойства.

7. Многолетняя практика земледелия в Средней Азии и Голодной Степи выявила быструю истощаемость почвы в отношении к азоту и фосфору, а также их способность легко затвердевать при высыхании, заплывать при орошении и утрачивать приданную обработкой структуру пахотного горизонта; эти особенности легко объясняются отсутствием прочной структуры, малым содержанием перегноя и азота и стойкими, нерастворимыми, слабо доступными для усвоения растений формами фосфора в почвах.

Голодная Степь не обнаруживает большого разнообразия почвенных типов. Основным и наиболее распространенным является пустынный тип почв; подчиненное место занимают солончаковый тип почв и тугайный (аллювиальный) комплекс почв в области современной долины р. Сыр-Дарьи (см. почвенную карту в атласе).

Пустынный почвенный тип подразделяется на 2 подтипа: а) пустынные незасоленные светлоземы и б) пустынные засоленные светлоземы.

Каждый из этих подтипов включает в себе ряд видов и разновидностей почв, выделенных по различию их механического состава (виды) и разнообразию грунтовых условий (разновидности).

**Незасоленные светлоземы.**

Незасоленные светлоземы пустынного типа подразделяются на 6 следующих видов: I — глинистые светлоземы в 2-х разновидностях, II — суглинистые тяжелые светлоземы, представлены 8 разновидностями, III — суглинистые легкие светлоземы с 4 разновидностями, IV — супесчаные светлоземы с 2 разновидностями, V — рыхлые светлоземы, песчаные и рыхлопесчаные и VI — суглинисто-галечниковые и галечниково-каменистые светлоземы. Все эти пустынные незасоленные светлоземы занимают в Голодной Степи площадь свыше 620.000 гектар и являются землями очень высокого качества, отнюдь не хуже земель ферганского орошенного оазиса, где господствуют тяжелые глинистые почвы, или приташкентского района с преобладающими в нем глинистыми пустынно-степными и пустынными светлоземами.

Последние 2 вида незасоленных пустынных почв Голодной Степи (см. почвенную карту), рыхлые светлоземы и галечниково-каменистые светлоземы, могут быть объединены в одну группу земель преимущественно пригодных для садово-виноградных насаждений, что отнюдь не делает их непригодными для полевых культур. Эта группа почв занимает во всем массиве пустынных пространств Голодной Степи не более 40.000 гектаров, т.-е. не свыше 6,4% от всего массива незасоленных почв.

Развитые преимущественно в центральной части Голодной Степи глинистые и тяжелые суглинистые пустынные светлоземы на слоистых глинисто-иловатых наносах с рыхлыми суглинистыми, супесчаными и песчаными прослойками, как указано выше, не хуже аналогичных почв Ферганы или Ташкентского района и не содержат настолько большого количества тонко измельченных (иловатых) частиц, чтобы они создавали неблагоприятные для обработки и культуры физические свойства, как это имеет место у такыровых почв разных местностей Средней Азии. Таких более тяжелых, но и более богатых по химическому составу почв в центральной части Голодной Степи насчитывается до 125.000 гектар.

The heavy loam desert svetlozem, very common in the Golodnaya Steppe, overlies different subsoils — sometimes homogeneous, sometimes different stratified. This main area of soils, usually referred to typical „loess" soils, is spread over about 270,000 hectares. Within the irrigated north-western part of the Golodnaya Steppe, in Pakhta-Aral, and the neighbouring plots belonging to settlers and native „dekhkans" these soils constitute a fund of the best land appreciable for cotton having exhibited no salt-accumulation or water-logging after 10 years of irrigation.

Light loamy and sand loamy desert svetlozem on thick homogeneous loams or on loose stratified sediments reposing upon sands appear to be of exceptional interest and value. These soils, in a high degree adapted for cultivation, predominate in the north-western unirrigated part of the Golodnaya Steppe. Their total area in the Golodnaya Steppe reaches 188,290 hectares.

The total of non-alkali soils (623,290 hectares) represents the following percentage ratio:

| | Hectares | Per cent |
|---|---|---|
| 1. Loose desert and gravelly stony svetlozem . . . . | 40,000 | 6,4 |
| 2. Clayey and heavy loamy svetlozem . . . . . | 125,000 | 20,1 |
| 3. Heavy loamy mostly homogeneous svetlozem . . . | 270,000 | 43,3 |
| 4. Light loamy and sandy loamy svetlozem . . . . . | 188,290 | 30,2 |
| | 623,290 | 100,0 |

Alkali-swetlozem.

Alkali svetlozem of the desert type is represented in the Golodnaya Steppe by fewer varieties and subvarieties than the non-alkali type, — the varieties being but four: I—slightly alkali heavy loam svetlozem having 5 subvarieties characterized by their respective substrata; II—alkaly clayey svetlozem with 2 subvarieties; III—alkali clayey svetlozem and heavy loamy svetlozem, with a still higher salt content, underlain by sand and loose rocks, and IV—clayey svetlozem with a high salt content (2 varieties).

The main bulk of alkali soils represented by the first three varieties contain no salt injurious to vegetation, in the sod horizon and somewhat below it (down to a depth of 20 — 30 — 50 cm). In deeper horizons, down to the level of the ground water table, these soils generally contain an appreciable quantity of water soluble salts whereas ground water level is relatively high and usually considerably mineralized. As this was the case in the irrigated part of the Golodnaya Steppe, irrigation without drainage and wasteways transforms within the space of 1—2 years these soils into secondary saline soils and salines („solonchak") their utilization without reclamation becoming either utterly impossible or requiring a long period of time for the gradual restoration, by means of cultivation and irrigation, of a salt regime and balance answering to the needs of agriculture. After the removal of salts such soils — i. e. soils naturally alkali before reclamation — by their chemico-physical properties appear to be not inferior and in some respects, as for instance in regard to humus and nitrogen contents, even superior to all varieties of non-alkali soils. The above mentioned groups of alkali soils cover an approximative area of about 114,300 hectares in the Golodnaya Steppe.

Clayey and loamy svetlozem with a particularly high alkali contents on heavy stratified clayey-silty deposits and occuring chiefly in the periphery of the narrow depression of the Jetty-Say, contain great quantites of water soluble salts and are characterized by relatively deep and strongly mineralized ground waters (to a depth of 15 meters or more). These soils require a very complicated preliminary reclamation due to quantity of salts and heavy conditions of subsoil; there they should not be regarded as lands adaptable for irrigation in the nearest turns. The total amount of such soils is estimated at 24,600 hectares.

Saline soils.

Saline soils relatively rich in humus, with a well developed sod of a meadow-saline character, contain large amounts of salts in the sod horizon and not infrequently alkaline puffed (loose) spots and crusts of salt above it. The small extent of such soils and their location along the periphery among salines („solonchak") referred to recent formations of a non-soil character, enable us to group them among soils of no agricultural value. They are mostly concentrated in the narrow

Весьма распространена в Голодной Степи группа тяжелых суглинистых пустынных светлоземов на разнородных грунтах: то однородных, то разнообразных слоистых. Этот основной массив почв, который обычно относился к типичным „лессовым" почвам, занимает площадь до 270.000 гектар. Опыт орошения северо-западной части Голодной Степи в Пахта-Арале и прилегающих земельных участках поселенцев и местных дехкан показал что эти почвы следует отнести к лучшим хлопковым земельным фондам района, не испытывающим в заметной мере явлений засоления и заболачивания после 10-ти летнего орошения.

Исключительно интересными и ценными землями являются легкие суглинистые и супесчаные пустынные светлоземы на однородных глубоких суглинках или на рыхлых слоистых наносах, подстилаемых песком. В северо-западной неорошенной части Голодной Степи такого рода удобнейшие для земледелия земли являются преобладающими. Общая их площадь в Голодной Степи достигает 188.290 гектар.

Общий массив незасоленных почв Голодной Степи, равный 623.290 гектар, распределяется между упомянутыми выше 4 группами следующим образом:

| | Гектары | % |
|---|---|---|
| 1. Рыхлые пустынные и галечниково-каменистые светлоземы . . | 40.000 | 6,4 |
| 2. Глинистые и тяжело-суглинистые . . . . . | 125.000 | 20,1 |
| 3. Тяжелые суглинистые, преимущественно однородные . . . . | 270.000 | 43,3 |
| 4. Легкие суглинистые и супесчаные . . . . . | 188.290 | 30,2 |
| | 623.290 | 100,0 |

**Засоленные светлоземы.** Засоленные светлоземы пустынного типа имеют в Голодной Степи меньшее разнообразие видов и разновидностей, чем незасоленные, но все же представлены 4 видами: I — слабозасоленными преимущественно тяжелыми суглинистыми светлоземами с 5 разновидностями, обусловленными залеганием на различных грунтах; II — засоленными глинистыми светлоземами с 2 разновидностями, III — засоленными глинистыми и сильно засоленными тяжелыми суглинистыми светлоземами, подстилаемыми песком или рыхлыми породами и IV — сильно засоленными глинистыми светлоземами в 2-х разновидностях.

Засоленные почвы в главной своей массе представлены первыми тремя видами, в естественном состоянии не содержащими вредных для растительности солей в дерновом горизонте и несколько ниже его (до глубины 20 — 30 — 50 *см*). В более глубоких же горизонтах до глубины грунтовых вод эти почвы содержат заметное количество водорастворимых солей при относительно неглубоких грунтовых водах, обычно значительно минерализованных. Орошение без дренажа и сбросов, как это имело место в орошенной части Голодной Степи, превращает эти почвы через 1 — 2 года во вторично солончаковые почвы и солончаки; использование их без мелиорации или невозможно, или требует длительного времени для постепенного установления при помощи обработки и орошения такого солевого режима и равновесия, при которых возможна сельско-хозяйственная культура. После удаления солей такие почвы, т.-е. естественно засоленные до мелиорации, по своим физико-химическим свойствам нисколько не хуже всех видов незасоленных почв и в некоторых отношениях, например, по запасу перегноя и азота их превосходят. Указанные группы засоленных почв занимают в Голодной Степи площадь около 114.300 гектар.

Сильно засоленные глинистые и суглинистые светлоземы на тяжелых слоистых глинисто-иловатых отложениях, занимающие, главным образом, периферию лога Джиты-Сай, обладают большими запасами водорастворимых солей и относительно глубокими, сильно минерализованными грунтовыми водами (до 15 метров и более). Эти последние почвы требуют очень сложной предварительной мелиорации, обусловливаемой запасами солей и тяжелыми условиями грунта, почему их не следует включать в разряд земель, пригодных для орошения в ближайших очередях. Общее количество таких почв исчисляется в 24.600 гектар.

**Солончаковые почвы.** Солончаковые почвы, к которым относятся почвы сравнительно богатые перегноем, с хорошо выраженной дерновиной лугово-солончакового характера, содержат много солей в дерновом горизонте, а над ним, нередко,

depression of the Jetty-Say within the southern part of the Golodnaya Steppe and at the North-East in the region of the existing irrigation system. The total area of these soils is 41,650 hectares.

Besides the above mentioned main soil types of the Golodnaya Steppe there occur portions of land where a complicated topography is accompanied by accumulation of salts in depressions whence conditions arise rendering the land unfit for irrigation. For instance high alkalization of clayey soils within the periphery of Jetty-Say region in presence of a diversified hillocky topography and sandy small ridges renders them unfit for cultivation and irrigation; the Kizil-Kum border zone of the north-western part of the Steppe near the Arna-Say and along it when saline depressions alternate with sandy ridges, appears to be in analogous conditions. The total area of this kind lands unfit for irrigation on account of their topography as well as their alkalinity amounts up to 11,920 hectares.

The total of alkali soils in the Golodnaya Steppe requiring treatment and of separate plots unfit for irrigation approximately amounts to 192,470 hectares. The above mentioned area may be grouped in the following way:

| | Hectares | Per cent |
|---|---|---|
| 1. Soils utterly fit for irrigation after reclamation . . | 114,300 | 60.0 |
| 2. Soils fit for irrigation after complicated reclamation in far future . . . . . | 24,600 | 12.9 |
| 3. Salines („solonchak") and saline soils unfit for irrigation . . . . . | 41,650 | 20.8 |
| 4. Soils unfit for irrigation on account of peculiarities of topography and high alkali contents . . . . . | 11,920 | 6.3 |
| | 191,470 | 100.0 |

**„Tugai" complex of soils.**

The „tugai" complex of soils on fluvial (alluvial) deposits consisting of diversified soils of meadow or meadow-saline types changing into alkali svetlozem and locally non-alkali svetlozem with separate patches of salines („solonchak"), sands etc extends in a stip along the borders of the Steppe embracing it from the North and from the East and reaching the left shore of the Syr-Daria river. A considerable part of these lands being but slight alkali, presenting good sibsoil conditions (pebble, gravel and sand) may undoubtedly be considered worth for irrigation in last turns, when surplus and waste waters from lands of first turn irrigation will become available. The total area of the „tugai" complex of soils aggregates about 105,000 hectares; out of them 51,300 hectares are situated in the region of Northern canal.

**Distribution of soils of the total area of the Golodnaya Steppe and of separate regions with regard to their salt contents.**

The total area of the Golodnaya Steppe amounts to 865,110 hectares, consisting of:

| | Hectares | Per cent |
|---|---|---|
| 1. Non-alkali soil varieties . . . . . | 623,290 | 72.0 |
| 2. Alkall soils requiring reclamatiion . . . . . | 138,900 | 16.1 |
| 3. Tugai soils requiring minor reclamation . . . . . | 51,350 | 5.9 |
| 4. Salines („solonchak") unfit for cultlvation and soils of a hillocky complex . . . . . | 51,570 | 6.0 |
| | 865,110 | 100.0 |

The above data on the total area of lands in the Golodnaya Steppe grouped according to their quality refer to a territory much larger than that which embraced the first turns irrigable land on the Golodnaya Steppe project. The distribution of soil groups over the regions commanded by separate canals projected may be seen in the attached table.

солевые пухлые выцветы и корки. Незначительное количество этих почв и залегание по периферии среди солончаков, относимых к современным непочвенным образованиям, позволяет считать их землями, непригодными для культуры. Наибольшее их количество расположено в логе Джиты-Сай, в южной части Голодной Степи и на северо-востоке, в районе существующей системы. Общая площадь этих почв около 41.650 гектар.

Кроме перечисленных важнейших почвенных типов, в Голодной Степи встречаются участки, на которых сложный рельеф сочетается с засолением пониженных мест, чем создаются условия, при которых эти земли становятся непригодными для орошения. Так, например, сильное засоление глинистых почв периферии Джиты-сая при наличии сложного бугристого рельефа и песчаных грив делает их непригодными для культуры и орошения; пограничная с Кызыл-Кумами полоса северо-западной части Степи, вблизи Арна-сая и вдоль него, находится в аналогичных условиях, где солончаковые ложбины чередуются с песчаными грядами. Площадь таких непригодных для орошения земель, как по условиям рельефа, так и по засоленности почв, достигает в Голодной Степи 11.920 гектар.

Общая площадь засоленных земель в Голодной Степи, требующих мелиорации, вместе с неудобными для орошения отдельными участками, занимает около 192.470 гектар и распределяется следующим образом:

| | Гектары | % |
|---|---|---|
| 1. Земли вполне пригодные для орошения после мелиорации . | 114.300 | 60,0 |
| 2. Земли пригодные для орошения после сложной мелиорации в отдаленные периоды . . . . . | 24.600 | 12,9 |
| 3. Солончаки и солончаковые почвы неудобные для орошения . | 41.650 | 20,8 |
| 4. Земли неудобные для орошения по условиям рельефа и сложному комплексу почвы . . . . . | 11.920 | 6,3 |
| | 192,470 | 100,0 |

**Тугайный комплекс почв.**

Тугайный комплекс почв на речных (аллювиальных) наносах с разнообразными почвами лугового, лугово-солончакового типа с переходами в засоленные и, местами, незасоленные светлоземы, с отдельными пятнами солончаков, песков и проч., тянется полосой вдоль Степи, окаймляя ее с севера и востока и простираясь вплоть до левого берега р. Сыр-Дарьи. Значительная площадь этих земель, вследствие слабого засоления и благоприятных грунтовых условий (галька, гравий и песок), может быть вполне пригодна для орошения в последние очереди, когда появятся избыточные сбросные воды. Всего тугайным комплексом занято около 105.000 гектар, из которых в районе Северного рабочего канала расположено 51.350 гектар.

**Распределение по степени засоления общей площади Голодной Степи и отдельных районов.**

Площадь земель в Голодной Степи, захваченная новым проектом орошения, исчисляется в 865.110 гектар, из которых приходится:

| | Гектары | % |
|---|---|---|
| 1. На долю незасоленных видов почв . . . . . | 623.290 | 72,0 |
| 2. На долю засоленных, требующих мелиорации, видов почв . . . . . | 138.900 | 16,1 |
| 3. На долю тугайных земель, требующих облегченных мелиораций . . . . . | 51.350 | 5,9 |
| 4. На неудобные солончаки и бугристый комплекс . | 51.570 | 6,0 |
| | 865.100 | 100,0 |

Приведенные количественные данные о земельном фонде Голодной Степи и его качественном различии относятся к территории большей, чем площадь земель первоочередного орошения, предусмотренная Голодностепским проектом. Распределение различных групп почв по районам командования отдельных проектируемых каналов видно из прилагаемой таблицы.

| REGIONS | Non-alkali soils. | Alkali soils requiring reclamation. | Salines („solonchak"), hillocks and other soils not suitable for cultivation. |
|---|---|---|---|
| | In percentage to total area of each region. | | |
| 1. Region of the Northern part commanded by the existing irrigation system . . . . . | 63.0 | 30.9 | 6.1 |
| 2. Region of the Northern part outside of the existing irrigation system . . . . . | 97.4 | 1.4 | 1.2 |
| 3. Region of the Northern part lying between the existing Left branch and new reaches of the Golodnaya Steppe Main and Northern canals . . . . . | 100.0 | — | — |
| 4. Tugai lands fit for irrigation by waste and surplus waters of the Northern canal . . . . . | — | 100.0 | — |
| 5. The Sardoba depression without outlet requiring mechanical lift of surplus waste waters . . . . . | 13.0 | 15.5 | 71.5 |
| 6. Central part . . . . . | 87.0 | 3.0 | 10.0 |
| Total area of lands commanded by the Golodnaya Steppe Main canal . . . . . | 81.4 | 10.4 | 8.2 |
| 7. Southern part . . . . . | 80.0 | 6.5 | 13.5 |
| 8. Regions fit for irrigation either by pumping from the Southern canal or by special gravity canal with a head-regulator located between Kaznak village and Ksta-Tugai . . . . . | 59.4 | 9.6 | 31.0 |
| 9. The foot-hill region fit for irrigation in separate oases by tapping underground waters . . . . . | 62.0 | 22.6 | 15.4 |
| Total for the entire Golodnaya Steppe without tugai lands . . . . . | 77.0 | 11.4 | 11.6 |

The percentage of lands of different quality at different regions of the Golodnaya Steppe may be readly seen from the comparative plate IX (p. 23).

These figures show that the plain of the Golodnaya Steppe is covered to the extent of over 77 — 81 per cent of its area by non alkali desert svetlozem to a great depth and affording either very suitable or at several portions ideally good lands for irrigation. Alkali desert svetlozem cover but 10.4 — 11.4 per cent of the total area and require preliminary treatment against alkalization after which they may become cultural lands not inferior to the best natural non-alkali soils; the total quantity of soils either of small or of no value for irrigation, comprising high alkali soils, salines („solonchak"), hillocky regions and — at some localities — drift sands, constitute about 11.6 per cent of the whole area.

The percentage of good non-alkali lands differ considerably for various regions. The lands, proposed to first turn irrigation, consisting of the northern region comprising nearly 149,000 hectares, and of the central region covering about 200,000 hectares, present soils of exceptionally high quality. In the first mentioned of these regions perfect non-alkali soils attain 97.4 per cent of the total area, in the second — 87.0 per cent.

The fact, that in the region now actually under irrigation, about 31 per cent of soils may be classed as alkali lands requiring reclamation, outlines distinctly the miscarried former choice of now irrigated lands.

**General characteristics of salt content and texture.**

A closer investigation of the several subtypes, varieties and subvarieties of soils in different parts of Golodnaya Steppe exhibits a great diversity, mainly in the texture of soils and subsoils, in their homogeneity or striking schistosity, in the amount of salts present in the upper and lower horizons, etc.

The chief components of the Golodnaya Steppe „loess" — sandy dust, clay and lime (carbonates) — are present in different relative quantities — sandy dust making up 20, 40 or 60 per cent and carbonates — from 15 to 20 per cent. Extensive continuous sandy areas are only met within Jetty-Say; in other localities sands occur but in com-

| РАЙОНЫ | Незасоленные земли | Засоленные, требующие мелиорации | Неудобные солончаки, бугры и другие малоудобные земли |
|---|---|---|---|
| | В процентах от общей площади каждого района | | |
| 1. Район Северной части, захваченной существующей системой орошения | 63,0 | 30,9 | 6,1 |
| 2. Район Северной части, остающейся вне существующего орошения | 97,4 | 1,4 | 1,2 |
| 3. Район Северной части, заключенный между существующей Левой ветвью и новыми участками Голодностепского Магистрального и Северного рабочего каналов | 100,0 | — | — |
| 4. Тугайные земли, орошение которых возможно сбросными и сберегаемыми водами Северного канала | — | 100,0 | — |
| 5. Сардобинская котловина, требующая машинного отвода отработанной воды | 13,0 | 15,5 | 71,5 |
| 6. Центральная часть | 87,0 | 3,0 | 10,0 |
| Итого по всем районам командования Голодностепского канала | 81,4 | 10,4 | 8,2 |
| 7. Южная часть | 80,0 | 6,5 | 13,5 |
| 8. Район возможного орошения путем механического подъема воды из Южного канала | 59,4 | 9,6 | 31,0 |
| 9. Предгорный район возможного орошения отдельными оазисами путем каптажа подземных грунтовых вод | 62,0 | 22,6 | 15,4 |
| Итого по всей Голодной Степи, исключая тугайные земли | 77,0 | 11,4 | 11,6 |

Соотношение земель различного качества в разных районах Голодной Степи лучше всего выступает при сравнении их, что и представлено ниже (см. табл. на стр. 23).

Эти данные показывают, что равнина Голодной Степи в преобладающей массе покрыта незасоленными до значительных глубин пустынными светлоземами, занимающими до 77—81% ее площади и являющимися при орошении очень хорошими, а местами идеально пригодными для орошения землями. Засоленные пустынные светлоземы занимают не более 10,4—11,4% общей площади, требуют предварительной мелиорации по борьбе с засолением, после чего превращаются в культурные земли не хуже самых лучших незасоленных от природы; неудобные и малоудобные земли в общей массе, как сильно засоленные, солончаковые, бугристые неровные места, так и кое-где развеянные пески, составляют около 11,6% всей площади.

Процент хороших незасоленных земель по разным районам колеблется весьма значительно. Предназначенные под орошение в первые очереди — Северный район площадью почти в 149.000 гектар и Центральный район до 200.000 гектар — обладают почвенными рессурсами исключительного качества. В первом из них отличные незасоленные земли составляют 97,4%, а во втором — 87,0% от общей их площади.

В районе существующего орошения до 31% приходится на засоленные земли, требующие мелиорации, что весьма рельефно оттеняет прежний неудачный выбор в Голодной Степи объекта первого орошения.

**Общая характеристика солевого и механического состава почв.**

Ближайшее знакомство с отдельными подтипами, видами и разновидностями почв обнаруживает в различных частях Голодной Степи большие различия, главным образом, в механическом составе почв и грунтов, в их однородности или резкой слоистости и в степени засоления верхних или глубоких горизонтов и проч.

Главнейшие составные части голодностепского лесса — песчаная пыль, глина и известь (угле-соли) — входят в его состав в весьма различных относительных количествах, составляя для песчаной пыли 20—40—60% и углекислых солей — 15—20%. Значительные сплошные песчаные площади встречаются только в Джиты-Сае; в остальных же местах пески наблюдаются лишь сравнительно небольшими пятнами

ТАБЛИЦА, характеризующая подразделение всей площади Голодной Степи на районы, с показанием для каждого района общей, валовой и действительной площади орошения (в гектарах).

| REGIONS РАЙОНЫ | Total area in contour Общая площадь, заключенная в контуре | Non alkalized lands Площ. незасолен. земель | | | Alkalized lands Площадь засоленных земель | | | | | Gross area of lands fit for irrigation (non alkalized and slightly alkalized lands) Валовая площадь пригодных к орошению земель, равная сумме площадей, незасоленных и легко засоленных | Area actually irrigated with coefficient of land utilization conventionally assumed at 0,88 Действительная площадь орошения при условно принятой величине коэф. земельного использования, равной 0,88 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Total area Общая | Fit for irrigation Могущие орошаться: By gravity Самотечно | Fit for irrigation Могущие орошаться: By pumping Путем механического подъема воды | Total area Общая | Saltpes („solonchak") and highly alkalized with hillocky topography Солончаки и сильно засоленные со сложным рельефом | Highly alkalized on heavy silty deposits Сильно засоленные на тяжелых глинисто-илистых отложениях | Highly alkalized on sandy or loose deposits Сильно засоленные на рыхлых отложениях | Slightly alkalized Легко засоленные | | |
| **1. Lands commanded by the Golodnaya Steppe Main canal<br>Земли, лежащие в районе орошения Голодностепского Магистрального канала** | | | | | | | | | | | |
| 1. Region of the Northern part commanded by the existing irrigation system . . . / Район Северной части, захватываемый существующей системой орошения . . . . . | 135,840 | 85,510 | 85,510 | — | 50,330 | 8,320 | 120 | — | 41,890 | 127,400 | 112,110 |
| 2. Region of the Northern part outside of the existing irrigation system . . . . . / Район Северной части, остающийся вне существующей системы орошения . . . . . | 148,770 | 144,550 | 134,400 | 10,550 | 3,820 | 1,720 | — | — | 2,100 | 147,050 | 129,460 |
| 3. Region of the Northern part lying between the existing Left branch canal and new reaches of Golodnaya Steppe Main and Northern canals . . . . . / Район Северной части, заключенный между существующей Левой ветвью и новыми участками Голодностепского Магистрального и Северного рабочего каналов . . . . . | 4,400 | 4,400 | 4,400 | — | — | — | — | — | — | 4,400 | 3,870 |
| 4. Tugai lands fit for irrigation by waste and surplus waters of the Northern canal. / Тугайные земли, орош. которых возможно сбросными и сберегаем. водами системы Сев. раб. кан. | 51,350 | — | — | — | 51,350 | — | — | — | — | — | — |
| 5. The Sardoba depression without outlet requiring mechanical lift of surplus waste water / Сардобинская котловина, требующая машинного отвода отработанной воды . . . . . | 15,770 | 2,050 | 2,050 | — | 13,720 | 11,270 | — | — | 2,450 | 4,500 | 3,950 |
| 6. Central part . . . . . / Центральная часть . . . . . | 201,880 | 173,600 | 173,600 | — | 28,280 | 14,840 | 6,560 | 780 | 6,100 | 179,700 | 158,125 |
| Total area of the lands commanded by the Golodnaya Steppe Main canal . . / Итого в районе командования Голодностепского Магистрального канала . . . . | 558,010 | 410,510 | 399,960 | 10,550 | 147,500 | 36,150 | 6,680 | 780 | 52,540 | 463,050 | 407,525 |
| **2. Lands commanded by the Begovat South canal<br>Земли, лежащие в районе орошения Южного Беговатского канала** | | | | | | | | | | | |
| 7. Southern part . . . . . / Южная часть . . . . . | 123,940 | 99,650 | 99,650 | — | 24,290 | 3,790 | 7,880 | 4,670 | 7,950 | 107,600 | 94,700 |
| **3. Lands requiring the pumping irrigation (Begovat variant of the South canal)<br>Земли, требующие машинного орошения при Беговатском варианте Южного канала** | | | | | | | | | | | |
| 8. Region fit for irrigation either by pumping from the Southern canal or by a special gravity canal with a head-regulator located between Kaznak village and Ksta-Tugai . . . . . / Район возможного орошения путем механического подъема воды из Южного канала или посредством самостоятельного самотечного канала из р. Сыр-Дарьи при устройстве головного сооружения между кишлаком Казнак и Кета-Тугаем . . | 74,110 | 44,000 | — | 44,000 | 30,110 | 7,330 | 3,460 | 12,120 | 7,200 | 51,200 | 45,030 |
| **4. Lands of the foot-hill region Земли предгорного района** | | | | | | | | | | | |
| 9. Region fit for irrigation in separate oases by means of tapping underground waters . / Район возможного орошения отдельными оазисами путем каптажа подземных грунтовых вод . | 111,050 | 69,130 | — | 69,130 | 41,920 | 6,300 | 6,580 | 3,870 | 25,170 | 94,300 | 82,950 |
| | 867,110 | 623,290 | 499,610 | 123,680 | 243,829 | 53,570 | 24,600 | 21,440 | 92,860 | 716,150 | 630,205 |

Notes. 1) The 135,840 hectares of the total area of the Northern region representing the extent of the present irrigation system do not include 3,300 hectares rented by Penkov which are grouped together with the lands of the Southern part irrigated by gravity flow.

2) Out of the 107,600 hectares proposed for irrigation in the Southern part of the Golodnaya Steppe an area of 27,350 hectares immediately adjoining the Golodnaya Steppe Main canal, is proposed to be irrigated in the first turns by pumping from the canal mentioned. Subsequently after the construction of the Southern Begovat canal, the area named will be irrigated by the latter, the water being delivered by gravity.

3) Out of the total figure of 463,050 hectares of gross area of irrigation commanded by the Golodnaya Steppe Main canal 57,200 hectares are irrigated presently. Out of the remaining area of 405,850 hectares but 378,500 hectares are proposed to be first irrigated, the remaining 27,350 hectares being held as a reserve. The reserved lands consists of:

| | |
|---|---|
| Slightly alkalized soils within the region of the existing irrigation system | 6,200 hectares |
| Virgin soils requiring mechanical irrigation in the Northern part outside of the existing irrigation system | 10,550 „ |
| Virgin soils and slightly alkalized soils of the Sardoba depression without outlet | 4,500 „ |
| Slightly alkalized soils in the Central part | 6,100 „ |
| | 27,350 hectares |

Примечания. 1) В цифру 135,840 гектар для общей площади Северной части, захватываемой существующей системой орошения, не включены 3,300 гектар аренды Пенькова, так как они входят в общую площадь Южной части, как орошаемые самотечно.

2) Из 107,600 гектар Южной части в 1-ю очередь предположено оросить площадь в 27,350 гектар, непосредственно примыкающую к Голодностепному Магистральному каналу, путем механического подъема воды из последнего. В дальнейшем, после сооружения Южного Беговатского канала, эта площадь будет приключена к последнему и вода будет подаваться самотечно.

3) В числе 463,050 гектар валовой площади орошения, лежащей в сфере командования Голодностепного Магистрального канала, ныне орошается 57,200 гектар. Из остальной площади, равной 405,850 гектар, в 1-ю очередь предположены к орошению лишь 378,500 гектар, а 27,350 гектар оставляются в качестве резервной площади. Резервные земли составляются из:

| | |
|---|---|
| Легко засоленных земель, лежащих в районе, захватываемом существующей системой орошения, в количестве | 6,200 гектар |
| Целинных земель, требующих машинного орошения, лежащих в районе Северной части вне существующей системы орошения, в количестве | 10,550 „ |
| Целинных и легко засоленных земель Сардобинской котловины, в количестве | 4,500 „ |
| Легко засоленных земель, лежащих в Центральной части, в количестве | 6,100 „ |
| | 27,350 гектар |

SECTION № 75

Results of analyses calculated by silicateless salts (percentage on the dry soil).

РАЗРЕЗ № 75

Пересчет результатов анализов на бескремнеземные соли (в % на сухую почву).

| Depth in *cm* Глубина в *см* | Water soluble salts Водно-растворимые соли | | | | | | | Salts soluble in HCl and $C_2H_4O_2$ Соли, растворимые в HCl и $C_2H_4O_2$ | | | | Total $CaSO_4$ Всего $CaSO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $CaCO_3$ | $CaSO_4$ | $MgSO_4$ | $Na_2SO_4$ | NaCl | Total injurious salts Сумма вредных солей | Total Сумма | $CaCO_3$ | $MgCO_3$ | $CaSO_4$ | Total Сумма | |
| 0— 10 | 0.023 | — | — | 0.018 | 0.005 | 0.023 | 0.046 | 14.236 | 1.080 | 0.161 | 15.477 | 0.161 |
| 25— 35 | — | — | — | — | — | — | — | 17.815 | 1.233 | — | 19.048 | — |
| 60— 70 | — | — | — | — | — | — | — | 16.359 | 1.155 | — | 17.514 | — |
| 100—110 | 0.023 | — | — | 0.007 | 0.005 | 0.012 | 0.035 | 18.253 | 1.977 | 0.174 | 20.404 | 0.174 |
| 150—160 | 0.023 | — | — | 0.007 | 0.005 | 0.012 | 0.035 | 18.569 | 1.412 | 0.173 | 20.154 | 0.173 |
| 250—260 | 0.023 | — | — | 0.033 | 0.005 | 0.038 | 0.061 | 16.422 | 1.758 | 0.175 | 18.355 | 0.175 |
| 300—310 | 0.017 | — | — | 0.027 | 0.005 | 0.032 | 0.049 | 17.262 | 1.790 | 0.173 | 19.225 | 0.173 |
| 350—360 | 0.017 | — | — | 0.027 | 0.005 | 0.032 | 0.049 | 16.922 | 1.765 | 0.893 | 19.580 | 0.893 |
| 400—410 | 0.014 | 0.028 | — | 0.076 | 0.010 | 0.086 | 0.128 | 15.399 | 1.727 | 1.152 | 18.278 | 1.180 |
| 425—435 | — | — | — | — | — | — | — | 14.106 | 1.649 | 1.490 | 17.245 | 1.490 |
| 450—460 | 0.014 | 0.640 | 0.118 | 0.144 | 0.015 | 0.277 | 0.931 | 14.954 | 1.325 | 0.604 | 16.883 | 1.244 |
| 500—510 | 0.014 | 0.349 | 0.118 | 0.084 | 0.010 | 0.212 | 0.575 | 15.905 | 1.747 | 0.682 | 18.334 | 1.031 |
| 550—560 | 0.014 | 0.776 | 0.144 | 0.130 | 0.015 | 0.289 | 1.079 | 15.918 | 1.373 | 0.616 | 17.907 | 1.392 |
| 600—610 | 0.014 | 0.067 | 0.055 | 0.100 | 0.015 | 0.170 | 0.251 | 14.993 | 1.690 | 0.964 | 17.647 | 1,031 |
| 625—635 | 0.014 | 0.339 | 0.114 | 0.203 | 0.025 | 0.342 | 0.695 | 13.409 | 1.998 | 0.996 | 16.403 | 1.335 |
| 675—685 | 0.014 | 0.310 | 0.148 | 0.181 | 0.025 | 0.354 | 0.678 | 12.008 | 1.723 | 0.853 | 14.584 | 1.163 |
| 700—710 | 0.014 | 0.153 | 0.109 | 0.139 | 0.030 | 0.278 | 0.445 | 13.063 | 1.563 | 1.044 | 15.670 | 1.197 |
| 750—760 | 0.014 | 0.037 | 0.065 | 0.195 | 0.045 | 0.305 | 0.356 | 12.588 | 2.130 | 1.081 | 15.799 | 1.118 |
| 800—810 | 0.014 | 0.057 | 0.044 | 0.189 | 0.050 | 0.283 | 0.354 | 11.420 | 2.187 | 1.429 | 15.036 | 1.486 |
| 850—860 | 0.014 | 0.057 | 0.065 | 0.150 | 0.065 | 0.280 | 0.351 | 17.379 | 2.022 | 1.449 | 20.850 | 1.506 |
| 900—910 | 0.014 | 0.232 | 0.096 | 0.125 | 0.084 | 0.305 | 0.551 | 18.418 | 2.028 | 1.153 | 21.599 | 1.385 |
| 960—970 | 0.014 | 0.567 | 0.165 | 0.034 | 0.050 | 0.249 | 0.830 | 17.465 | 2.216 | 0.858 | 20.539 | 1.425 |

SECTION № 103

Results of analyses calculated by silicateless salts (percentage on the dry soil).

РАЗРЕЗ № 103

Пересчет результатов анализов на бескремнеземные соли (в % на сухую почву).

| Depth in *см* Глубина в *см* | Water soluble salts Водно-растворимые соли | | | | | | | Salts soluble in HCl and $C_2H_4O_2$ Соли, растворимые в HCl и $C_2H_4O_2$ | | | | Total $CaSO_4$ Всего $CaSO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $CaCO_3$ | $CaSO_4$ | $MgSO_4$ | $Na_2SO_4$ | NaCl | Total injurious salts Сумма вредных солей | Total Сумма | $CaCO_3$ | $MgCO_3$ | $CaSO_4$ | Total Сумма | |
| 1— 10 | 0.023 | — | — | 0.010 | 0.008 | 0.018 | — | 18.231 | 1.001 | 0.297 | 19.529 | 0.297 |
| 50— 60 | — | — | — | — | — | — | — | 15.188 | 1.233 | — | 16.421 | — |
| 100—110 | 0.022 | — | — | 0.012 | 0.004 | 0.016 | 0.038 | 19.765 | 1.377 | 0.229 | 21.371 | 0.229 |
| 195—205 | 0.022 | 0.145 | — | 0.136 | 0.020 | 0.156 | 0.323 | — | — | 0.302 | — | 0.447 |
| 230 | 0.022 | — | — | 0.102 | 0.032 | 0.134 | 0.156 | — | | 0.280 | — | 0.280 |
| 285 | — | — | — | — | — | — | — | 15.969 | 1.774 | — | 17.743 | — |
| 350 | 0.014 | 0.195 | 0.132 | 0.123 | 0.032 | 0.287 | 0.496 | 13.785 | 1.725 | 0.186 | 15.696 | 0.381 |
| 365—375 | — | 0.878 | — | 0.084 | 0.040 | 0.124 | — | — | — | — | — | — |
| 400 | 0.014 | 0.878 | 0.168 | traces следы | — | 0.168 | 1.107 | 16.830 | 1.458 | 0.271 | 18.559 | 1.149 |
| 500 | 0.014 | 0.058 | 0.057 | 0.202 | 0.048 | 0.307 | 0.379 | — | — | 1.514 | — | 1.572 |
| 585 | 0.014 | 0.944 | 0.174 | 0.075 | 0.064 | 0.313 | 1.271 | 15.892 | 1.141 | 2.316 | 19.349 | 3.260 |
| 650 | 0.010 | 0.519 | 0.195 | 0.113 | 0.064 | 0.371 | 0.900 | — | — | 1.292 | — | 1.811 |
| 700 | 0.010 | 0.549 | 0.191 | 0.102 | 0.048 | 0.341 | 0.900 | 16.621 | 1.112 | 0.780 | 18.513 | 1.329 |
| 800 | 0.010 | 0.571 | 0.219 | 0.236 | 0.112 | 0.567 | 1.148 | — | — | 1.232 | — | 1.803 |
| 900 | 0.010 | 0.413 | 0.207 | 0.319 | 0.104 | 0.630 | 1.058 | — | — | 1.831 | — | 2.244 |
| 1000 | 0.010 | 0.511 | 0.215 | 0.320 | 0.112 | 0.647 | 1.168 | 14.828 | 1.284 | 2.699 | 18.811 | 3.210 |
| 1050 | 0.010 | 0.058 | 0.113 | 0.270 | 0.128 | 0.511 | 0.579 | — | — | 1.003 | — | 1.061 |

*Таблица XII.* *Plate XII.*

## SECTION № 90

Results of analyses calculated by silicateless salts (percentage on the dry soil).

## РАЗРЕЗ № 90

Пересчет результатов анализов на бескремнеземные соли (в % на сухую почву)

| Depth in *cm* Глубина в *см* | Water soluble salts Водно-растворимые соли | | | | | | | Salts soluble in HCl and $C_2H_4O_2$ Соли, растворимые в HCl и $C_2H_4O_2$ | | | | Total $CaSO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $CaCO_3$ | $CaSO_4$ | $MgSO_4$ | $Na_2SO_4$ | NaCl | Total injurious salts Сумма вредных солей | Total Сумма | $CaCO_3$ | $MgCO_3$ | $CaSO_4$ | Total Сумма | Всего $CaSO_4$ |
| 0— 10 | 0.015 | 0.018 | 0.015 | — | 0.002 | 0.017 | 0.050 | 11.508 | 1.359 | 0.393 | 13.260 | 0.411 |
| 20— 30 | 0.013 | 0.019 | 0.015 | — | 0.001 | 0.016 | 0.048 | — | — | 0.346 | — | 0.365 |
| 40— 50 | 0.012 | 0.019 | 0.018 | — | traces / следы | 0.018 | 0.049 | — | — | 0.413 | — | 0.432 |
| 80— 90 | 0.012 | 0.021 | 0.024 | — | » | 0.024 | 0.057 | — | — | 0.480 | — | 0.501 |
| 104— 114 | 0.004 | 0.741 | 0.096 | 0.014 | » | 0.110 | 0.855 | 15.139 | 0.753 | 0.734 | 11.626 | 1.475 |
| 150— 160 | 0.003 | 0.009 | 0.066 | 0.034 | » | 0.100 | 0.112 | 14.743 | 1.756 | 0.530 | 17.029 | 0.539 |
| 180— 190 | 0.004 | 0.701 | 0.090 | 0.036 | 0.002 | 0.128 | 0.833 | — | — | 3.343 | — | 4.044 |
| 215— 225 | 0.008 | 0.031 | 0.057 | 0.098 | 0.005 | 0.160 | 0.221 | — | — | 0.240 | — | 0.301 |
| 248— 253 | 0.006 | 0.211 | 0.122 | 0.179 | 0.007 | 0.308 | 0.525 | — | — | 0.374 | — | 1.085 |
| 290— 300 | 0.006 | 0.049 | 0.057 | 0.096 | 0.010 | 0.163 | 0.218 | 15.382 | 1.883 | 0.474 | 17.739 | 0.523 |
| 335— 345 | 0.005 | 0.235 | 0.057 | 0.261 | 0.025 | 0.343 | 0.583 | — | — | 0.590 | — | 0.825 |
| 360— 370 | 0.007 | 0.039 | 0.048 | 0.069 | 0.010 | 0.127 | 0.173 | — | — | 0.503 | — | 0.542 |
| 400— 410 | 0.006 | 0.206 | 0.051 | 0.160 | 0.038 | 0.249 | 0.461 | — | — | 0.900 | — | — |
| 500— 510 | 0.005 | 0.078 | 0.07 | 0.005 | 0.026 | 0.106 | 0.189 | 14.886 | 1.767 | 0.087 | 16.740 | 0.165 |
| 575— 585 | 0.007 | 0.041 | 0.039 | 0.003 | 0.010 | 0.052 | 0.100 | 13.757 | 1.667 | 0.643 | 16.107 | 0.684 |
| 600— 610 | 0.008 | 0.036 | 0.039 | — | 0.013 | 0.052 | 0.096 | 17.460 | 1.917 | 0.037 | 19.414 | 0.073 |
| 700— 710 | 0.008 | 0.046 | 0.039 | 0.019 | 0.007 | 0.065 | 0.119 | 13.734 | 1.604 | 0.061 | 15.399 | 0.107 |
| 740— 750 | 0.008 | 0.046 | 0.048 | 0.009 | 0.007 | 0.064 | 0.118 | 14.155 | 1.556 | 0.095 | 15.806 | 0.141 |
| 770— 780 | 0.007 | 0.041 | 0.062 | — | 0.005 | 0.067 | 0.115 | 12.159 | 1.353 | 0.366 | 13.908 | 0.407 |
| 805— 815 | 0.007 | 0.184 | 0.095 | 0.064 | 0.020 | 0.179 | 0.370 | 13.855 | 1.313 | 0.464 | 15.632 | 0.648 |
| 890— 900 | 0.007 | 0.058 | 0.048 | 0.074 | 0.013 | 0.135 | 0.200 | 14.173 | 1.576 | 0.326 | 16.075 | 0.384 |
| 1000—1010 | 0.009 | 0.216 | 0.105 | 0.174 | 0.020 | 0.299 | 0.524 | 18.729 | 1.704 | 0.637 | 21.070 | 0.853 |
| 1060—1070 | 0.007 | 0.048 | 0.045 | 0.060 | 0.010 | 0.115 | 0.170 | 13.653 | 1.516 | 0.303 | 15.472 | 0.351 |
| 1075—1085 | 0.007 | 0.413 | 0.155 | 0.231 | 0.023 | 0.409 | 0.829 | 13.890 | 1.376 | 1.319 | 16.585 | 1.732 |
| 1140—1150 | 0.007 | 0.031 | 0.024 | 0.035 | 0.010 | 0.069 | 0.110 | 13.734 | 1.489 | 0.415 | 15.638 | 0.449 |
| 1210—1220 | 0.004 | 0.267 | 0.107 | 0.161 | 0.018 | 0.286 | 0.557 | 16.429 | 1.576 | 1.132 | 19.137 | 1.399 |
| 1310—1320 | 0.003 | 0.493 | 0.182 | 0.432 | 0.094 | 0.708 | 1.204 | 17.652 | 1.545 | 1.353 | 20.550 | 1.846 |
| 1400—1410 | 0.005 | 0.410 | 0.143 | 0.355 | 0.043 | 0.541 | 0.956 | 14.273 | 1.593 | 1.639 | 17.505 | 2.049 |
| 1465—1475 | 0.004 | 0.359 | 0.176 | 0.140 | 0.165 | 0.481 | 0.844 | 13.597 | 1.738 | 1.110 | 16.745 | 1.469 |
| 1500—1510 | 0.005 | 0.449 | 0.215 | 0.323 | 0.219 | 0.757 | 1.211 | 12.647 | 1.585 | 0.869 | 15.101 | 1.318 |
| 1550—1560 | 0.004 | 0.422 | 0.215 | 0.316 | 0.277 | 0.808 | 1.234 | 14.243 | 1.656 | 1.083 | 16.982 | 1.505 |
| 1600—1610 | 0.005 | 0.272 | 0.143 | 0.209 | 0.221 | 0.573 | 0.850 | 14.230 | 1.740 | 0.981 | 6.951 | 1.253 |
| 1640—1650 | 0.003 | 0.772 | 0.299 | 0.364 | 0.284 | 0.947 | 1.722 | 14.637 | 1.631 | 2.217 | 18.485 | 2.989 |
| 1690—1700 | 0.012 | 0.089 | 0.057 | 0.004 | 0.122 | 0.183 | 0.284 | 12.441 | 1.215 | 0.473 | 14.129 | 0.562 |
| 1740—1750 | 0.002 | 0.849 | 0.242 | 0.307 | 0.300 | 0.849 | 1.700 | 12.144 | 1.357 | 7.017 | 20.518 | 7.866 |
| 1800—1810 | 0.010 | 0.031 | 0.053 | 0.128 | 0.336 | 0.517 | 0.558 | 16.041 | 1.882 | 0.130 | 18.053 | 0.261 |
| 1870—1880 | 0.002 | 0.632 | 0.227 | 0.152 | 0.351 | 0.730 | 1.370 | 14.163 | 1.556 | 4.161 | 19.880 | 4.799 |
| 1890—1900 | 0.004 | 0.126 | 0.134 | 0.087 | 0.346 | 0.567 | 0.697 | 13.859 | 1.765 | 0.473 | 16.097 | 0.599 |

paratively small patches within vast areas of loess soils. In the West, in the vicinity of the Kizil-Kum region, the Steppe loses gradually its character of a loess plain and assumes that of a sandy area, whereas in the South near the foot-hills it changes into a region of gravelly deposits.

**Water soluble salts in non-alkali soils.**

As regards the characteristics of the Golodnaya Steppe soils in relation ot their contents of salts soluble in water, we present data for three soil-types: non-alkali soils, alkali soils and salines („solonchak").

Very low contents of humus in these soils have been established by numerous examinations. In the uppermost layer of the sod alone (not over 5 centimeters from the soil) may be detected as much as 1.5 or 2 per cent of humus. In the arable layer the average humus contents generally varie about 1 per cent, in close connection with which may be noted the low contents of nitrogen in desert non-alkali svetlozem, not surpassing 5 — 6 per cent of the total contents of humus, i. e. ranging within the limits of 0.05 to 0.1 per cent of the dry matter of the soil.

In order to characterize non-alkali soils, analytical tables are given above showing typical sections NN°75,103 and 90 (see also soil map) fully demonstrating not only the variation in quantity and distribution of water soluble salts in soils and sub-soils, but also the entire silicaless part of the soil matter.

The given typical tables exhibit a negligible content of water soluble salts in the upper horizons of soils and sub-soils. The total quantity of salts injurious to culture contained in a layer 3 — 4 meters thick generally varies within the limits of from 0.02 to 0.03 per cent increasing in separate layers of the sub-soil to from 0.1 to 0.3 per cent. On the whole in non-alkali soils a negligible contents of water-soluble (injurious) salts are met with in the superficial horizons of the soil. Lower down especially in the zone of capillary moistening of the ground in layers from 3 to 4 meters above the level of ground waters (generally salted) an increase of the group of water soluble salts belonging to salts injurious to crops is usually encountered. The amount of these salts in deep layers of the sub-soil attains from 0.3 to 0.85 per cent this being still lower alkali-contents than in the case of alkali soils. Injurious salts most widely spread in the Golodnaya Steppe, are NaCl, $Na_2SO_4$ and $MgSO_4$.

By the activity of termites a certain part of the soils covering the plains is transformed into superficial focuses of alkalization extending over from 4 to 6 per cent of the area. This phenomenon occurs in soils where termites can convey salts from deeper horizons to superficial layers. Such focuses of salification are well displayed in the form of secondary superficial saline („solonchak") patches occuring subsequently to the irrigation of neighbouring reaches.

Observations of the group of non-alkali desert svetlozems show that even after 8 — 10 years irrigation no injurious forms of salification occur in the upper soil horizons: negligible local secondary saline („solonchak") patches are due to the action of particular factors and do not threaten the cultivation.

The ocurrence of silicaless salts in non-alkali soils and subsoils is very typical: carbonates of lime and magnesia constitute no less than 14 — 20 per cent and together with gypsum as much as 15 — 22 per cent. Carbonates of lime and magnesia exhibit a slight movement from the upper horizon to lower layers to a depth not greater than 60—100 centimeters below the surface. So insignificant displacement evidences the unimportant part played by chemical phenomena in the soil formation of desert regions. The gypsification of subsoils appears to be a normal and regular phenomenon in the soil forming process of desert zones and is manifested by a well developed gypsum horizon at a depth of 1—3 meters below the surface. As the moist and water saturated deep horizons of the soils are being approached, the quantity of gypsum usually increases.

The total amount of gypsum ranges from 0.1 to 1.2 per cent while separate layers may reach 4 to 7 per cent. Such a large accumulation of gypsum in non-alkali soils of the Golodnaya Steppe would serve a protection from the formation of the most injurious of salts, sodium carbonate, should such a process be actually possible; this is however impossible.

Attention should be paid to the low hygroscopic capacity of the Golodnaya Steppe desert soils and to their small contents of hydrate water (not above 1—1.5 per cent), this fact proving the low intensity of the processes of chemical weathering and for the slight accumulation of highly dispersed organic and mineral compounds: the content of suspensions and colloides in desert soils is very small.

среди обширных площадей лессовых почв. На западе, подходя к Кызыл-Кумскому району, Степь теряет характер лессовой равнины и переходит в область песков, а на юге, у самого предгорья, — в область галечных отложений.

**Водорастворимые соли незасоленных почв.**

Переходя к характеристике голодностепских почв в отношении содержания в них водорастворимых солей, приведем данные для трех типов почв: незасоленных, засоленных и солончаковых.

Многочисленные определения перегноя устанавливают весьма незначительное его содержание в этих почвах. Только в самой верхней части дерновины (не глубже 5 *см* от поверхности почвы) можно обнаружить до 1,5—2% перегноя. Среднее содержание перегноя в пахотном слое колеблется обычно около 1%. В связи с этим стоит и низкое содержание азота в незасоленных пустынных светлоземах, не превышающее 5—6% от всего количества перегноя, т.-е. колеблющееся в пределах 0,05—0,1% от сухой массы почвы.

Для характеристики незасоленных почв приводятся аналитические таблицы X, XI и XII по типовым разрезам №№ 75, 103 и 90, характеризующие в полной мере не только содержание и распределение водорастворимых солей в почво-грунтах, но и вообще всю бескремнеземную часть их массы.

Приведенные типовые таблицы обнаруживают ничтожное содержание водорастворимых солей в верхних горизонтах почвы и грунта. Сумма солей, вредных для культуры, содержащаяся в слое почво-грунта толщиною в 3—4 *м*, обычно колеблется в пределах 0,02—0,03%, доходя только в отдельных слоях грунта до 0,1—0,3%. В общем, в незасоленных почвах наблюдается обычно ничтожное содержание водорастворимых (вредных) солей в верхних горизонтах почво-грунта. По мере углубления, особенно в зоне капиллярного смачивания грунта, в слоях на 3—4 *м* выше грунтовых вод (обычно соленых), наблюдается увеличение количества водорастворимых солей в той части их, которая относится к вредным солям. Количество последних в глубоких горизонтах грунта достигает 0,3—0,85%, что все же ниже, чем у засоленных почв. Преобладающими вредными солями в Голодной Степи является NaCl, $Na_2SO_4$ и $MgSO_4$.

Благодаря работе термитов, некоторая часть равнинных почв превращена в поверхностные фокусы засоления, достигающие 4—6% от площади. Указанное явление имеет место в тех почвах, где термиты могут переносить соли из глубоких горизонтов в поверхностные слои. Эти фокусы засоления хорошо проявляются в виде вторичных поверхностных солончаковых пятен после орошения прилегающих земельных участков.

Наблюдения над группой незасоленных пустынных светлоземов показывают, что после орошения, даже через 8—10 лет, опасных форм засоления поверхностных горизонтов почвы не наблюдается: ничтожные локальные вторично солончаковые пятна вызываются причинами частного порядка и для сельскохозяйственной культуры не опасны.

Для незасоленных почв и грунтов весьма характерно содержание бескремнеземных солей: углекислая известь и магнезия в сумме составляют не менее 14—20%, а вместе с гипсом 15—22%. Углекислые известь и магнезия обнаруживают слабые перемещения из верхнего горизонта в нижние, находящиеся не глубже 60—100 *см* от поверхности. Это ничтожное перемещение свидетельствует о незначительной роли химических явлений в почвообразовании пустынных областей. Гипсирование грунтов в процессе почвообразования пустынной зоны составляет нормальное закономерное явление; оно проявляется хорошо обнаруживаемым гипсовым горизонтом на глубине 1—3 *м* от поверхности почвы. Гипсирование грунта, по мере приближения к влажным и насыщенным водой глубоким горизонтам, обычно книзу увеличивается.

Общее содержание гипса колеблется в пределах от 0,1 до 1,2%, а в отдельных прослойках достигает 4—7%. Такое значительное содержание гипса в незасоленных почвах Голодной Степи предохраняет их, если бы этот процесс вообще был возможен, от образования наиболее вредной из солей—соды; однако содовое засоление почв в Голодной Степи невозможно.

Обращает на себя внимание ничтожная гигроскопичность и малое содержание гидратной воды (не более 1—1,5%), что подтверждает слабую выраженность у пустынных почв Голодной Степи процессов энергичного химического выветривания и накопления высокодисперсных органических и минеральных соединений: содержание суспензий и коллоидов в пустынных почвах весьма незначительно.

Water soluble salts in alkali soils.

As has been stated above alkali desert svetlozem is represented by a great quantity of varieties and subvarieties, the most widely distributed being: alkali loamy svetlozem generally characterized by a ground water table being present at a depth of 4—5 meters below the surface, by a great uniformity in texture of soils and subsoils, large accumulation of water soluble salts, observed in virgin soils at a depth of not over 30—50 centimeters, and a well developed gypsum horison likewise shifted towards the surface and encountered at a depth of not greater than 40 — 60 centimeters. The soil section № 32 from a spot situated 20 km. North-East of the Golodnaya Steppe railway station in the region commanded by the Right branch is typical for soils of this kind.

The soil section № 32 shows that in the Golodnaya Steppe and especially in the region of the Right branch of the existing canal alkali clayey desert svetlozem are widely spread, the ground water plane prior to irrigation being at a low stage (2—3 meters below the surface); the waters are slightly mineralized (1—2 gr. per liter).

Water soluble salts accumulate near the surface of the soil the amount of such injurious salts close to the sod horizon reaching 0.242 per cent. The highest contents of salts are likewise met with relatively near the surface reaching a percentage as high as 1.28 at a depth of 60—70 centimeters. Near the ground water plane the contents of salts in the subsoil decrease to the small amount of 0.186 per cent. The general type of salification is chloride-sulphate with a predominance of sulphates over chlorides.

The history of the formation of alkali clayey soils has comprised an epoch which led to the extraction from higher and removal into lower horizons of carbonates of calcium and magnesia converted subsequently into sulphates. The increase of gypsum in the horizons of the subsoil and the accumulation therein of great quantities of gypsum proceeded on a large scale. Analyses demonstrate low contents of not over 0.2 per cent of silicaless salts in soils throughout the depth of 42 centimeters and high contents of gypsum reaching a maximum of 30.344 per cent at a depth from 42 to 160 centimeters. Below 160 centimeters the rock is poor in sulphates and becomes marly displaying a high percentage (up to 23 per cent) of carbonates of alkaline earths, mostly lime. In concordance to the development of the gypsiferous horizon the general contents of silicaless salts are very high, ranging to 38.622 per cent at a depth of 60 — 70 centimeters.

Nearly all analyses of alkali clayey svetlozem have exhibited higher contents of humus (generally about 2 per cent) in the sod and underlying gypsum horizons by comparison with non alkali desert svetlozem. This peculiarity appears to be most important for the appreciation of these soils, as after reclamation and removal of injurious salts they will become not inferior to most valuable cultured lands.

Detailed analyses of a large number of sections of alkali desert svetlozem have shown that with the rise of the ground water table to the surface and with the rise of the moist capillary layer to the upper portions of soil and subsoil, large quantities of water soluble salts are accumulated in these layers. In some cases, as for instance in the Jetty-Say region no definite relation is observed between the amount of salts present in alkali svetlozem (soil and subsoil) and the proximity of ground water plane. But in such cases the effects of conditions of surface run-off may be easily detected when the neighbouring plains are at present or were in the past overflowed with great masses of water precipitated from mountains and foot-hills and carrying with them fragments of rocks, fine mud matter and soluble salts. Thus have been and are still being formed proluvial and deluvial deposits. In many cases such deposits, having been formed long ago, have lost all connection with the process to which they are due, in others such connection, though not very apparent, is still manifested: the water still continues to bathe the surface, but it contains water soluble salts alone and no longer any mud-matter in suspension. In both cases the temporary periodically recurring excessive moistening of the surface under the conditions of a dry desert climate leads to a great accumulation of soluble salts from the water evaporated. When the percolation of water into the depths of the soil and subsoil is impeded by low permeability, the surface of the soil being rapidly dried out by evaporation—a typical dry soil with a high on the whole uniform salt contents throughout a great depth is the result.

The alkali desert svetlozem may be referred to the category of soils which manifest such a relation between the capillary ascent of salts and their penetration with the surface waters when salts are extracted out by atmospheric precipitation to a cer-

**Водорастворимые соли засоленных почв.**

Засоленные пустынные светлоземы представлены, как указывалось выше, значительным количеством видов и разновидностей, но наиболее распространенными являются засоленные суглинистые светлоземы, характеризующиеся обычно неглубоким залеганием уровня грунтовых вод (соленых) на глубине 4 — 5 *м* от поверхности почвы, значительной однородностью почвы и грунта в механическом отношении, значительными запасами водорастворимых солей, обнаруживаемых в девственных почвах не глубже 30 — 50 *см*, и хорошо развитым гипсовым горизонтом, также приближенным к поверхности почвы и залегающим на глубине 40 — 60 *см*. Почвенный разрез № 32, произведенный в 20 *км* на северо-восток от станции Голодная Степь в районе Правой ветви, является типичным для подобного рода почв.

Разрез № 32 характеризует распространенные в Голодной Степи, главным образом в районе Правой ветви существующего канала, засоленные глинистые пустынные светлоземы с неглубоким до орошения (на 2 — 3 *м* от поверхности) залеганием грунтовых вод, при чем воды мало минерализованы (1 — 2 *г* на 1 литр).

Водорастворимые соли залегают близко от поверхности почвы, при чем непосредственно под дерновым горизонтом количество водорастворимых (вредных) солей достигает 0,242%. Точно также и максимальное содержание солей приближено к поверхности, достигая на глубине 60 — 70 *см* значительной величины в 1,28%. Перед грунтовой водой содержание солей в грунте падает до небольшой величины в 0,186%. Общий тип засоления сульфатно-хлористый с преобладанием сернокислых солей над хлористыми.

В истории формирования глинистых засоленных почв была эпоха, приведшая к извлечению углекислой извести и магнезии из верхних горизонтов почвы и к перемещению в глубокие, с преобразованием их в соли серной кислоты. Весьма интенсивно шло гипсирование горизонтов подпочвы с накоплением громадных количеств гипса. Анализы показывают пониженное количество бескремнеземных солей в почве до глубины в 42 *см*, не превышающее 9,2%, и высокое содержание гипса в грунте на глубине 42 — 160 *см*, достигающее максимума в 30,344%. Глубже 160 *см* сульфуризация породы незначительна, но ее заменяет омергеливание, обнаруживающее щелочно-земельных карбонатов, преимущественно извести, до 23%. Соответственно развитию гипсового горизонта общее содержание бескремнеземных солей очень велико, на глубине 60 — 70 *см* достигая 38,622%.

Для засоленных глинистых светлоземов почти во всех случаях анализы обнаруживают повышенное содержание перегноя (обычно около 2%) в дерновом и нижележащем гипсовом горизонтах, сравнительно с пустынными незасоленными светлоземами. Эта особенность представляется весьма существенной для их оценки и эти земли после мелиорации, заключающейся в удалении избытка вредных солей, по своим качествам ни в чем не будут уступать лучшим культурным землям.

На основании подробно произведенных анализов большого числа разрезов засоленных пустынных светлоземов устанавливается, что с приближением к дневной поверхности горизонта грунтовых вод, с поднятием влажного капиллярного слоя до поверхностных частей почвы и грунта, в последних скопляются в значительном количестве водорастворимые соли. В некоторых случаях, как это имеет место в районе Джиты-Сая, не наблюдается прямой связи между степенью засоления почво-грунтов засоленных светлоземов и близостью грунтовых вод. Но тогда ясно выступает влияние таких условий стока поверхностных вод, при которых на соседние равнины с гор и предгорий скатываются или скатывались в прошлом большие массы вод, нагруженных обломками каменных пород, мелким грязевым материалом и растворимыми солями. В этом процессе формировались и ныне образуются пролювиальные и делювиальные отложения (наносы). Во многих случаях они давно сформировались и утратили связь с породившими их процессами, в других же эта связь осталась, но ослабленная: приносятся на поверхность почвы одни воды с растворимыми солями, но без взмученного грязевого материала. В обоих случаях повторяющееся временное избыточное увлажнение поверхности, в условиях климата пустынь, приводит и к накоплению из испарившихся водных масс большого количества водорастворимых солей. Если процесс передвижения воды в глубь почво-грунтов затруднен их малой проницаемостью, а испарение быстро высушивает поверхность почвы, — получается тип сухих, засоленных на большие глубины, но в общем довольно равномерно, почво-грунтов.

*Таблица XIII.*

SECTION № 16

*Plate XIII.*

Results of analises calculated by silicateless salts (percentage on the dry soil).

РАЗРЕЗ № 16

Пересчет результатов анализов на бескремнеземные соли (в % на сухую почву).

| Depth in *cm* Глубина в *см* | Water soluble salts Водно-растворимые соли | | | | | | | Salts soluble in HCl and $C_2H_4O_2$ Соли, растворимые в HCl и $C_2H_4O_2$ | | | | Total $CaSO_4$ Всего $CaSO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $CaCO_3$ | $CaSO_4$ | $MgSO_4$ | $Na_2SO_4$ | NaCl | Total injurious salts Сумма вредных солей | Total Сумма | $CaCO_3$ | $MgCO_3$ | $CaSO_4$ | Total Сумма | |
| 0— 2 | 0.017 | 0.743 | 1.019 | 8.135 | 3.581 | 12.735 | 13.495 | 24.270 | 2.470 | 3.020 | 29.760 | 3.763 |
| 3— 8 | 0.012 | 0.649 | 0.207 | 2.553 | 1.312 | 4.172 | 4.833 | 7.410 | 2.670 | 2.440 | 12.520 | 3.089 |
| 15— 20 | 0.012 | 0.638 | 0.191 | 1.108 | 0.618 | 1.917 | 2.567 | 21.230 | 2.860 | 5.160 | 29.250 | 5.798 |
| 45— 55 | 0.012 | 0.649 | 0.267 | 0.997 | 0.469 | 1.733 | 2.394 | 3.657 | 3.262 | 22.746 | 29.665 | 23.395 |
| 60— 70 | 0.011 | 0.646 | 0.183 | 0.840 | 0.249 | 1.272 | 1.929 | 8.537 | 2.920 | 31.155 | 42.612 | 31.801 |
| 75— 85 | 0.008 | 0.721 | 0.132 | 0.144 | 0.084 | 0.360 | 1.089 | 8.574 | 2.522 | 35.226 | 46.322 | 35.947 |
| 100—110 | 0.011 | 0.688 | 0.123 | 0.137 | 0.090 | 0.350 | 1.049 | 3.018 | 2.165 | 44.474 | 49.657 | 45.162 |
| 125—135 | 0.012 | 0.671 | 0.129 | 0.167 | 0.081 | 0.377 | 1.060 | 7.887 | 1.997 | 44.073 | 53.957 | 44.744 |
| 150—160 | 0.017 | 0.073 | 0.071 | 0.301 | 0.228 | 0.600 | 0.690 | 20.320 | 3.240 | 1.340 | 24.900 | 1.413 |

Estimated amount of salts present in soils und subsoils of the Golodnaya Steppe.

Таблица, характеризующая солевой запас почво-грунтов Голодной Степи.

| Number of sections Номера разрезов | Site Местоположение | | Thickness to the depth Слой до глубины in meters | Amount of salts in tons per hectar Количество солей в тоннах на гектар | | | | | | Depth to ground water plane Глубина до уровня грунтовых вод in meters |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $MgSO_4$ | $MgCl_2$ | NaCl | $Na_2SO_4$ | Total injurious salts Сумма вредных солей | Total $CaSO_4$ Всего $CaSO_4$ | |
| | | | Non-alkali soils — Незасоленные почвы. | | | | | | | |
| 75 | I. North-western part of the main plateau | Северо-западная часть основного плато | 3 | 0.00 | — | 1.97 | 5.93 | 7.90 | 68.8 | 9.7 |
| | | | 9.7 | 75.30 | — | 32.00 | 120.27 | 227.57 | 1220.00 | |
| 68 | II. North-eastern part of the main plateau | Северо-восточная часть основного плато | 3 | 23.00 | — | 6.49 | 37.30 | 66.79 | 368.00 | 15.0 |
| | | | 15 | 127.89 | — | 85.90 | 274.00 | 487.79 | 2182.00 | |
| 103 | III. South-western part of the main plateau | Юго-западная часть основного плато | 3 | 0.00 | — | 6.00 | 25.20 | 31.20 | 132.80 | 10.9 |
| | | | 10.9 | 187.20 | — | 92.50 | 229.50 | 509.20 | 2195.00 | |
| 90 | IV. Central part of the main plateau | Центральная часть основного плато | 3 | 23.65 | — | 1.15 | 22.90 | 47.70 | 600.00 | 19.0 |
| | | | 19 | 293.00 | — | 229.70 | 404.70 | 927.40 | 3460.00 | |
| | | | Alkali soils — Засоленные почвы. | | | | | | | |
| 50 | V. In the vicinity of the Ulkun-Salyk hill (in the region of the existing irrigated area) | Вблизи кургана Улькун-Салык (в районе существующего орошения) | 3 | 64.00 | — | 59.00 | 65.00 | 188.00 | 1335.00 | 4.1 |
| | | | 4.1 | 83.30 | — | 69.00 | 68.40 | 220.70 | 1710.00 | |
| 32 | VI. North-eastern region of the existing irrigated area | Северо-восточная часть района существующего орошения | 2.5 | 37.30 | — | 33.80 | 152.80 | 223.90 | 3608.08 | 2.6 |
| 91 | VII. Periphery of the Jetty-Say | Периферия Джитты-Сая | 3.00 | 88.00 | — | 251.50 | 191.50 | 531.00 | 1503.00 | 7.6 |
| | | | 7.6 | 206.00 | — | 480.00 | 245.00 | 931.00 | 2415.00 | |
| | | | Salines („solonchak") — Солончаки. | | | | | | | |
| 16 | VIII. Schur-Uziak | Шур-Узяк | 1.6 | 42.70 | — | 84.80 | 166.50 | 294.00 | 5755.00 | 1.6 |
| 92 | IX. Jetty-Say | Джитты-Сай | 3.00 | 94.00 | 3.50 | 766.11 | 343.40 | 1207.01 | 566.37 | 4.0 |
| | | | 4.00 | 123.00 | 3.50 | 881.30 | 462.10 | 1469.90 | 636.91 | |

tain depth, whereas the upper horizons are either nearly free from salts or contain but a small quantity of the latter. By the morphological properties of the upper horizons these soils differ but slightly from non-alkali soils, while the subsoil, the lower strata and occasionnally the lower part of the soddy horizon contain a great amount of salts.

**Water soluble salts in saline („solonchak") soils.**

Soils of the saline („solonchak") type as well as recent saline („solonchak") formations are sporadically found in different regions of the Golodnaya Steppe: in the region now irrigated, in the southern (Jetty-Say) region, along the limit of the north-western part and in the tugai complex of soils. They generally indicate at the proximity of the ground water table from the surface and display a concentration of vast quantities of salts in the superficial layers, the surface being covered with salt accumulations and crusts of various kinds. Section № 16 may serve as an example of an saline („solonchak") soil of the irrigated part of the Golodnaya Steppe described before irrigation.

Analytical results as calculated and presented in the attached plate XIII in the form of probable water soluble salts and salts soluble in weak acids outline of the peculiar features of contents and distribution of the silicaless salts in the given saline („solonchak") soil.

As may be concluded from the analytical data in most layers of section № 16 the chief components of the soil are silicaless salts constituting more than $^1/_3$ and even $^1/_2$ of their total mass.

If the percentage of magnesium carbonate present in all horizons of the section does not a lower percentage than in other varieties of non-alkali soils and displays but a slight variation in the limits of 2 to 3.3 per cent, then the calcium carbonate contents, on the contrary, greatly varie in different horizons. The maximum contents of lime occur in the soil crust (24.3 per cent), the minimum in the gypsum horizon (3.02 per cent); similar variations occur both in the upper and lower horizons of the section. Lime (carbonate) is easily transportable in saline („solonchak") soils of the Shur-Uziak: it displays a great mobility and concentrates in salt crusts, in quantities not inferior to other more mobile salts when the soil is by capillary action moistened to the surface. The reverse process is observed to occur in the gypsum horizon, when calcium carbonate is substituted by calcium sulphate, although it seems hardly credible that this process is a simple substitution of calcium of the carbonate. Carbonate of calcium solved may possibly migrate from upper horizons into the tuff-like lower layer where the contents of alkaline earth carbonates reache a percentage of 23.5.

The amount of calcium sulphate is excessively great. Even the upper soil horizons down to 42 cm. contain from 3.0 to 5.8 per cent of gypsum (as calculated by anhydrous salt) exceeding in that respect both alkali and non-alkali desert svetlozem whose gypsum contents in the upper horizons (above the gypsum horizon) generally range from 0.1 to 1 per cent. In the horizon of the gypsum stab the contents of calcium sulphate suddenly increase to 23.4 per cent, reaching 45.5 per cent at a depth of 100 centimeters.

In these soils, as well as in alkali soils of adjacent regions, among noxious alkalis, sulphates predominate over chlorides, the contents of noxious water soluble alkalis notably decreasing downwards from the soil crust and upper layers to deeper horizons. The contents of sodium sulphate ($Na_2SO_4$) are highest; on the second place is sodium chloride (NaCl), while that of magnesium sulphate ($MgSO_4$) occupies the third place. The fluctuations of alkali content are very great, ranging from 12.74 per cent in the salt crust to 0.4 per cent in the layer above the water plane. The mineralization of ground waters is not high, attaining 7.3 grammes per liter.

It seems evident that these highly alkali soils with compact water-tight horizons must be excluded from the category of irrigable lands.

**The total quantity of salts in soils and subsoils of the Golodnaya Steppe.**

In order to find out measures for reclaming alkali soils and make a forecast of the developpement of irrigated territory it would be necessary to possess, besides the typical analytical data considered above, figures regarding the quantity of salt present in various soil and subsoil types of the Golodnaya Steppe. Such estimations have been made and the results relative to the different layers are given in detailed tables, where the variation in absolute weight of soils and subsoils at different depths and modifications in their texture have been taken into amount. The attached table gives in a short account of the contents of injurious and other water soluble salts per hectare in the upper three-meters thick layer of the sections described above; under irrigation

Засоленные пустынные светлоземы представляют тип такого соотношения между процессом подъема солей по капиллярам и процессом поступления их вместе с просачивающейся поверхностной водой, когда наблюдается естественное вымывание солей атмосферными осадками на некоторую глубину и поверхностные горизонты почвы представляются почти лишенными солей, либо они встречаются в незначительном количестве. Почвы по морфологическим признакам верхних горизонтов мало отличаются от незасоленных, но нижние их горизонты, а иногда и нижняя часть дернового слоя содержит такое же количество солей, какое находится в нижележащем грунте.

**Водорастворимые соли солончаковых почв.**

Почвы солончакового типа, а также и современные солончаковые образования встречаются спорадически в разных районах Голодной Степи: в существующем орошенном, южном (Джиты-Сай), по периферии северо-западного и в тугайном комплексе. Они почти всегда обнаруживают близость от поверхности грунтовой воды и концентрацию громадного количества солей в поверхностном слое, с образованием на поверхности разнообразных солевых скоплений и корок. Примером солончаковой почвы может служить разрез № 16 из района орошенной части Голодной Степи, описанный до ее орошения.

Результаты анализов, перечисленные и представленные в форме возможных водорастворимых и растворимых в слабых кислотах солей, обнаруживают, как видно из таблицы XIII, своеобразную картину содержания и распределения бескремнеземных солей в рассматриваемом солончаке.

Аналитические данные обнаруживают, что почти во всех слоях разреза № 16 главное место занимают бескремнеземные соли, составляющие больше $^1/_3$ и даже $^1/_2$ всей их массы.

Если углекислая магнезия во всех горизонтах разреза, при содержании не менее чем в других видах незасоленных и засоленных почв, обнаруживает малые колебания в пределах от 2 до 3,3%, то углекислая известь, наоборот, в разных горизонтах содержится в весьма отличающихся количествах. Максимум извести находится в солевой корке (24,3%), минимум в гипсовом горизонте (3,02%); такие же колебания наблюдаются в различных горизонтах разреза, как в верхних, так и в нижних. Известь (углекислая) испытывает крупные передвижения в солончаковых почвах Шур-Узяка: она обладает большой подвижностью, концентрируясь в солевых корках, при условии капиллярного смачивания почвы до поверхности, в количествах не ниже других более подвижных солей. В гипсовом горизонте протекает обратный процесс замещения карбоната кальция сульфатом кальция, при чем самый ход процесса трудно представить, как прямое замещение кальция карбонатной соли. Возможно, что углекислая известь из верхних горизонтов в растворенном виде мигрирует в нижний туфообразный слой, где содержание щелочно-земельных карбонатов достигает 23,5%.

Количества сульфата извести чрезмерно велики. Даже верхние почвенные горизонты до глубины 42 *см* содержат от 3 до 5,8% гипса (в пересчете на безводную соль), превосходя в этом отношении как незасоленные, так и засоленные пустынные светлоземы, в которых содержание гипса в верхних горизонтах (до гипсового) обычно от 0,1 до 1%. В горизонте гипсовой плиты содержание сернокальциевой соли сразу увеличивается до 23,4%, а дальше, на глубине 100 *см* — до 45,5%.

Среди вредных водорастворимых солей, количество которых резко уменьшается от солевой корки и верхних горизонтов к нижним, преобладают, как и в засоленных почвах прилегающего района, сернокислые соли над хлористыми. Всего больше содержится глауберовой соли ($Na_2SO_4$), второе место занимает поваренная соль (NaCl) и третье место — горькая соль ($MgSO_4$). Колебания в содержании солей весьма значительны: от 12,74% в солевой корке до 0,4% в слое перед грунтовой водой. Минерализация последней средняя, доходя до 7,3 г на 1 литр.

Совершенно ясно, что по степени засоления и наличию плотных горизонтов, непроницаемых для воды, такого рода почвы должны исключаться из фонда пригодных для орошения земель.

**Солевые запасы почво-грунтов Голодной Степи.**

Для установления мероприятий по борьбе с засолением, а также для прогноза судеб орошенных территорий, кроме приведенных типовых аналитических материалов, совершенно необходимо располагать данными о солевых запасах в почво-грунтах Голодной Степи разных типов. Такие расчеты были произведены и результаты их послойно представлены в виде детальных таблиц с учетом изменения абсолютного веса почво-грунтов на разных глубинах и сменах механического состава. В сокращенном виде для описанных выше

by capillary action the salts may rise from this layer up the surface, thereby producing strong salification, to the degree of the formation of secondary salines („solonchak").

The given data show that under irrigation the amount of injurious salts in the first three meters of non-alkali soils ranges from 7.90 to 66.79 tons per hectare, which quantity if the neutralizing effect of other salts and of gypsum be taken into account practically cannot lead to dangerous forms of salt accumulation. In fact, observations of the irrigated lands in the region of the Left branch of the Golodnaya Steppe canal with old villages dating since 1915 (the Slaviansky village and others) show that here occur but small separated patches of secondary alkali soils with so negligible contents of salts that is scarcely perceptible in agriculture, the cultivation of cotton included. The total amount of injurious salts in the whole mass above the water plane depends directly upon the thickness of the soil and subsoil layer above the water table, and ranges from 227.6 to 927.4 tons per hectare. Under irrigation, with a predominating downward flow of percolating irrigation water, salts are generally driven down into the subsoil, returning afterwards but very slowly at a certain percentage only to the upper layers due to capillarity. If the water plane keeps at a depth of from 2.5 to 3 meters below the surface, it is not difficult to maintain under irrigation the requisite equilibrium in the salt-water contents of non-alkali soils, under which salts will not rise to the surface from lower lying layers. And yet, it may possibly happen, that excessive moistening of irrigated soils may lead to water-logging and to a rise of the water table up to but 1.5 to 2 meters from the surface; in such cases, independently of the possibility of salification, measures have to be provided to lower the water table also in soils non-alkali prior to irrigation.

In the case of alkali soils large quantities of salts present in the upper 3 meters layer of soil and subsoil should be especially considered, these quantities reaching from 188 to 532 tons per hectare, i. e. from 8 to 24 times more than in non-alkali soils. The total amount of injurious salts present in the entire volume of the soil, due to its generally restricted thickness above the ground water plane, ranges in alkali soils from 220 to 931 tons, which amount is likewise several times greater than in a corresponding thickness of non-alkali soils.

As may be learned from the experience offered by the irrigation of the region about the Right branch of the existing canal, alkali soils within 1—2 years after irrigation were wholly converted into secondary salines („solonchak"), this transformation owing to the rise of the water table to the depth from 0.5 to 1.5 meters from the surface. Therefore reclamation and treatment by drainage with the resulting removal of salts is necessary in such regions.

Fears often expressed for the future of the Golodnaya Steppe soils and the possibility of their salification by the most injurious salts — alkali carbonates (soda) — appear to have no real foundation in view of large accumulations of gypsum in the soils and subsoils of the Golodnaya Steppe, which prevents the formation of soda.

**Ground waters of Golodnaya Steppe.**

The ground water plane of the Golodnaya Steppe is found at a depth of 0.7 to 40 meters below the surface. In the periphery of the Steppe, namely in the now-a-day valley, in the southern region of saline („solonchak") depressions, in salines of the zone of the Steppe transitional to the Kizil-Kum, as well as in the region of Tuz-Kane the depth of water plane ranges from 0.7 to 4 meters. On approaching the centre of the plateau and the foot-hills, the water table increases in depth and is subject to variations in depth sometimes sudden and othertimes gradual, owing to the configuration of the micro-relief. The general inclination of the ground water plane agrees with that of the surface of the Golodnaya Steppe. As may be seen from the isolines (See atlas), based on the difference between the absolute elevations of the surface at points of borings and the depths of the ground water table, the ground water table gradually falls from South and South-East, i. e. from the foot of the slopes of the Turkestan ridge to the North-West, the angle of inclination gradually diminishing in the same direction. An exception is observed at the northern and north-eastern parts of the Steppe, where the water table is inclined from the Syr-Daria to the Kizil-Kum desert, occasionally deviating from the general slope of the country.

The depths to the ground water plane as well as the character of its fluctuations is in close relation with the topography and the general geomorphological features of

разрезов почв в прилагаемой таблице (таблица XIV, стр. 27) приводятся данные о содержании вредных и вообще воднорастворимых солей в тоннах на 1 десятину в верхнем 3 *м* слое почво-грунтов, откуда по капиллярам при орошении могут перемещаться соли к поверхности, вызывая острое засоление вплоть до образования вторичных солончаков.

Из этих данных видно, что при орошении незасоленных почв вредных солей в первых трех метрах содержится на 1 *га* от 7.90 до 66,79 *т*, каковое количество, имея в виду еще и нейтрализующее действие других солей и влияние гипса, практически не может вызвать опасных форм засоления. Действительно, наблюдения над орошенными землями в районе Левой ветви Голодностепского канала со старыми поселками, заселенными с 1915 года (Славянский и др.), показывают, что в этих поселках встречаются лишь отдельные небольшие пятна вторично засоленных почв с таким незначительным содержением солей, что оно почти неощутимо для земледельческой культуры и в частности хлопка. Общие запасы вредных солей во всей толще до грунтовой воды находятся в прямой зависимости от мощности толщи почво-грунта до воды и выражаются в количестве от 227,6 до 927,4 *т* на *га*. При орошении с преобладанием нисходящих токов фильтрующей поливной воды обычно соли оттесняются в глубь грунта и потом медленно и только в некоторой части возвращаются обратно в верхние слои капиллярным подъемом. При условии установления уровня грунтовых вод на 2,5—3 *м* ниже поверхности нетрудно поддерживать при орошении такое водносолевое равновесие, при котором из глубоких горизонтов незасоленных почв соли к поверхности не поднимаются. Возможно, однако, что избыточное увлажнение орошаемых почв может привести к сильному заболачиванию, подъему грунтовых вод до 1,5—2 *м* от поверхности; тогда независимо от возможного засоления необходимо предвидеть мероприятия по понижению уровня грунтовых вод и для незасоленных до орошения земель.

Для засоленных почв приходится учитывать значительные солевые запасы в верхней толще почво-грунта до 3 *м*, достигающие до 188—532 *т* на 1 *га*, т.-е. в 8—24 раз больше, чем в незасоленных землях. Содержание общего запаса вредных солей во всей толще, благодаря небольшой, обычно, ее мощности до грунтовой воды, у засоленных почв колеблется от 220 до 931 *т*, что также во много раз больше, чем в соответствующей мощности толще незасоленных почво-грунтов.

При орошении засоленных почв грунтовые воды, как показывает опыт района Правой ветви существующего канала, в течение 1—2 лет поднимаются до уровня 0,5—1,5 *м* от поверхности и все такие почвы превращаются во вторичные солончаки. Для таких районов мелиорация с удалением избытка солей при помощи дренажа необходима.

Возникавшие неоднократно опасения за судьбы почв Голодной Степи и возможное в будущем их осолонение наиболее опасными солями—щелочными карбонатами (содой)—не имеют под собой никаких реальных оснований, так как значительные запасы гипса в почво-грунтах Голодной Степи исключают возможность образования соды.

**Грунтовые воды Голодной Степи.** Почвенно-грунтовые воды Голодной Степи залегают на глубине от 0,7 до 40 *м* от поверхности земли. В периферии Степи: в современной долине, в южной области солончаковых понижений, в солончаках переходной полосы степи в Кызыл-Кумы и в районе Туз-Кане, грунтовые воды расположены на глубине от 0,7 до 4 *м*. По мере удаления к центру плато и предгорьям почвенно-грунтовые воды углубляются, представляя ряд колебаний то постепенных, то резких, в зависимости от изменений микрорельефа. Общий уклон уровня почвенно-грунтовых вод находится в соответствии с общим падением поверхности Голодной Степи. Почвенно-грунтовые воды, как это видно (см. атлас) из изолиний, вычерченных по разности между абсолютными отметками поверхности земли в месте заложения буровых скважин и глубинами залегания вод, постепенно падают с юга и юго-востока, т.-е. от основания склонов Туркестанского хребта, к северо-западу, при чем угол падения постепенно уменьшается в этом же направлении. Исключение представляют лишь северная и северо-восточная часть Степи, где уровень вод падает от Сыр-Дарьи к Кызыл-Кумам, иногда расходясь с общим падением поверхности.

Глубины стояния грунтовых вод, а также характер колебания этих глубин находятся в тесной связи с рельефом и общими геоморфологическими условиями районов, приведенными в предыдущей главе. Гидрологический режим этих районов может быть характеризован следующим образом.

Первый район—это покатая равнина предгорий Туркестанского хребта, окаймляющая с юга собственно Голодную Степь, т.-е. тот земельный массив, который предполагается

the region. The hydrological regime of these regions may be characterized in the following way.

The first region is a sloping plain of the foot-hills of the Turkestan mountain-ridge, bordering from the South the Golodnaya Steppe proper, i. e. the area which it is proposed to irrigation. It is traversed by extending north-western, north and north-eastern direction deep narrow valleys. Depressions alternate with small ridges. Salines („solonchak") are developed in the depressions of the northern part of this region.

The highest points of the Golodnaya Steppe plateau are situated in the southern part of the region. Here the water table although attaining the greatest depths below the surface (over 15 meters) at the same time presents the highest absolute elevation of the water table (338 meters, 182 sagenes). The variations in the depth of the water plane according to the character of the topography are here observed, the depth to the ground water table on high-lying plains reaching from 16 to 17 meters, whilst at the bottoms of narrow valleys water is met with at a depth of 1 to 3 meters. Further North and North-West the water plane very gradually approaches the surface of the soil being found in the southern saline („solonchak") depressions at a depth of 2 or 3 meters, or even less 2 meters below the surface. In the Jetty-Say depression adjoining the zone of southern salines („solonchak") the water plane lies a little lower, namely at a depth of 4—5 meters. The absolute elevations of the water plane in the southern region of salines is 330 meters (155 sagenes), which means that the depressions surface drops by 58 meters from the plain at the foot-hills. The northern limit of the southern salines („solonchak") clearly indicated by a fall changing into the central part of the plateau, and is likewise characterized by great fluctuations of the ground water levels being 2 meters deep at salines („solonchak") and 6—8 meters on the plateau at a short distance therefrom.

The central part of the main plateau, i. e. that part of the Steppe which represents the area of the proposed irrigation constitutes the most extensive region; it is the most uniform region, as regards its topography so by the character of the deposits it consists of; in relation to topography it is a uniform plain gradually sloping to the North-West. The rocks forming this part of the Steppe are deep loams homogeneous in texture. Therefore in the depth of the water plane is never sudden: in all this vast region it ranges but from 10 to 20 meters from the surface, the transitions connecting these depths being very gradually. The greatest depth of ground water is to be found in the southern part of the main plateau about 20 meters. Beginning from this locality to the South, i. e. to the southern region of saline („solonchak") depressions and to the region of Tuz-Kane, the water table is approaching the surface: in the direction to the North, to the northern part of the central plateau, the water table likewise approaches the surface: while in the southern part of the plateau the maximum depth of the ground water level ranges from 17 to 20 meters, in its northern part water is not met with at a depth greater than 10—12 meters. In describing topography of this part of the Steppe, it has been pointed out that the depression of the Jetty-Say adjoining the southern zone of salines („solonchak"), extends to the North-West projecting in the form of a tongue into the central part of the Steppe, where it ends in the Sardoba depression. Further North-West, well-defined saline („solonchak") depressions occur no longer, but still a slight concavity in the topography is noted directed from the Sardoba depression past the land-mark Karoy to the North-West and joining the area of saline („solonchak") depressions of the Predkizilkumye. It is accompanied by a corresponding approach of the water plane to the surface. The central part of the plateau, containing water at a depth of 10—20 meters, is traversed by a strip, in which the ground water lies at a depth of 7.5 meters; this belt meets the Sardoba region in the South-East, whilst to the North-West it approaches the Predkizilkumye, i. e. a region with a still higher water plane. Absolute elevations of the water table in the southern part of the main plateau are at 262 meters (123 sagenes). In the direction to the North the level of the water plane falls steadily, the orientation of the slope changing in this of the Steppe in the following way: in the southern part it is directed northward, nearer to the centre northward and north-westward, whilst in the northern part it is precisely north-westward and does not conform with the slope of the Steppe surface.

оросить; она прорезана глубокими долинами логов, ориентированных в северо-западном, северном и северо-восточном направлениях. Понижения чередуются с гривами. В северной части этого района в понижениях развиты солончаки.

В южной части этого района находятся наивысшие точки плато Голодной Степи. Здесь грунтовые воды, залегая наиболее глубоко от поверхности (более 15 *м*), вместе с тем для депрессионной поверхности уровня вод имеют наивысшие абсолютные отметки (388 *м* или 182 саж.). В колебаниях глубин наблюдаются, сообразно с характером колебаний рельефа, резкие изменения, и в повышенных равнинных частях глубина до воды 16—17 *м*, а на дне логов вода встречается на глубине 1—3 *м*. Далее при движении к северу и северо-западу почвенно-грунтовые воды чрезвычайно постепенно приближаются к поверхности земли и в южной области солончаковых понижений почвенно-грунтовые воды находятся на глубине от 2 до 3-х *м*, в некоторых пунктах даже выше 2-х *м*. В понижении Джиты-Сай, примыкающем к южной полосе солончаков, вода находится несколько глубже, а именно от 4 до 5 *м*. Абсолютные отметки уровня вод в южной области солончаков 330 *м* (155 саж.), т.-е. депрессионная поверхность понижается на 58 *м* по отношению к равнине предгорий. Северные границы южных солончаков, которые ясно выраженным уступом переходят в Центральную часть плато, отмечается также резким колебанием почвенно-грунтовых вод; в солончаках вода на глубине 2 *м*, а в ближайшем расстоянии плато 6—8 *м*.

Центральная часть основного плато, т.-е. та часть Степи, которая и является объектом предполагаемого орошения, представляет наиболее обширный район; он отличается наибольшей однородностью, как по рельефу, так и по характеру отложений, его слагающих; по условиям рельефа — это однообразная, пологая равнина с общим уклоном на северо-запад. Породы, слагающие эту часть Степи, глубокие и однородные по механическому составу суглинки. Соответственно этому мы не встречаем здесь резких колебаний грунтовых вод: на всей этой обширной территории воды залегают от 10 до 20 *м* от поверхности и переходы, связывающие эти глубины, очень постепенны. Всего глубже от поверхности земли воды южной половины основного плато (около 20 *м*). При движении от этого места к периферии, к югу, т.-е. к южной области солончаковых понижений и к району Туз-Кане, уровень вод приближается к поверхности; при движении к северу, к северной части центрального плато, уровень грунтовых вод также приближается к поверхности: если в южной части плато максимальная глубина стояния грунтовой воды достигает 17—20 *м*, то в северной половине его мы не встречаем уже воды глубже 10—12 *м*. При описании рельефа этой части Степи было указано, что понижение Джиты-Сай, примыкающее к южной полосе солончаков, ориентировано в северо-западном направлении и вдается языком в центральную часть Степи, заканчиваясь болотом Сардоба; дальше при движении к северо-западу мы не находим уже столь ясно выраженного солончакового понижения, но все же наблюдаем вогнутость рельефа, направленную от Сардобинской низины через урочище Карой к северо-западу и соединяющуюся с областью солончаковых понижений Предкызылкумья. Вогнутость сопровождается соответствующим приближением грунтовых вод к поверхности земли. Центральная часть плато, содержащая воду на глубине 10—20 *м*, как бы прорезывается полосой, в которой грунтовые воды залегают на глубине 7,5 *м*; эта полоса соединяется на юго-востоке с районом Сардобы, а на северо-западе — с районом Предкызылкумья, т.-е. с районом еще более низкого стояния грунтовых вод от поверхности. Абсолютные отметки уровня грунтовых вод в южной части основного плато — 262 *м* (123 саж.). Далее при движении к северу уровень вод неуклонно падает, при чем направление падения изменяется на протяжении этой части Степи следующим образом: в южной части оно северное, далее к центру — северное и северо-западное, а в северной части — точно северо-западное и несогласное с падением поверхности Степи.

Следующий район, выделяющийся по рельефу, — это полоса, переходная к Кызыл-Кумским пескам; холмистый и неровный рельеф этой части Степи обусловлен многочисленными супесчаными и песчаными буграми и гривами, между которыми расположены солончаковые понижения, „Соры". Уровень вод в этой полосе, представляющей северную и северо-западную окраину Голодной Степи, приближается к поверхности. Абсолютные отметки 248 *м* (116 с.). Вода стоит на глубине от 2 до 4 *м* и лишь в случаях песчаных грив углубляется до 6-ти *м*.

Северо-восточная часть Степи, примыкающая к пойме Сыр-Дарьи, как по характеру рельефа, так и по построению наносов и по происхождению своему, является связанной

The next region distinguished for its topography is the transition to the sands of Kizil-Kum; the hilly and uneven configuration of this part of the Steppe is due to numerous sandy-loamy and sand hills and small ridges alternating with saline („solonchak") depressions called „Sory". The water plane in this strip constituting the northern and north-western borders of the Golodnaya Steppe closely approches the surface. Absolute elevations are at 248 meters (116 sagenes). Water lies at a depth of 2 to 4 meters and only under sandy ridges falls to a depth of 6 meters.

The north-eastern part of the Steppe adjoining the over-flow lands of the Syr-Daria stands in close connection with the Syr-Daria river in the character of its topography, the stratification of its deposits and its origin. The topography is very uneven thanks to a great number of ancient river channels and of lake-like depressions; the sediments are undoubtedly of alluvial character. In the depth of the water plane this region appears to be transitional to that of the Syr-Daria over-flow lands. The ground water table in the over-flow lands is at a depth of from 0.7 to 3 meters, in the neighbouring region adjoining the over-flow lands reaching from 3 to 5 meters.

The profile of the country between the Syr-Daria and the Kisil-Kum region drawn after the absolute elevations of the ground water plane shows a fall in the level of the water plane in the direction from the Syr-Daria to the Kizil-Kum. In this part of the Steppe the inclination of the water table is often unconformable with the general slope of the country which is inclined towards the Syr-Daria. This serves to indicate that the regime of the ground waters in the southern part of the Steppe is connected with that of the Syr-Daria. And yet, a final solution of this question will be possible only after the examination of the salt contents and the character of the salts in ground waters.

On the whole the fall in the slope of the water plane fully corresponds with that of the Steppe surface and throughout the entire distance between the foot-hills and the north-western end of the Steppe is equal to 144 meters.

The angle of inclination varies and gradually diminishes in the direction indicated. From the base of the Turkestan mountain range the fall of the water plane is 0.002 meter per meter or 2 meters per kilometer. Further to the North-West the fall decreases ot 0.0003 meter per meter, i. e. the level of the water plane gradually falls by 0.3 meter at a distance of one kilometer. In the north-western part (transitional zone of the Steppe to Kizil-Kum) the angle of inclination again increases to 0.0008 meter per meter. The north-eastern and the northern parts of the Steppe should be contemplated as a special region whose ground water regime is obviously connected with that of the Syr-Daria, the slope of the water plane being directed from the Syr-Daria to the Kizil-Kum.

On the territory of the main plateau of the Golodnaya Steppe occurs a sort of a meeting of two currents of ground waters, one coming from the base of the Turkestan mountain range and the other with a definite inclination from the Syr-Daria to the Kizil-Kum.

From the description of the topography and the elevations of the water plane as given above, it seems natural to draw the conclusion that in the greater part of the Golodnaya Steppe the ground waters appear to be a continuation of the ground water flow coming from the slopes of the Turkestan mountains as much, as the present climatic conditions of the Steppe are not at all favourable for the concentration of ground waters due to the percolation of atmospheric precipitation. If it is true that the main supply of ground waters comes from water courses running down from the mountains at the southern part of the Steppe, it seems natural in the first place to examine the quantity and composition of these salts which are carried by the water from the mountains. The data available are represented on the attached table (page 32).

From the figures given on the table it may be seen that: a) the salt-contents in source water increase with the distance from the mountains to the Steppe; b) the lowest contents of salts in the ground water, the tugai and their neighbouring regions possible affected by the water of the Syr-Daria be left out of account, occur in the waters of the foot-hills and the Predkizilkumye; next in quantity of salt-contents come the ground waters of the northern and southern parts of the main plateau: while the waters of the Jetty-Say depression, of the „Sory" and of the saline („solonchak") depressions in the southern region are of a higher salt content. The maximum salt contents occur in the waters of the Tuz-Kane lake region.

With respect to salinity and the chemical composition of the alkalis present, the saline („solonchak") zone comprising the Jetty-Say, Sardoba and the range of saline

с Сыр-Дарьей. Рельеф здесь очень неровный, благодаря присутствию огромного количества стариц и озеровидных понижений; наносы — явно аллювиального характера. По глубине стояния вод этот район является переходным к пойме Сыр-Дарьи. В пойме вода находится на глубине от 0,7 до 3-х *м*. В районе, прилегающем к пойме — от 3-х до 5-ти *м*.

Профиль, проведенный от Сыр-Дарьи к Кызыл-Кумам и вычерченный по абсолютным отметкам глубин грунтовых вод, указывает на падение уровня вод от Сыр-Дарьи в направлении к Кызыл-Кумам. Падение уровня вод в этой части Степи часто не согласуется с уклоном поверхности земли, который направлен к Сыр-Дарье. Это указывает на то, что режим грунтовых вод в северной части Степи является связанным с водным режимом Сыр-Дарьи. Однако, окончательное разрешение этого вопроса возможно лишь при рассмотрении соленосности и качественного состава солей в грунтовых водах.

В общем, падение уровня вод вполне согласуется с общим уклоном поверхности Степи и на всем протяжении от предгорий до северо-западной оконечности Степи выражается в 144 *м*.

Угол падения не везде одинаков и постепенно уменьшается в указанном же направлении. От основания склонов Туркестанского хребта падение уровня вод выражается в 0,002 *м* на 1 *м* или в 2 *м* на протяжении *км*. Далее к северо-западу уклон уровня уменьшается до 0,0003 *м* на каждый *м*, т.-е. поверхность уровня почвенно-грунтовых вод постепенно понижается на 0,3 *м* на протяжение 1 *км*. В северо-западной части (переходная полоса степи в Кызыл-Кум) угол падения снова увеличивается до 0,0008 *м* на 1 *м*. Северо-восточная и северная часть Степи должна быть выделена в особый район, режим грунтовых вод которого, повидимому, связан с режимом Сыр-Дарьи и уклон уровня вод направлен от Сыр-Дарьи к Кызыл-Кумам.

На территории основного плато Голодной Степи происходит как бы встреча двух токов грунтовых вод: одного, идущего от основания склонов Туркестанского хребта, и другого, имеющего ясно северо-западный уклон от Сыр-Дарьи к Кызыл-Кумам.

На основании приведенного описания рельефа и уровня грунтовых вод нельзя не притти к заключению, что в значительной части Голодной Степи грунтовые воды представляют собою продолжение сплошного потока грунтовых вод северных склонов Туркестанского хребта, тем более, что современные климатические условия Степи совершенно не благоприятствуют образованию грунтовых вод путем фильтрации атмосферных осадков. Если это так, если главнейшим источником грунтовых вод являются потоки, стекающие с гор на юге Степи, то естественно прежде всего изучить количество и состав тех солей, которые приносятся водами с гор в Степь. Имеющиеся данные сведены ниже в таблицу (стр. 32).

На основании приведенных данных видно: а) что воды родников осолоняются по мере удаления от гор и продвижения к Степи, б) что, кроме грунтовых вод в тугаях и примыкающем к ним районе, на которые, возможно, влияют воды р. Сыр-Дарьи, наименее засолены воды районов предгорий и Предкызылкумья; затем идут грунтовые воды северной и южной частей основного плато; более засолены воды Джиты-Сайской низины, Соров и солончаковых понижений южного района. Максимально засолены воды в районе озера Туз-Кане.

По солености и качественному составу солей выделяется полоса солончаков, расположенных полосой с юго-востока на северо-запад, в каковую входят Джиты-Сай, Сардоба и ряд солончаковых понижений в районе Арна-Сая. Помимо высокого содержания солей вообще, они отличаются преобладанием Cl и $SO_4$. В отношении связи между соленостью воды и глубиной ее стояния, следует указать, что эта зависимость имеется далеко не всегда. В районах солончаковых понижений, Джиты-Сая и озера Туз-Кане, соленость возрастает и вода приближается к поверхности; но на перевале между Джиты-Саем и Сорами при глубине до 13—15 метров имеем громадную соленость, а в пойме р. Сыр-Дарьи соленость ничтожна, грунтовая же вода приближается к поверхности.

Все изложенное приводит к выводу, что грунтовые воды Голодной Степи осолоняются за счет тех древних и современных аллювиально-пролювиальных отложений, среди которых они просачиваются. Кроме того, конечно, воды, стекающие с горных хребтов на север, продолжают постепенно обогащать солями грунтовые воды Степи. В некоторых случаях возможно и простое изменение концентрации раствора солей при испарении, что имеет место особенно при неглубоком стоянии уровня грунтовых вод; но, как было указано, зависимость между соленостью и глубиной проявляется далеко не всегда.

Summarized table of the Golodnaya Steppe ground water contents.

| | Site. | Depth to water plane (in meters). | Reaction. | Total mineral substances (in gram per liter). | $CO_3$ | $HCO_3$ | $\frac{SO_4}{Cl}$ | $\frac{Na+K}{Ca+Mg}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Superficial water. | Sanzar river at Djizak. | — | — | 0.356 | — | — | 2.0 | 0.31 |
| | Kly creek. | — | — | 3.276 | — | — | 6.3 | 2.15 |
| | Spring in the eastern end of Nura-Tau. | — | — | 0.289 | — | — | 6.0 | 0.14 |
| | Ak-Bulak spring (at th Lomakino railway station). | — | — | 1.600 | — | — | 8.89 | 0.81 |
| | Spring in the upper reaches of the narrow valley Tokur-Say. | — | — | 3.500 | — | — | 10.0 | — |
| Ground water. | 1. Region transitionary to foot-hills: | 15—17 | weakly alkaline | 2.7 | — | about 200 | up to 3.0 | 1.0 |
| | a) Chernyaevo-Obruchevo, | — | — | 2.0—5.0 | — | — | — | — |
| | b) western portion. | — | — | 2.6—7.2 | — | — | — | — |
| | 2. Region of southern saline („solonchak") depressions. | 4—11 | alkaline | 10—55.86 | up to 49 | 300—500 | 6.0 | average 2.0 up to 5.94 |
| | 3. Region of the Jetty-Say depression. | 2.7—3.2 | alkaline | up to 57.76 | up to 28 | up to 200 | 0.25 | 4.00 |
| | 4. Region of „Sory" salines („solonchak"). | 13.3 | weakly alkaline | up to 32.7 | 6.0 | about 200 | 0.98 | 5.6 |
| | 5. Region of Tuz-Kane lake. | — | — | up to 96.17 | — | about 100 | 0.26 | 7.21 |
| | 6. Region of the strip between the Jetty-Say and Sory. | 13—15 | alkaline | up to 32.35 | — | up to 1474 | 0.37 | 23.3 |
| | 7. Central region: | | weakly | | | | | |
| | a) southern part, | 15—17 | alkaline | 2.6—2.2 | up to 20 | 150—200 | 4.0 | 1.5 |
| | b) northern part, | 6—15 | „ | 6.0 | — | 50—180 | 2.0 | 2.0 |
| | c) part a ljoining the tugai. | 3.2—5.3 | „ | 2—3 | — | — | 1.25 | 3.0 |
| | 8. Predkizilkumye. | 2—4 | weakly alkaline | 1.4—5.0 | — | 100—200 | 2.2—3.7 | 0.75 |
| | 9. Tugai region. | 0.6—3.2 | „ | 1.0 | — | — | — | — |

depressions in Arna-Say region extending from South-East to North-West should form a group apart. Beside a high content of salts these salines abound in Cl and $SO_4$. The relation between the salt contents and the depth of the water plane is not always expressed. In the regions of saline („solonchak") depressions of the Jetty-Say and the Tuz-Kane lake the salinity of the water increases and the water plane rises; whilst at the watershed between the Jetty-Say and the „Sory" at a depth of 13—15 meters we observe a very high salinity; on the other hand in the over-flow lands of the Syr-Daria, where the ground water approaches the surface, the salinity is negligible.

Hence we may conclude that the salinity of ground waters in the Golodnaya Steppe is due to ancient and recent deposits through which they percolate. Moreover, the waters flowing down the mountains to the North enrich the Steppe ground waters with alkalis. In some cases a simple alteration in the concentration of salt solution du to evaporation is likewise possible, occurring, chiefly, when the water plane is low. But, as has been stated above, the connection between the salinity and the depth of the water plane is not always expressed.

**Draining capacity of the newly irrigated lands at Golodnaya Steppe.**

Finishing herewith the general description of the Golodnaya Steppe in regard to its soils, and the habit and contents of its ground waters, it is also necessary, in order to complete the appreciation of natural conditions, to consider the characteristics of the draining capacity of the region of future irrigation, which, obviously, plays an important part in the occurence of natural ground water plane rise, apt to result from irrigation. This question was thoroughly examined in the project; the principal final conclusions obtained as the result of the analysis made are stated here below.

Сводная таблица состава грунтовых вод Голодной Степи.

| | Местоположение. | Глубина грунтовых вод от поверхности (в метрах). | Реакция. | Количество минеральных веществ (в граммах на литр). | $CO_3$ | $HCO_3$ | $\frac{SO_4}{Cl}$ | $\frac{Na+K}{Ca+Mg}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Поверхностная вода. | Река Санзар у Джизака. | — | — | 0.356 | — | — | 2.0 | 0.31 |
| | Ручей Клы. | — | — | 3.276 | — | — | 6.3 | 2.15 |
| | Родник в восточной части Нура-Тау. | — | — | 0.289 | — | — | 6.0 | 0.14 |
| | Родник Ак-Булак (близ станции Ломакино). | — | — | 1.600 | — | — | 8.89 | 0.81 |
| | Родник в верховьях лога Токур-Сай. | — | — | 3.500 | — | — | 10.0 | — |
| Грунтовые воды. | 1. Район переходный к предгорьям: | 15—17 | слабо-щелочная | 2.7 | — | около 200 | до 3.0 | 1.0 |
| | а) на участке Черняево-Обручево. | — | — | 2.0—5.0 | — | — | — | — |
| | б) на западном участке. | — | — | 2.6—7.2 | — | — | — | — |
| | 2. Район южных солончаковых понижений. | 4—11 | щелочная | 10—55.86 | до 49 | 300—500 | 6.0 | среднее 2.0 до 5.94 |
| | 3. Район Джиты-Сайской впадины. | 2.7—3.2 | щелочная | до 57.76 | до 28 | до 200 | 0.25 | 4.00 |
| | 4. Район солончаковых „Сор". | 13.3 | слабо-щелочная. | до 32.37 | 6.0 | около 200 | 0.98 | 5.6 |
| | 5. Район озера Туз-Кане. | — | — | до 96.17 | — | около 100 | 0.26 | 7.21 |
| | 6. Район полосы между Джиты-Саем и Сорами. | 13—15 | щелочная | до 32.35 | — | до 1474 | 0.37 | 23.3 |
| | 7. Центральный район: | | слабо-щелочная | | | | | |
| | а) южная часть, | 15—17 | | 2.6—12.2 | до 20 | 150—200 | 4.0 | 1.5 |
| | б) северная часть, | 6—15 | „ | 6.0 | — | 50—180 | 2.0 | 2.0 |
| | в) часть, прилегающая к тугаям. | 3.2—5.3 | „ | 2—3 | — | — | 1.25 | 3.0 |
| | 8. Предкызылкумье. | 2—4 | слабо-щелочная | 1.4—5.0 | — | 100—200 | 2.2—3.7 | 0.75 |
| | 9. Район тугаев. | 0.6—3.2 | „ | 1.0 | — | — | — | — |

**Дренирующая способность вновь орошаемых земель в Голодной Степи.**

Заканчивая на этом общее описание Голодной Степи в отношении почв, режима и состава грунтовых вод, необходимо еще, для полной оценки естественно-исторических условий, остановиться на характеристеке дренирующей способности района будущего орошения, играющей, как это ясно само собой, очень важную роль в деле повышения естественного уровня грунтовых вод, могущего произойти в результате орошения. Этот вопрос подвергнут в проекте детальному разбору, здесь же мы коснемся лишь тех основных конечных выводов, которые получились в результате произведенного анализа.

Так как глубина стояния естественных грунтовых вод на всей площади неодинакова, то предварительно весь район нового орошения был разбит на ряд участков, под которыми грунтовые воды залегают, примерно, на одинаковой глубине, и для каждого участка, при всевозможных мыслимых условиях развития системы и техники орошения, определен период времени, в течение которого может произойти подъем грунтовых вод до опасного горизонта. Разбивка района на участки с одинаковой глубиной уровня грунтовых вод и подсчеты по определению быстроты подъема последних до опасного уровня приведены в таблице XV.

Приведенная таблица дает довольно ясную картину подъема горизонта грунтовых вод до опасных пределов для различных оросительных норм и для разных степеней бетонирования водоподводящей сети, при наиболее неблагоприятных предположениях: при отсутствии всякого естественного стока, при отсутствии потерь грунтовой воды на испарение в подпочвенный воздух и пр. Однако, возможно ли это? Практика существующего орошения дает примеры, опровергающие реальность такого предположения; например, в районе впадины Сардоба, на второй год после прекращения сброса в нее каких-либо вод, уровень грунтовых вод опустился с поверхности до глубины в 7 *м*,

*Таблица XV.* The time of need of artificial drainage on newly irrigated lands. *Plate XV.*

Срок наступления потребности в дренаже на вновь орошаемых землях.

| Depth to ground water level prior to irrigation (meters). Глубина залегания грунтовых вод до орошения (в метрах). | Area (located outside of the region embraced by the existing irrigation system) with different depth to ground water plane. Величина площадей (расположенных вне района, захватываемого существующей системой орошения) с различной глубиной залегания грунтовых вод. | | Number of years (after starting the irrigation) after which, in case of absence of any natural drainage of seepage water, the ground water may rise to the stage of 3 meters below the ground surface. Число лет (после начала орошения), по прошествии которых, в случае отсутствия какого-либо естественного оттока фильтрующихся вод, грунтовые воды могут подняться до глубины 3 метров ниже поверхности земли. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gross hectares. В валовых гектарах | Total area percentage. В % от общей площади | Now-a-day watering values; system is lined with concrete in a degree foreseen by the estimate of constructions for Golodnaya Steppe irrigation. Современные поливные нормы; система пробетонирована в той степени, как это предусмотрено сметой на сооружение Голодностепской оросительной системы | Now-a-day watering values; lined with concrete: main canals, 20 per cent of distributaries and 57 per cent of laterals. Современные поливные нормы; пробетонированы главные каналы, 20% распределителей и 57% оросителей | Now-a-day watering values; lined with concrete: main canals, 20 per cent of distributaries and 100 per cent of laterals. Современные поливные нормы; пробетонированы главные каналы, 20% распределителей и 100% оросителей | Saving watering values-the system is lined with concrete completely. Экономные поливные нормы; система пробетонирована полностью |
| 5 — 7.5 | 4348 | 1.4 | 2 — 4.5 | 2.5— 5.5 | 4.2— 9.4 | 8—18 |
| 7.5—10 | 54.898 | 16.9 | 4.5— 7 | 5.5— 8.6 | 9.4—14.6 | 18—28 |
| 10 —12.5 | 81.534 | 25.0 | 7 — 9.2 | 8.6—11.7 | 14.6 - 19.8 | 28—38 |
| 12.5—15 | 74.740 | 22.9 | 9.2—11.6 | 11.7—14.8 | 19.8—25 | 38—48 |
| 15 —17.5 | 68.455 | 21.0 | 11.6—14 | 14.8—17.8 | 25 —30.2 | 48—58 |
| 17.5—20 | 25.748 | 7.8 | 14 —16.5 | 17.8—21 | 30.2—35.4 | 58—68 |
| over . . / более . . 20 | 16.927 | 5.2 | over . . / более . . 16.5 | over . . / более . . 21 | over . . / более . . 35.4 | over . . / более . . 68 |

*Таблица XVI.*

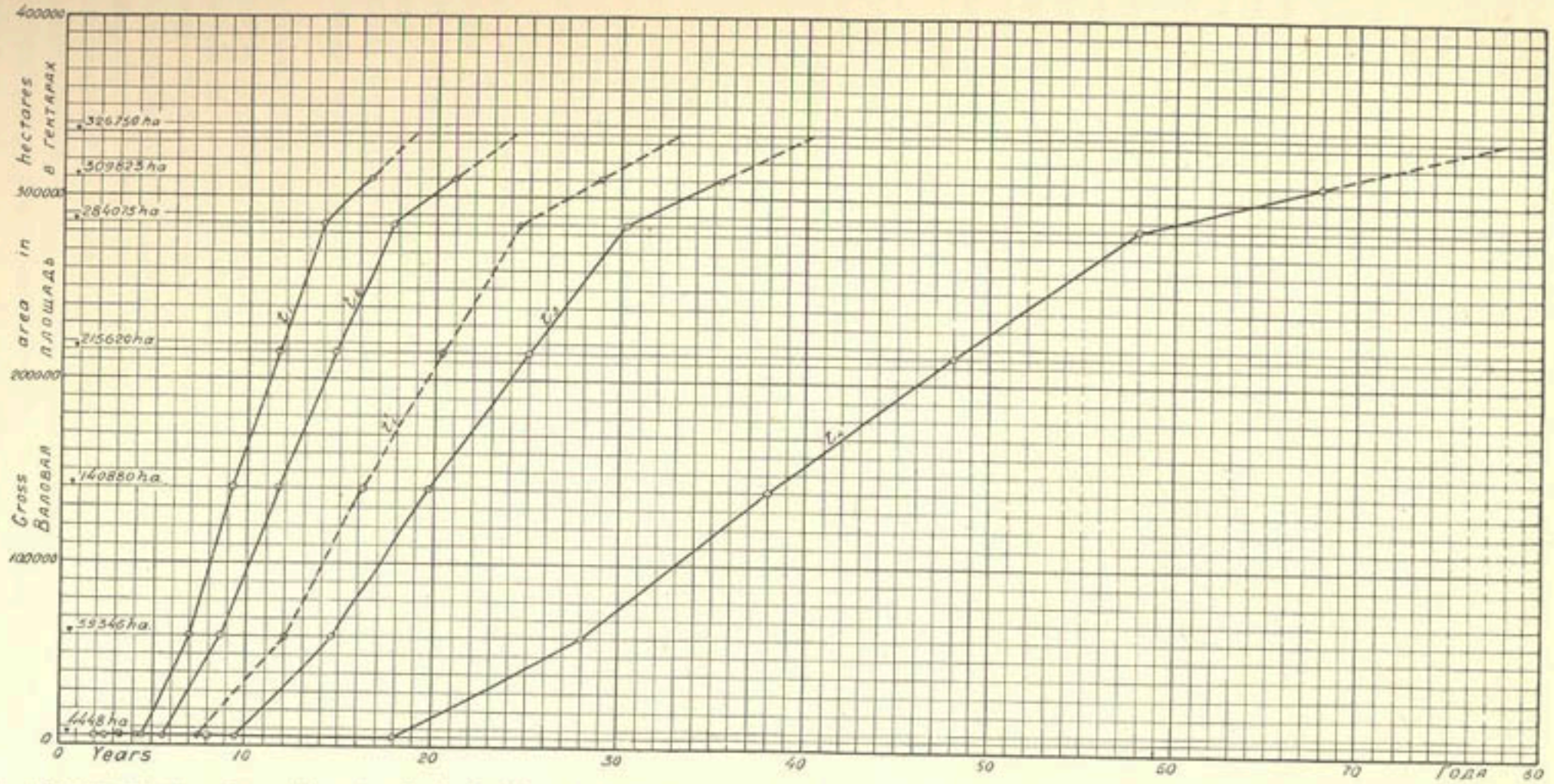
Diagram showing the time of need of artificial drainage on newly irrigated lands, due to the rise of ground water table to a depth of 3 meters below the ground surface.

(Calculated on assuming complete absence of underground off-flow of seepage waters).

*Plate XVI.*

График, показывающий срок наступления потребности в дренажном устройстве на вновь орошаемых землях в связи с подъемом грунтовых вод до уровня, расположенного на глубине 3-х метров от поверхности.

(Составлен в предположении полного отсутствия подземного оттока фильтрующихся в подпочву вод).




Curve $t_1$ — Present watering values; the system is lined with concrete at a dergee foreseen in the Golodnaya Steppe irrigation project estimate.

Curve $t_2$ — Present watering values; main canals, 20 per cent of distributaries and 57 per cent of laterals are lined with concrete.

Curve $t_3$ — Present watering values; main canals, 20 per cent of distributaries and 100 per cent of laterals are lined with concrete.

Curve $t_4$ — Saving watering values; the system is completely concrete-lined.

Curve $t'_1$ — The curve $t'_1$ differs from the curve $t_1$ by the instance that for the latter only 45 per cent of the total area are proposed for irrigation, the remaining 55 per cent being left as land reserves.

Кривая $t_1$ — Современные поливные нормы; система пробетонирована в той степени, как это предусмотрено сметой на сооружение Голодностепской оросительной системы.

Кривая $t_2$ — Современные поливные нормы; пробетонированы главные каналы, 20% распределителей и 57% оросителей.

Кривая $t_3$ — Современные поливные нормы; пробетонированы главные каналы, 20% распределителей и 100% оросителей.

Кривая $t_4$ — Экономные поливные нормы; система пробетонирована полностью.

Кривая $t'_1$ — Кривая $t'_1$ отличается от $t_1$ тем, что под орошение отводится лишь 45% от всей площади и 55% оставляются в качестве резервов.

As the depth of the ground water plane is not the same on the whole of the area, so the whole region of new irrigation was preliminary divided into several portions characterized by approximately similar stage of ground water level; for each of the portions there was determined the period of time during which the stage of the ground water plane under all feasible conditions of the system development and watering methods, may reach a dangerous level. The division of the region by portions with identical depth of ground water plane and all computations serving to determine the rate of ground water rise up to the dangerous level are placed on the plate XV.

The attached plate presents a rather clear picture of the ground water plane rise up to dangerous limits for different depths of water and for different degrees of concrete-lining of the water-supplying canals under most unfavourable conditions i. e. in the absence of ground water losses by evaporation into the subsoil air etc. But is this possible? The practice of the existing irrigation offers examples refuting the reality of such assumptions: for example, at the region of Sardoba, two years after stoppage of any water spilling into the ground water table lowered from the surface to the depth of 7 meters, meanwhile the region presents respectively more heavy subsoils, than the greater part of the remaining Steppe; ground water table lowering after stoppage of irrigation by 4 — 5 meters a year is a common fact. A second favourable sign indicating at the possibility of natural off-flow of a part of seepage water (in connection with irrigation) is the fact that the natural ground water flow, which determined its natural habit, encourages no water-logging or salification in those parts of the Steppe, which are included in the object of new irrigation, but on the contrary flows through deep strata from 10 to 20 and even more meters below the ground surface. There are no reasons to think that the carrying capacity of the underground draining strata of Golodnaya Steppe soils is used to its limit.

The western strip of the region is bordered by lands of much lower elevation in comparison with the Steppe, having, besides, a steep declension in the western direction. Whereas, for example, the Steppe is of an elevation of 126 sagenes at the end of the Central canal near the creek Kly, the elevation of the Tuz-Kane lake is 108 sagenes (the difference in elevation amounts to 39 meters); moreover, for example, in the region of the north-western part the irrigated areas are situated at the extreme West at elevations of 120 — 122 sagenes, whereas the elevation of the bottom of the Arna-Say, running in the neighbourhood, is 114 sagenes (the difference of elevation is 13 — 17 meters). So a great inclination of land is observed upon a comparatively short distance.

The soils and subsoils at the West of the Steppe are easy and permeable. If a detailed study of the holes and bores, sunk at the West of the Steppe, be made and the mechanical analysis of the soils be examined, it will be readily recognized that to the West from the line connecting the town N°2 with the town N°5, i. e. on a strip of land 10 — 15 kilometers broad, the ground water will be subjected to a natural strong drainage in the direction to the vast depression of Predkizilkumye and Kizil-Kum.

The northern strip of the territory is in an analogic condition. Here the high river-bank breaks steeply down to a depth of 8 — 12 meters and changes into the tugai bordering the Syr-Daria.

We stated the above data with the sole intention of confirming our basic suggestion, that a certain part of the seepage water from fields and canals will be carried away from below the Golodnaya Steppe by the action of natural drainage. Therefore, the process illustrated by the applied table and diagram is (Plates XV and XVI, page 33) exaggerated in the direction of accelarating the process of ground water rise. If this instance be taken into consideration, it will be recognized that, practically speaking, in the fourth case, i. e. under conditions of concrete-lining of all the water-supplying network and good technic of irrigation, — artificial drainage would hardly be wanted on regions where the ground water stands at a depth of 7.5 meters below the ground surface.

---

There are the books, papers and maps to find more detailed information, relating to soils, ground water, its mineralization, the vegebility and variations in the ground conditions caused by existing irrigation of the Golodnaya Steppe (See Russian text, the end of this chapter).

---

а между тем этот район имеет относительно более тяжелые подпочвы, чем большая часть остальной Степи; годовое понижение уровня грунтовых вод на 4—5 *м* после прекращения орошения представляет обычное явление. Вторым благоприятным показателем на возможность естественного оттока части фильтрующихся вод (в связи с орошением) является то обстоятельство, что естественный поток грунтовых вод, определивший естественный режим их, не только не создает заболачивания и засоления в тех частях Степи, которые включены в объект нового орошения, а наоборот, протекает глубоко, в 10 — 20 и более метрах от поверхности земли. Нет никаких оснований предполагать, что пропускная способность подземных фильтрующих слоев голодностепских грунтов использована до отказа.

Вся западная полоса массива примыкает к местности, очень пониженной по сравнению со Степью и имеющей большой уклон в западном направлении. В то время, как Степь имеет отметку, например, в конце Центрального канала, у ручья Клы — 126 саж., отметка озера Туз-Кане — 108 саж. (разница в высотах около 39 *м*), или, например, в районе северо-западной части орошаемые площади имеют на крайнем западе отметки 120 — 122 саж., а отметка дна вблизи пролегающего Арна-Сая — 114 саж. (разница в высотах 13 — 17 *м*). Таким образом, имеется большое падение местности на коротком сравнительно расстоянии.

Почвы и подпочвы на западе Степи легкие и проницаемые. Если произвести детальное изучение всех скважин и шурфов, заложенных на западе Степи, а также познакомиться с механическим анализом почв, то легко убедиться, что западнее линии, соединяющей город № 2 с городом № 5, т.-е. на полосе шириной в 10 — 15 *км*, грунтовая вода будет иметь естественный сильный сток в сторону обширнейшей пониженности Предкызылкумья и Кызыл-Кумов.

Северная полоса массива находится в аналогичном же положении. Здесь высокий берег Степи сразу обрывается уступом в 8 — 12 *м* и переходит в Присырдарьинский тугай.

Мы привели указанные данные только для подтверждения основного своего положения, что какая-то часть фильтрующейся с полей и из каналов воды будет уходить из-под Голодной Степи путем естественного оттока; поэтому представленная в вышеприведенной таблице и графике картина является искаженной в сторону ускорения явления подъема грунтовых вод. Если это обстоятельство принять во внимание, то практически говоря, в четвертом случае, то-есть, при бетонировании всей водоприводящей сети и при хорошей технике полива, вряд ли потребуется когда-либо устраивать дренаж на тех участках, где грунтовые воды лежат глубже 7,5 *м* от поверхности земли.

---

Более подробные данные, касающиеся почв, грунтовых вод, их минерализации, растительного покрова, а также тех изменений, которые внесены в почвенные условия существующим орошением Голодной Степи, можно почерпнуть из следующих книг, записок и карт:

Проф. Н. А. Димо. Главнейшие черты почвенного покрова равнины Мирзачуль. Из неизданных материалов С. А. Г. У. (рукопись). Ташкент. 1926 г.

Н. А. Димо. Отчет по почвенным исследованиям в районе северо-восточной части Голодной Степи Самаркандской области. С-Петербург, 1910 г.

Н. А. Димо. Влияние искусственного орошения и повышенного естественного увлажнения на процессы почвообразования и перемещения солей в почво-грунтах Голодной Степи Самаркандской области. Саратов, 1911 г.

М. Д. Спиридонов. Голодная Степь Самаркандской области. Труды Главного Ботанического Сада, т. XXXV. Петроград, 1921 г.

М. Г. Попов. Сорная растительность культурных земель Голодной Степи. Из неизданных материалов С. А. Г. У. (рукопись). Ташкент, 1926 г.

А. В. Иванов. О химизме грунтовых вод Голодной Степи. Отчет о работах, произведенных в 1913 — 1914 г.г. (неизданные материалы).

Журналы Технического Комитета при О. З. У. за 1914 и 1915 г.г., №№ 1345, 1377 и 1378.

---

## CHAPTER III.

## Climatic description of the Golodnaya Steppe.

**Climate, meteorological stations.**

Climatic conditions of the Golodnaya Steppe are very favourable for growing various valuable crops, but artificial ground-moistening is absolutely necessary.

To judge of the climatic conditions of the Golodnaya Steppe, the data of the following meteorological stations may be used: 1. Djizak station (for the period from 1881), 2. Golodnaya Steppe station for the period from 1902 (with interruption), 3. Zaporojie station (from 1915, with interruptions).

The characteristics of the climate of the Golodnaya Steppe have been determined using as basic materials the observations made at the above mentioned stations. Figures, characterizing separate elements of climate for each station are, therefore given below.

**Winds.**

In winter the following winds prevail: at Zaporojie — E, at Djizak — S-W, at Golodnaya Steppe — S-E. In summer the prevailing wind direction for all these stations is N-W. It is interesting to note that especially strong winds occur at Zaporojie, which fact may be explained by the location of that place, situated at the end of a passage connecting the Golodnaya Steppe with the Fergana region.

Here the average annual velocity of wind is equal to 4 meters per second; during the summer wind velocities usually are not high, and the increase in average velocity here, as compared with other stations, is due chiefly to winter winds; the latter reach during January an average velocity of 7.5 meters per second and, in separate cases, exceed 15 meters per second, attaining thus the force of a gale. In Djizak and Golodnaya Steppe average wind velocities are very small (annual means equal to 1.2 and 1.9 m. per sec. respectively) and no gales have been observed.

Data, showing monthly means of wind velocities at Golodnaya Steppe, are summarized in the following table:

| Stations / Months | Velocity of wind in meters per second | | |
|---|---|---|---|
| | Golodnaya Steppe | Zaporojie | Djizak |
| January | 2.8 | 7.5 | 1.3 |
| February | 2.3 | 4.7 | 1.1 |
| March | 2.4 | 5.5 | 1.0 |
| April | 1.9 | 3.6 | 1.3 |
| May | 1.9 | 2.7 | 1.2 |
| June | 1.9 | 3.4 | 1.0 |
| July | 1.6 | 2.3 | 0.9 |
| August | 1.2 | 1.9 | 1.0 |
| Seprember | 1.3 | 2.2 | 1.1 |
| October | 1.3 | 3.6 | 1.4 |
| November | 1.9 | 4.6 | 1.4 |
| December | 2.7 | 6.5 | 1.4 |
| Annual average | 1.9 | 4.0 | 1.2 |

## ГЛАВА III.

### Климатическое описание Голодной Степи.

**Климат и пункты метеорологических наблюдений.**

Климатические условия Голодной Степи являются весьма благоприятными для произрастания многих ценных культур, при наличии искусственного увлажнения почвы.

Для суждения о климатических условиях Голодной Степи имеются данные наблюдений следующих метеорологических станций: 1. Джизакской (за период с 1881 г.), 2. Голодностепской (с 1902 г., с перерывом) и 3. Запорожской (с 1915 г., с перерывами).

Так как означенные наблюдения являются основными материалами, служащими для характеристики климата Голодной Степи, то ниже и приводятся цифровые данные по отдельным слагающим элементам климата для каждого из указанных выше пунктов.

**Ветры.**

Зимою преобладает у Запорожья восточный, у ст. Голодная Степь — юго-восточный и у Джизака — юго-западный ветер. Летом преобладающее направление ветра на всех трех станциях — северо-западное. При этом следует отметить особенно сильные ветры у Запорожья, что объясняется отчасти его положением в конце горловины, соединяющей Голодную Степь с Ферганой.

Здесь средняя годовая скорость ветра 4 *м/с.*, при чем в летнее время скорости ветра сравнительно невелики и увеличение скорости по сравнению с другими станциями происходит, главным образом, за счет зимних ветров, достигающих в январе средней величины в 7,5 *м/с.* и превышающих в отдельные дни 15 *м/с.*, что является уже бурей. В Джизаке и Голодной Степи средние скорости очень малы (средние годовые соответственно 1,2 и 1,9 *м/с.*) и бурь не наблюдается.

Данные о средней силе ветров в Голодной Степи по месяцам сведены в нижеследующую таблицу:

| Месяцы \ Пункты | Сила ветра в метрах в секунду | | |
|---|---|---|---|
| | Ст. Голодная Степь | Ст. Запорожская | Ст. Джизак |
| Январь | 2,8 | 7,5 | 1,3 |
| Февраль | 2,3 | 4,7 | 1,1 |
| Март | 2,4 | 5,5 | 1,0 |
| Апрель | 1,9 | 3,6 | 1,3 |
| Май | 1,9 | 2,7 | 1,2 |
| Июнь | 1,9 | 3,4 | 1,0 |
| Июль | 1,6 | 2,3 | 0,9 |
| Август | 1,2 | 1,9 | 1,0 |
| Сентябрь | 1,3 | 2,2 | 1,1 |
| Октябрь | 1,3 | 3,6 | 1,4 |
| Ноябрь | 1,9 | 4,6 | 1,4 |
| Декабрь | 2,7 | 6,5 | 1,4 |
| Средняя за год | 1,9 | 4,0 | 1,2 |

The number of absolutely windless days in Golodnaya Steppe and Zaporojie equals, on the average, to 125.6 days, that is about one third of the year.

Humidity. In the Golodnaya Steppe the average absolute humidity is equal to about 9 mm. The districts of Djizak and Zaporojie are drier, while in the vicinity of the Golodnaya Steppe station the humidity content is somewhat higher. Within the boundaries of Turkestan lower values of humidity have been observed chiefly in the southern part of Transcaspian district, in Bokhara and in Fergana.

Average annual relative humidity in the Golodnaya Steppe fluctuates from 70 to 60 per cent, which ist the same as in Tashkent district and lower than in Fergana. The monthly average relative humidity reaches the maximum in winter and minimum — in summer (July, August). Variation of the absolute humidity is reverse.

Monthly means of absolute and relative humidity for Zaporojie, Golodnaya Steppe and Djizak (covering the vegetation period — which is most interesting to us) are gathered in the following table:

| Stations / Months | Humidity | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Golodnaya Steppe | | Zaporojie | | Djizak | |
| | Absolute | Relative | Absolute | Relative | Absolute | Relative |
| April | 9.4 | 74 | 7.9 | 62 | 8.3 | 68 |
| May | 9.4 | 58 | 9.3 | 52 | 9.3 | 51 |
| June | 11.4 | 48 | 9.4 | 40 | 10.1 | 41 |
| July | 11.5 | 44 | 10.6 | 39 | 10.2 | 36 |
| August | 10.4 | 45 | 9.1 | 37 | 9.5 | 37 |
| September | 7.9 | 48 | 7.4 | 44 | 6.8 | 39 |

Nebulosity. The mean annual amount of cloud in the Golodnaya Steppe is equal to 36 per cent covered sky—the lowest in all U. S. S. R., not taking into account the Southern Bokhara. Such a low amount of cloud characterizes the region as one with abundant sunshine and solar energy. It is interesting to note also, that the maximum amount of clouds occurs during the winter, but not in vegetation period. The amount of cloud here decreases with the increase of temperature. For most „clear years" the amount of cloud during five months, from June to October, may be less than 10 per cent in Djizak and Golodnaya Steppe. For „cloudy years", at the same stations, it does not reach 25 per cent in August and in October. At Zaporojie the amount of cloud is slightly higher. The minimum amount of cloud falls on August: smaller amount of cloud for this month is observed only at Bayram-Ali (of all regions of Turkestan.) The maximum amount of cloud falls on December in Golodnaya Steppe and on January in Djizak and Zaporojie.

Such small amount of cloud makes the Golodnaya Steppe to stand out in all Turkestan as having many days with clear skies — 170 days per annum on the average. The number of days with overcast skies is equal to 71, correspondingly. Zaporojie again is in somewhat worse conditions. The total number of cloudless days during the summer is 70, i. e. about 80 per cent of all days, and only 2 days with overcast sky occur. Even for years with larger amount of overcast days the number of such days during the summer is equal to 5 — 8. Thus the conditions are extremely favourable as regards abundant sunshine, especially during the period of blooming and maturing of cotton more favourable, indeed, than in adjacent irrigated Fergana and Tashkent districts.

The fogs occur rather rarely in the Golodnaya Steppe, not more than 10 days per annum on the average; these days fall mostly on the period from November to March, oftener in January and February.

Basic data on the amount of cloud and number of cloudless days are to be found in the following table:

Дней с полным штилем наблюдалось в среднем в Голодной Степи и в Запорожье 125,6 дней, т.-е. около трети года.

**Влажность.** Средняя абсолютная влажность в Голодной Степи около 9 *мм*. При этом наиболее сух район Запорожья и Джизака, а в районе ст. Голодная Степь влажность несколько выше. Более высокая влажность в пределах Туркестана имеет место, главным образом, в южной части Закаспийской области, в Бухаре и в Фергане.

Средняя годовая относительная влажность в Голодной Степи заключается между 70 и 60%, т.-е. приблизительно такая же, как в Ташкентском районе, и ниже, чем в Фергане. Наибольшей величины средняя месячная относительная влажность достигает зимой, наименьшей летом (июль, август). Ход абсолютной влажности обратный.

Ниже приводятся средние абсолютные и относительные влажности для Запорожья, Голодной Степи и Джизака за наиболее интересный для нас вегетационный период:

| Пункты / Месяцы | Влажность | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ст. Голодная Степь | | Ст. Запорожская | | Ст. Джизак | |
| | Абсолютная | Относительная | Абсолютная | Относительная | Абсолютная | Относительная |
| Апрель | 9,4 | 74 | 7,9 | 62 | 8,3 | 68 |
| Май | 9,4 | 58 | 9,3 | 52 | 9,3 | 51 |
| Июнь | 11,4 | 48 | 9,4 | 40 | 10,1 | 41 |
| Июль | 11,5 | 44 | 10,6 | 39 | 10,2 | 36 |
| Август | 10,4 | 45 | 9,1 | 37 | 9,5 | 37 |
| Сентябрь | 7,9 | 48 | 7,4 | 44 | 6,8 | 39 |

**Облачность.** Средняя годовая облачность в Голодной Степи, определяемая около 36% покрытия неба, является самой меньшей по всему СССР, не считая Южной Бухары, и характеризует этот район, как очень благоприятный в отношении обилия света и солнечной энергии. Благоприятным обстоятельством является при этом и то, что наибольшая облачность в Голодной Степи наступает в зимнее время, а не в период вегетации. Облачность уменьшается здесь в соответствии с повышением температуры. В наиболее ясные годы облачность за все 5 месяцев с июня по октябрь может быть в Джизаке и Голодной Степи менее 10%, а в наименее ясные — не достигает в августе и октябре 25%. В Запорожье облачность несколько больше. Минимум облачности приходится на август; более ясным в Туркестане бывает август лишь в Байрам-Али. Максимум облачности бывает в Голодной Степи в декабре, в Запорожье и Джизаке в январе.

Соответственно с малой облачностью, Голодная Степь выделяется из всего Туркестана по числу ясных дней, каковых в среднем около 170 в году. Пасмурных дней соответственно 71. При этом Запорожье опять находится в несколько худших условиях. Общее число ясных дней за лето — 70, т.-е. около 80% всех дней, пасмурных же дней лишь 2. Даже в годы с наибольшим числом пасмурных дней, их за весь летний период насчитывается 5 — 8. Таким образом, период цветения и созревания хлопка в Голодной Степи в отношении обилия света и солнца находится в чрезвычайно благоприятных условиях и более выгодных, чем в соседних районах орошения, Ферганском и Ташкентском.

Туманы в Голодной Степи — явление довольно редкое, в среднем за год не более 10 дней, и то преимущественно в период от ноября по март, чаще в январе и феврале.

Основные данные о колебании облачности и о ясных днях приведены в следующей таблице:

| Stations | Months | Amount of cloud | | | Number of cloudless days | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Average | Maximum average | Minimum average | Average | Maximum average | Minimum average |
| Golodnaya Steppe | January | 5.4 | 8.3 | 3.0 | 7.6 | 16 | 0 |
| | February | 5.5 | 7.7 | 1.8 | 6.8 | 20 | 1 |
| | March | 5.2 | 7.0 | 3.3 | 8.6 | 18 | 4 |
| | April | 4.9 | 7.0 | 2.9 | 8.0 | 18 | 2 |
| | May | 3.4 | 4.3 | 2.1 | 12.6 | 20 | 7 |
| | June | 2.1 | 4.0 | 0.8 | 19.2 | 26 | 12 |
| | July | 0.9 | 2.8 | 0.1 | 24.4 | 31 | 18 |
| | August | 0.7 | 1.7 | 0.1 | 26.4 | 30 | 17 |
| | September | 1.2 | 2.2 | 0.2 | 22.6 | 29 | 15 |
| | October | 3.1 | 5.0 | 0.6 | 15.9 | 24 | 5 |
| | November | 4.5 | 7.4 | 2.9 | 10.1 | 19 | 2 |
| | December | 5.7 | 9.1 | 2.7 | 6.2 | 19 | 1 |
| | Annual average | 3.6 | 4.4 | 2.3 | 168.4 | 216 | 144 |
| Zaporojie | January | 6.0 | 7.5 | 0 | 4.3 | 10 | 0 |
| | February | 6.4 | 7.7 | 4.8 | 4.5 | 9 | 0 |
| | March | 6.0 | 7.8 | 4.5 | 5.8 | 9 | 1 |
| | April | 6.1 | 7.1 | 2.0 | 4.4 | 16 | 1 |
| | May | 5.0 | 5.6 | 2.0 | 11.5 | 20 | 6 |
| | June | 3.1 | 5.4 | 1.3 | 11.4 | 22 | 1 |
| | July | 1.7 | 2.9 | 0.8 | 20.5 | 26 | 9 |
| | August | 1.1 | 2.3 | 0.3 | 24.6 | 29 | 16 |
| | September | 1.5 | 2.5 | 0.9 | 22.3 | 26 | 17 |
| | October | 3.8 | 4.8 | 2,8 | 12.1 | 16 | 7 |
| | November | 4.4 | 6.8 | 3.1 | 10.6 | 17 | 4 |
| | December | 5.8 | 8.4 | 4.5 | 6.6 | 12 | 2 |
| | Annual average | 4.2 | 4.7 | 3.4 | 138.6 | 171 | 123 |
| Djizak | January | 6.0 | 8.4 | 2.6 | 6.0 | 15 | 1 |
| | February | 5.8 | 8.0 | 2.3 | 6.1 | 13 | 1 |
| | March | 5.8 | 8.2 | 3.0 | 6.8 | 17 | 0 |
| | April | 4.9 | 6.4 | 2.0 | 8.4 | 21 | 2 |
| | May | 3.2 | 5.2 | 0.8 | 14.5 | 28 | 6 |
| | June | 1.9 | 4.4 | 0.2 | 20.0 | 30 | 9 |
| | July | 1.0 | 2.4 | 0.0 | 24.1 | 31 | 12 |
| | August | 0.6 | 1.6 | 0.0 | 26.4 | 31 | 18 |
| | September | 0.9 | 2.2 | 0.1 | 24.1 | 30 | 14 |
| | October | 2.8 | 6.0 | 1.0 | 17.0 | 27 | 3 |
| | November | 4.6 | 4.5 | 0.8 | 10.2 | 23 | 2 |
| | December | 5.8 | 8.3 | 2.2 | 6.6 | 17 | 0 |
| | Annual average | 3.6 | 5.0 | 2.3 | 170.2 | 214 | 123 |

Note: In columns „maximum average" and „minimum average" the figures given represent separate years.

| Пункты | Месяцы | Облачность | | | Число ясных дней | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Средняя | Наибольшая средняя | Наименьшая средняя | Среднее | Наибольшее среднее | Наименьшее среднее |
| Ст. Голодная Степь | Январь | 5,4 | 8,3 | 3,0 | 7,6 | 16 | 0 |
| | Февраль | 5,5 | 7,7 | 1,8 | 6,8 | 20 | 1 |
| | Март | 5,2 | 7,0 | 3,3 | 8,6 | 18 | 4 |
| | Апрель | 4,9 | 7,0 | 2,9 | 8,0 | 18 | 2 |
| | Май | 3,4 | 4,3 | 2,1 | 12,6 | 20 | 7 |
| | Июнь | 2,1 | 4,0 | 0,8 | 19,2 | 26 | 12 |
| | Июль | 0,9 | 2,8 | 0,1 | 24,4 | 31 | 18 |
| | Август | 0,7 | 1,7 | 0,1 | 26,4 | 30 | 17 |
| | Сентябрь | 1,2 | 2,2 | 0,2 | 22,6 | 29 | 15 |
| | Октябрь | 3,1 | 5,0 | 0,6 | 15,9 | 28 | 5 |
| | Ноябрь | 4,5 | 7,4 | 2,9 | 10,1 | 19 | 2 |
| | Декабрь | 5,7 | 9,1 | 2,7 | 6,2 | 19 | 1 |
| | За год | 3,6 | 4,4 | 2,3 | 168,4 | 216 | 144 |
| Ст. Запорожская | Январь | 6,0 | 7,5 | 0 | 4,3 | 10 | 0 |
| | Февраль | 6,4 | 7,7 | 4,8 | 4,5 | 9 | 0 |
| | Март | 6,0 | 7,8 | 4,5 | 5,8 | 9 | 1 |
| | Апрель | 6,1 | 7,1 | 2,0 | 4,4 | 16 | 1 |
| | Май | 5,0 | 5,6 | 2,0 | 11,5 | 20 | 6 |
| | Июнь | 3,1 | 5,4 | 0,3 | 11,4 | 22 | 1 |
| | Июль | 1,7 | 2,9 | 0,8 | 20,5 | 26 | 9 |
| | Август | 1,1 | 2,3 | 1,3 | 24,6 | 29 | 16 |
| | Сентябрь | 1,5 | 2,5 | 0,9 | 22,3 | 26 | 17 |
| | Октябрь | 3,8 | 4,8 | 2,8 | 12,1 | 16 | 7 |
| | Ноябрь | 4,4 | 6,8 | 3,1 | 10,6 | 17 | 4 |
| | Декабрь | 5,8 | 8,4 | 4,5 | 6,6 | 12 | 2 |
| | За год | 4,2 | 4,7 | 3,4 | 138,6 | 171 | 123 |
| Ст. Джизак | Январь | 6,0 | 8,4 | 2,6 | 6,0 | 15 | 1 |
| | Февраль | 5,8 | 8,0 | 2,3 | 6,1 | 13 | 1 |
| | Март | 5,8 | 8,2 | 3,0 | 6,8 | 17 | 0 |
| | Апрель | 4,9 | 6,4 | 2,0 | 8,4 | 21 | 2 |
| | Май | 3,2 | 5,2 | 0,8 | 14,5 | 28 | 6 |
| | Июнь | 1,9 | 4,4 | 0,2 | 20,0 | 30 | 9 |
| | Июль | 1,0 | 2,4 | 0,0 | 24,1 | 31 | 12 |
| | Август | 0,6 | 1,6 | 0,0 | 26,4 | 31 | 18 |
| | Сентябрь | 0,9 | 2,2 | 0,1 | 24,1 | 30 | 14 |
| | Октябрь | 2,8 | 6,0 | 1,0 | 17,0 | 27 | 3 |
| | Ноябрь | 4,6 | 4,5 | 0,8 | 10,2 | 23 | 2 |
| | Декабрь | 5,8 | 8,3 | 2,2 | 6,6 | 17 | 0 |
| | За год | 3,6 | 5,0 | 2,3 | 170,2 | 214 | 123 |

Примечание: В графах „наибольшая средняя" и „наименьшая средняя" приведены данные за отдельные годы.

Precipitation.

Turkestan and Golodnaya Steppe belong, as is well known, to the driest regions of U. S. S. R. The Golodnaya Steppe is occupying the second place among the cotton-growing districts of Turkestan as regards the amount of precipitation, the district of Tashkent being on the first place. The average annual amount of precipitation in the Golodnaya Steppe is equal to about 240—250 millimeters (not counting Djizak, where the precipitation is more abundant). The range of annual and monthly fluctuations is very wide; at the Golodnaya Steppe station, for instance, the maximum annual amount of precipitation, occured in 1902, was equal to 498 mm, the minimum in 1910 was as low as 98 mm, that is the declination of the extremes from the normal reached 100 per cent approximately. Djizak has relatively greater precipitation, and differs, in this respect, from other stations situated in the Golodnaya Steppe. Total amount of precipitation during the summer months (June—October) at Djizak reaches 24 mm usually; in the Golodnaya Steppe this quantity does not exceed 14 mm. In certain years there is no precipitation at all during the summer months. At Djizak during August maximum total rainfall reaches 4 mm in most „abundant" years (at Zaporojie and Golodnaya Steppe only 2—3 mm). The Golodnaya Steppe accordingly belongs to the driest regions of Turkestan.

Average annual march of the precipitation amount has its maximum in spring (March, April) and minimum — in August.

The march of montly fluctuations may be seen from the following table:

| Months \ Stations | Precipitations in mm | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Golodnaya Steppe | | | Zaporojie | | | Djizak | | |
| | Monthly average | Maximum monthly average | Minimum monthly average | Monthly average | Maximum monthly average | Minimum monthly average | Monthly average | Maximum monthly average | Minimum monthly average |
| January | 28 | 91 | 10 | 17 | 34 | 6 | 68 | 140 | 1 |
| February | 26 | 67 | 0 | 31 | 56 | 0 | 47 | 106 | 8 |
| March | 38 | 93 | 9 | 49 | 74 | 12 | 79 | 155 | 42 |
| April | 36 | 70 | 7 | 52 | 127 | 0 | 66 | 264 | 36 |
| May | 28 | 71 | 2 | 17 | 33 | 0 | 36 | 42 | 0 |
| June | 6 | 17 | 0 | 10 | 25 | 0 | 14 | 25 | 0 |
| July | 2 | 7 | 0 | 1 | 4 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| August | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 4 | 0 |
| September | 5 | 9 | 0 | 3 | 18 | 0 | 6 | 21 | 0 |
| October | 16 | 42 | 0 | 22 | 50 | 0 | 31 | 57 | 1 |
| November | 25 | 93 | 0 | 27 | 79 | 1 | 40 | 99 | 7 |
| December | 27 | 61 | 0 | 20 | 42 | 6 | 38 | 108 | 21 |
| Total for the year | 238 | 498 | 98 | 249 | 385 | 75 | 429 | 514 | 255 |

Note: In colums „maximum average" and „minimum average" the figures given represent separate years.

At the Golodnaya Steppe station the seasonal amounts of precipitation are as follows winter — 81 mm; spring — 102 mm; summer — 9 mm and autumn — 46 mm. The maximum monthly total — 55 mm has been observed at Djizak in January.

Precipitation at Djizak is more intensive than at other stations; this may be seen from the fact that total amounts for Djizak are considerably greater, while the number of days with precipitation differs only slightly from that for stations Zaporojie and Golodnaya Steppe.

The average number of days per annum with precipitation for the Golodnaya Steppe station is equal to 55, which is less than in Fergana and Tashkent districts.

March and April are the months during which the number of days with precipitation is the greatest, while in July and August often not a drop of rain falls, which is characteristic for the whole region of Aral-Caspian low land.

**Осадки.** Туркестан и Голодная Степь относятся, как известно, к наиболее сухим районам СССР. Однако, по отношению ко всем хлопковым районам Туркестана, по количеству выпадающих осадков, Голодная Степь уступает только Ташкентскому району. В среднем, за год в Голодной Степи выпадает около 240—250 *мм* (если не считать Джизака с более обильными осадками). Но в отдельные годы и в отдельные месяцы количество выпадающих осадков колеблется очень сильно. Так, на ст. Голодная Степь в 1902 г. наибольшее количество осадков за год составляло 498 *мм*, а в 1910 году наименьшее количество осадков за год было 98 *мм*, т.-е. крайние пределы годовой суммы осадков разнятся от средней величины около 100%. Джизак отличается относительно большим количеством осадков и представляет в этом отношении исключение среди других станций района Голодной Степи; однако, в летнее время и в Джизаке нормальная сумма осадков составляет всего 24 *мм* (с июня по октябрь), в Голодной Степи та же сумма не превышает 14 *мм*. В отдельные же годы сумма осадков в летние месяцы может быть равна нулю, а в наиболее „богатые" осадками годы в августе, даже в Джизаке, наибольшее наблюдавшееся за все время количество осадков составляет всего 4 *мм*. (В Запорожской и Голодной Степи всего 2—3 *мм*). Таким образом, по количеству летних осадков Голодная Степь относится к самой сухой области Туркестана.

В среднем годовом ходе осадков, наибольшее количество их приходится на весну (март—апрель), наименьшее—на август.

Месячный ход колебаний ясно виден из нижеследующей таблицы:

| Пункты / Месяцы | Осадки в *мм* | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ст. Голодная Степь | | | Ст. Запорожская | | | Ст. Джизак | | |
| | Средний месячный | Наибольший средний месячный | Наименьший средний месячный | Средний месячный | Наибольший средний месячный | Наименьший средний месячный | Средний месячный | Наибольший средний месячный | Наименьший средний месячный |
| Январь | 28 | 91 | 10 | 17 | 34 | 6 | 68 | 140 | 1 |
| Февраль | 26 | 67 | 0 | 31 | 56 | 0 | 47 | 106 | 8 |
| Март | 38 | 93 | 9 | 49 | 74 | 12 | 79 | 155 | 42 |
| Апрель | 36 | 70 | 7 | 52 | 127 | 0 | 66 | 264 | 36 |
| Май | 28 | 71 | 2 | 17 | 33 | 0 | 36 | 42 | 0 |
| Июнь | 6 | 17 | 0 | 10 | 25 | 0 | 14 | 25 | 0 |
| Июль | 2 | 7 | 0 | 1 | 4 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| Август | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 4 | 0 |
| Сентябрь | 5 | 9 | 0 | 3 | 18 | 0 | 6 | 21 | 0 |
| Октябрь | 16 | 42 | 0 | 22 | 50 | 0 | 31 | 57 | 1 |
| Ноябрь | 25 | 93 | 0 | 27 | 79 | 1 | 40 | 99 | 7 |
| Декабрь | 27 | 61 | 0 | 20 | 42 | 6 | 38 | 108 | 21 |
| Сумма за год | 238 | 498 | 98 | 249 | 385 | 75 | 429 | 514 | 255 |

Примечание: В графах „наибольший средний" и „наименьший средний" приведены данные за отдельные годы.

Для станции Голодная Степь по временам года выпадало в среднем следующее количество осадков: зимой 81 *мм*, весной 102 *мм*, летом 9 *мм* и осенью—46 *мм*.

Наибольшее суточное количество осадков 55 *мм* наблюдалось в январе в Джизаке; вообще там осадки должны отличаться сравнительной интенсивностью, ибо при больших превышениях в суммах осадков над Голодной Степью и Запорожьем, число дней с осадками в Джизаке разнится от вышеназванных пунктов сравнительно немного.

Среднее число дней с осадками за год для ст. Голодная Степь—55, меньше, чем в Ташкентском и Ферганском районах.

Чаще всего выпадают осадки в марте и апреле, реже всего в июле и августе, когда часто не выпадает ни капли дождя, как и во всей Арало-Каспийской низменности. Более подробно распределение числа дней с осадками по месяцам видно из прилагаемой таблицы:

The distribution of days with precipitation during a year is shown in the following table:

| Months \ Stations | Number of days | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Golodnaya Steppe | | | Zaporojie | | | Djizak | | |
| | Monthly average | Maximum monthly average | Minimum monthly average | Monthly average | Maximum monthly average | Minimum monthly average | Monthly average | Maximum monthly average | Minimum monthly average |
| January | 7 | 13 | 3 | 5 | 10 | 1 | 9 | 17 | 1 |
| February | 7 | 11 | 0 | 7 | 11 | 0 | 8 | 15 | 1 |
| March | 8 | 13 | 2 | 9 | 12 | 6 | 11 | 18 | 4 |
| April | 8 | 15 | 5 | 9 | 14 | 0 | 10 | 16 | 3 |
| May | 6 | 10 | 2 | 5 | 8 | 0 | 6 | 10 | 1 |
| June | 2 | 5 | 0 | 3 | 6 | 0 | 3 | 9 | 0 |
| July | 1 | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 2 | 8 | 0 |
| August | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 |
| September | 1 | 3 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 | 5 | 0 |
| October | 4 | 10 | 0 | 4 | 8 | 2 | 5 | 10 | 0 |
| November | 5 | 9 | 0 | 6 | 14 | 1 | 6 | 15 | 0 |
| December | 6 | 17 | 1 | 5 | 12 | 3 | 7 | 12 | 1 |
| Total for the year | 55 | 81 | 37 | 55 | 74 | 22 | 69 | 88 | 40 |

From the 55 days shown in the above table as an average number for the Golodnaya Steppe station, there are 13 days with snow (which it is possible to expect here from October to April) and 8 days with thunder storms and hail; the latter is very rare here and occurs almost exclusively in May.

**Temperatures.**

The average annual temperature of the air in the Golodnaya Steppe is equal to about 14°, fluctuating from 12—13° for certain years to 16° for the warmest ones.

The climate of the Golodnaya Steppe is warmer than that of the regions situated to the East and West and lying at the same latitude, which may be attributed to the influence of the Kizil-Kum desert, where the air is intensely hot in summer.

The march of average monthly temperatures is shown in the following table:

| Months \ Stations | Average monthly temperatures | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Golodnaya Steppe | | | Zaporojie | | | Djizak | | |
| | Average | Maximum average | Minimum average | Average | Maximum average | Minimum average | Average | Maximum average | Minimum average |
| January | — 2.6 | 4.9 | —10.8 | 1.1 | 3.6 | — 1.9 | — 1.4 | 5.9 | — 9.2 |
| February | 0.4 | 3.9 | —3.4 | 1.8 | 5.8 | — 1.3 | 1.5 | 6.8 | — 6.2 |
| March | 7.8 | 10.7 | 2.8 | 9.2 | 13.1 | 6.0 | 7.7 | 12.4 | 2.3 |
| April | 14.8 | 18.3 | 12.2 | 15.2 | 17.4 | 11.9 | 14.8 | 17.3 | 12.2 |
| May | 21.4 | 23.5 | 18.8 | 20.8 | 24.7 | 17.6 | 21.1 | 23.2 | 18.5 |
| June | 26.2 | 28.1 | 23.8 | 25.0 | 27.2 | 23.3 | 26.3 | 28.5 | 23.8 |
| July | 28.0 | 28.8 | 25.6 | 27,5 | 28.2 | 27.0 | 28.5 | 30.0 | 26.6 |
| August | 25.9 | 27.1 | 23.9 | 26.3 | 27.7 | 24.7 | 26.5 | 28.8 | 24.6 |
| September | 20.3 | 22.0 | 18.5 | 20.4 | 22.6 | 18.2 | 20.9 | 23.1 | 19.2 |
| October | 13.0 | 17.1 | 9.0 | 13.9 | 15.5 | 12.0 | 13.5 | 17.7 | 9.1 |
| November | 6.8 | 11.4 | 4.2 | 5.7 | 8.9 | 0.7 | 7.5 | 12.7 | 4.3 |
| December | 1.5 | 6.3 | — 4.7 | 2.1 | 6.4 | — 0.8 | 2.9 | 6.8 | — 5.1 |
| Annual average | 13.6 | 14.7 | 12.7 | 14.1 | 15.4 | 13.5 | 14.2 | 15.3 | 12.9 |

| Месяцы \ Пункты | Число дней | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ст. Голодная Степь | | | Ст. Запорожская | | | Ст. Джизак | | |
| | Среднее за месяц | Наибольшее за месяц | Наименьшее за месяц | Среднее за месяц | Наибольшее за месяц | Наименьшее за месяц | Среднее за месяц | Наибольшее за месяц | Наименьшее за месяц |
| Январь | 7 | 13 | 3 | 5 | 10 | 1 | 9 | 17 | 1 |
| Февраль | 7 | 11 | 0 | 7 | 11 | 0 | 8 | 15 | 1 |
| Март | 8 | 13 | 2 | 9 | 12 | 6 | 11 | 18 | 4 |
| Апрель | 8 | 15 | 5 | 9 | 14 | 0 | 10 | 16 | 3 |
| Май | 6 | 10 | 2 | 5 | 8 | 0 | 6 | 10 | 1 |
| Июнь | 2 | 5 | 0 | 3 | 6 | 0 | 3 | 9 | 0 |
| Июль | 1 | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 2 | 8 | 0 |
| Август | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 |
| Сентябрь | 1 | 3 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 | 5 | 0 |
| Октябрь | 4 | 10 | 0 | 4 | 8 | 2 | 5 | 10 | 0 |
| Ноябрь | 5 | 9 | 0 | 6 | 14 | 1 | 6 | 15 | 0 |
| Декабрь | 6 | 17 | 1 | 5 | 12 | 3 | 7 | 12 | 1 |
| Сумма за год | 55 | 81 | 37 | 55 | 74 | 22 | 69 | 88 | 40 |

Из вышеуказанного среднего числа дней с осадками (55) в Голодной Степи на 13 дней приходятся снежные осадки, которые возможны здесь, вообще говоря, с октября по апрель, и 8 дней на грозы и грады, из коих последние бывают чрезвычайно редки и почти исключительно в мае.

**Температура.** Средняя годовая температура воздуха Голодной Степи около 14°, опускается в отдельные годы до 12 — 13° и доходит в наиболее теплые до 16°. По сравнению с районами, расположенными к западу и востоку на той же широте, Голодная Степь теплее, что отчасти объясняется влиянием пустыни Кызыл-Кум, сильное нагревание которой летом значительно поднимает температуру Голодной Степи. Ход месячных колебаний температур указан в нижеследующей таблице:

| Месяцы \ Пункты | Месячные температуры | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ст. Голодная Степь | | | Ст. Запорожская | | | Ст. Джизак | | |
| | Средняя | Наибольшая средняя | Наименьшая средняя | Средняя | Наибольшая средняя | Наименьшая средняя | Средняя | Наибольшая средняя | Наименьшая средняя |
| Январь | — 2,6 | 4,9 | — 10,8 | 1,1 | 3,6 | — 1,9 | — 1,4 | 5,9 | — 9,2 |
| Февраль | 0,4 | 3,9 | — 3,4 | 1,8 | 5,8 | — 1,3 | 1,5 | 6,8 | — 6,2 |
| Март | 7,8 | 10,7 | 2,8 | 9,2 | 13,1 | 6,0 | 7,7 | 12,4 | 2,3 |
| Апрель | 14,8 | 18,3 | 12,2 | 15,2 | 17,4 | 11,9 | 14,8 | 17,3 | 12,2 |
| Май | 21,4 | 23,5 | 18,8 | 20,8 | 24,7 | 17,6 | 21,1 | 23,2 | 18,5 |
| Июнь | 26,2 | 28,1 | 23,8 | 25,0 | 27,2 | 23,3 | 26,3 | 28,5 | 23,8 |
| Июль | 28,0 | 28,8 | 25,6 | 27,5 | 28,2 | 27,0 | 28,5 | 30,0 | 26,6 |
| Август | 25,9 | 27,1 | 23,9 | 26,3 | 27,7 | 24,7 | 26,5 | 28,8 | 24,6 |
| Сентябрь | 20,3 | 22,0 | 18,5 | 20,4 | 22,6 | 18,2 | 20,9 | 23,1 | 19,2 |
| Октябрь | 13,0 | 17,1 | 9,0 | 13,9 | 15,5 | 12,0 | 13,5 | 17,7 | 9,1 |
| Ноябрь | 6,8 | 11,4 | 4,2 | 5,7 | 8,9 | 0,7 | 7,5 | 12,7 | 4,3 |
| Декабрь | 1,5 | 5,9 | — 4,7 | 2,1 | 6,4 | — 0,8 | 2,9 | 6,8 | — 5,1 |
| За год | 13,6 | 14,7 | 12,7 | 14,1 | 15,4 | 13,5 | 14,2 | 15,3 | 12,9 |

It may be seen from this table that the maximum monthly average occurs in July, reaching 30° in Djizak, 29° at Golodnaya Steppe and 28° at Zaporojie, the average temperature of July being equal for these stations to about 28°. The minimum monthly average, about—1.0° occurs in January, being for certain years as low as—11°. The January temperatures in the Golodnaya Steppe differ only slightly from those of Fergana and Tashkent districts, but are somewhat lower than in Transcaspian cotton regions, except Khiva, where the average temperature for January is—5°. The average temperature of five warm months (May—September) at the Golodnaya Steppe station fluctuates from 26° to 21°, being equal on the average to 23,8° and does not differ from other best districts of Turkestan. During the vegetation season it is warmer in Golodnaya Steppe than in Tashkent and Andijan.

The average annual amplitude of mean monthly temperatures in the Golodnaya Steppe is equal to about 30 degrees, which is very near to the temperature amplitudes observed in Ashkhabad and Murgab districts. The absolute amplitude of monthly means, i. e. the difference between the warmest July and the coldest January, is higher for the Golodnaya Steppe, being equal to almost 40 degrees, while in Merv district it is equal to 38 degrees and in Ashkabad — 37 degrees.

The following table contains the absolute maxima and minima of temperatures:

| Stations / Months | Temperatures | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Golodnaya Steppe | | | Zaporojie | | | Djisak | | |
| | Absolute maximum | Absolute minimum | Amplitude | Absolute maximum | Absolute minimum | Amplitude | Absolute maximum | Absolute minimum | Amplitude |
| January | 20.2 | —32.7 | 52.9 | 15.0 | —20.2 | 35.2 | 20.8 | —19.0 | 39.8 |
| February | 19.3 | —25.7 | 45.0 | 16.9 | —18.1 | 35.0 | 24.8 | —17.5 | 42.3 |
| March | 26.2 | —16.0 | 42.2 | 26.9 | — 5.0 | 31.9 | 30.6 | — 6.0 | 36.6 |
| April | 34.0 | — 4.1 | 38.1 | 34.6 | — 7.4 | 42.0 | 39.0 | — 2.5 | 41.5 |
| May | 40.6 | 2.0 | 38.6 | 38.7 | 4.4 | 34.3 | 41.2 | 2.5 | 38.7 |
| June | 42.6 | 5.2 | 37.4 | 40.0 | 7.2 | 32.8 | 45.8 | 5.0 | 40.8 |
| July | 42.4 | 11.5 | 30.9 | 41.7 | 12.0 | 29.7 | 45.0 | 12.9 | 32.1 |
| August | 40.3 | 6.5 | 33.8 | 41.5 | 10.0 | 31.5 | 45.1 | 8.3 | 36.8 |
| September | 39.0 | 0.1 | 38.9 | 36.5 | 3.2 | 33.3 | 39.0 | 3.5 | 35.5 |
| October | 33.6 | —11.6 | 45.2 | 29.7 | — 5.5 | 35.2 | 36.1 | — 5.6 | 41.7 |
| November | 27.1 | —23.7 | 50.8 | 23.9 | —16.3 | 40.2 | 32.2 | —23.0 | 55.2 |
| December | 18.4 | —25.4 | 43.0 | 17.5 | —25.5 | 43.0 | 25.0 | —18.0 | 43.0 |

It is seen from this table that the lowest extreme at the Golodnaya Steppe station reaches about 32.7° below zero; the highest extreme does 42.6 above zero, the absolute amplitude of temperatures for the whole period being thus equal to 75 degrees. The temperature amplitudes at Djizak and Zaporojie are not so large, notwithstanding the fact that the upper extreme at Djizak was higher, namely 45.8°. The absolute amplitude of temperatures at the Golodnaya Steppe shows an extreme continentality of the climate here and exceeds the temparature ranges prevailing in other cotton regions, except Khiva; at Ashkhabad the temperature amplitude is equal to 70°, at Tashkent and Bayram-Ali 68°, at Andijan 64°.

The monthly temperature ranges are also large, fluctuating for the Golodnaya Steppe from 30.9° to 52.9°.

Thus due to possible big contrasts between the warm and cold seasons, the temperature conditions in the Golodnaya Steppe are not so favourable for growing perennial southern plants, requiring from them more adaptability, than is needed in other cotton regions of Turkestan.

In order to show in a more detailed way the fluctuations of the temperatures in different cotton regions of Turkestan, the absolute extremes for each month, for a 10-year period of observations (1902—1911), at several stations of those regions are collected in the following table:

Из этой таблицы усматривается прежде всего, что максимум средней месячной температуры бывает в июле, достигая в Джизаке 30°, а в Голодной Степи 29° и в Запорожье 28°, при средней месячной температуре в этих пунктах около 28°. Наименьшая средняя месячная температура около — 1,0° бывает в январе, понижаясь в исключительные годы почти до — 11°. По температурам в январе Голодная Степь приближается к температурам Ташкентского и Ферганского районов, но ниже хлопковых районов Закаспия, кроме Хивы, где в январе среднемесячная температура достигает — 5°. Средняя температура пяти теплых месяцев (май — сентябрь) для ст. Голодная Степь колеблется от 28° до 20,3°, в среднем 24,4° и в этом отношении не отличается от других лучших районов Туркестана. В период вегетации в Голодной Степи теплее, чем в Ташкенте и Андижане.

Средняя годовая амплитуда колебаний средних месячных температур Голодной Степи около 31°, приближается к амплитуде Ашхабадского и Мургабского района, но, если взять абсолютную годовую амплитуду колебаний среднемесячных температур, т.-е. разницу между самым теплым июлем и самым холодным январем, то эта амплитуда для Голодной Степи почти 40°, тогда как в Мервском районе она 38° и в Асхабадском 37°.

В нижеследующей таблице приведены абсолютные максимумы и минимумы температуры.

| Пункты / Месяцы | Температура | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ст. Голодная Степь | | | Ст. Запорожская | | | Ст. Джизак | | |
| | Абсолютный максимум | Абсолютный минимум | Амплитуда | Абсолютный максимум | Абсолютный минимум | Амплитуда | Абсолютный максимум | Абсолютный минимум | Амплитуда |
| Январь | 20,2 | — 32,7 | 52,9 | 15,0 | — 20,2 | 35,2 | 20,8 | — 19,0 | 39,8 |
| Февраль | 19,3 | — 25,7 | 45,0 | 16,9 | — 18,1 | 35,0 | 24,8 | — 17,5 | 42,3 |
| Март | 26,2 | — 16,0 | 42,2 | 26,9 | — 5,0 | 31,9 | 30,6 | — 6,0 | 36,6 |
| Апрель | 34,0 | — 4,1 | 38,1 | 34,6 | — 7,4 | 42,0 | 39,0 | — 2,5 | 41,5 |
| Май | 40,6 | 2,0 | 38,6 | 38,7 | 4,4 | 34,3 | 41,2 | 2,5 | 38,7 |
| Июнь | 42,6 | 5,2 | 37,4 | 40,0 | 7,2 | 32,8 | 45,8 | 5,0 | 40,8 |
| Июль | 42,4 | 11,5 | 30,9 | 41,7 | 12,0 | 29,7 | 45,0 | 12,9 | 32,1 |
| Август | 40,3 | 6,5 | 33,8 | 41,5 | 10,0 | 31,5 | 45,1 | 8,3 | 36,8 |
| Сентябрь | 39,0 | 0,1 | 38,9 | 36,5 | 3,2 | 33,3 | 39,0 | 3,5 | 35,5 |
| Октябрь | 33,6 | — 11,6 | 45,2 | 29,7 | — 5,5 | 35,2 | 36,1 | — 5,6 | 41,7 |
| Ноябрь | 27,1 | — 23,7 | 50,8 | 23,9 | — 16,3 | 40,2 | 32,2 | — 23,0 | 55,2 |
| Декабрь | 18,4 | — 25,4 | 43,0 | 17,5 | — 25,5 | 43,0 | 25,0 | — 18,0 | 43,0 |

Из таблицы усматривается, что самая низкая температура опускалась в Голодной Степи почти до 32,7° ниже нуля, а самая высокая достигала + 42,6°, т.-е. абсолютная амплитуда температур за весь период около 75°; амплитуда у Запорожья и Джизака меньше, несмотря на то, что наивысшая температура в Джизаке была выше, а именно 45,8°. Указанная абсолютная амплитуда температур Голодной Степи ярко иллюстрирует крайнюю континентальность ее климата, и больше, чем в других хлопковых районах, за исключением Хивы; так, в Ашхабаде она 70°, в Ташкенте и Байрам-Али 68°, в Андижане 64°.

Так же велики и амплитуды по месяцам, колеблясь для Голодной Степи от 30,9 до 52,9°.

Таким образом, вследствие возможных больших контрастов между теплыми и холодными сезонами, температурные условия Голодной Степи менее благоприятны для многолетних растений южного пояса, чем в других хлопковых районах, требуя от растительности большей приспособляемости.

Для более детальной характеристики колебаний температуры в различных хлопковых районах Туркестанского края ниже приводятся наивысшие и наинизшие температуры, наблюдавшиеся в каждом месяце за десятилетний период с 1902 — 1911 г.г. на отдельных станциях этих районов.

| Months | Golodnaya Steppe | | Tashkent | | Andijan | | Bayram-Ali | | Ashkhabad | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Maximum | Minimum | Maximum | Minimum | Maximum | Minimum | Maximum | Minimum | Maximum | Minimum |
| January | 20.2 | — 32.7 | 19.0 | — 25.7 | 11.6 | — 25.4 | 23.8 | — 25.6 | 22.4 | — 19.0 |
| February | 19.3 | — 25.7 | 20.6 | — 15.4 | 16.4 | — 21.1 | 28.4 | — 16.8 | 24.6 | — 15.0 |
| March | 26.2 | — 16.0 | 28.2 | — 13.5 | 22.6 | — 15.0 | 36.6 | — 15.1 | 30.8 | — 13.6 |
| April | 34.0 | — 4.1 | 32.0 | — 5.1 | 30.5 | — 1.5 | 36.0 | — 3.6 | 34.1 | — 1.0 |
| May | 39.2 | 0.8 | 39.5 | 0.4 | 34.8 | 5.4 | 40.4 | 4.5 | 39.2 | 7.7 |
| June | 41.1 | 8.0 | 39.5 | 8.1 | 38.2 | 11.0 | 42.8 | 9.8 | 43.3 | 12.6 |
| July | 42.2 | 11.5 | 39.8 | 10.8 | 37.1 | 10.0 | 42.6 | 13.4 | 45.0 | 14.8 |
| August | 40.3 | 7.1 | 38.8 | 8.6 | 35.4 | 10.5 | 41.6 | 10.6 | 43.3 | 14.8 |
| September | 39.0 | 1.0 | 35.8 | 0.6 | 33.0 | 4.2 | 39.4 | — 1.8 | 41.5 | 4.8 |
| October | 33.6 | — 11.6 | 32.7 | — 11.4 | 27.4 | — 5.6 | 36.4 | — 8.1 | 37.5 | — 5.4 |
| November | 26.6 | — 23.7 | 30.2 | — 21.9 | 22.7 | — 12.9 | 32.5 | — 17.3 | 33.9 | — 15.1 |
| December | 18.4 | — 25.4 | 22.4 | — 16.7 | 17.7 | — 23.7 | 25.0 | — 16.1 | 26.3 | — 12.1 |

It may be seen from the above table that the temperature of the air in the Golodnaya Steppe may rise over 18° throughout the year; during the period from April to September it may be higher than 30°; in summer months the maximum temperature may exceed 40°. On the other hand freezes in the Golodnaya Steppe may occur, same as in other cotton regions of Turkestan, during seven months, from October to April, the temperature in January falling as low as — 33°. Thus according to the above mentioned ten years observations, the period from May to September may be considered as frostless.

At Ashkhabad the extreme temperatures are more favourable than in the Golodnaya Steppe: absolute maxima and minima for all months are higher at Ashkhabad than at Golodnaya Steppe.

Comparing the Golodnaya Steppe region with Fergana we see that all absolute maxima in the Golodnaya Steppe are higher than corresponding values for Andijan while absolute minima are lower except one, in July, when the minimum observed at Andijan was 1.5° lower than the one registered during that month at the Golodnaya Steppe.

Absolute minima at Tashkent are higher during the colder months; from April to November they are lower or the same as at the Golodnaya Steppe. Absolute maxima at Tashkent are higher than in the Golodnaya Steppe during the colder period, from November to March, and lower during the warm season, from April to October.

The following table contains numbers of days with frosts and days when the temperature remained below zero.

| Months \ Stations | Number of days | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Golodnaya Steppe | | Zaporojie | | Djizak | |
| | With frost | Whole day below zero | With frost | Whole day below zero | With frost | Whole day below zero |
| October | 4.1 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 1.3 | 0.1 |
| November | 13.8 | 1.6 | 12.2 | 1.9 | 10.3 | 2.1 |
| December | 19.8 | 6.0 | 19.6 | 6.6 | 16.4 | 6.3 |
| January | 24.4 | 9.2 | 21.9 | 5.1 | 20.0 | 11.1 |
| February | 20.4 | 5.8 | 18.6 | 5.0 | 18.4 | 6.0 |
| March | 10.8 | 0.8 | 6.4 | 0.1 | 5.7 | 1.7 |
| April | 1.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 0.0 |
| Total for the year | 94.4 | 23.4 | 80.5 | 18.7 | 72.4 | 27.3 |

| Месяцы | Голодная Степь | | Ташкент | | Андижан | | Байрам-Али | | Ашхабад | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Максимум | Минимум | Максимум | Минимум | Максимум | Минимум | Максимум | Минимум | Максимум | Минимум |
| Январь | 20,2 | — 32,7 | 19,0 | — 25,7 | 11,6 | — 25,4 | 25,8 | — 25,6 | 22,4 | — 19,0 |
| Февраль | 19,3 | — 25,7 | 20,6 | — 15,4 | 16,4 | — 21,1 | 28,4 | — 16,8 | 24,6 | — 15,0 |
| Март | 26,2 | — 16,0 | 28,2 | — 13,5 | 22,6 | — 15,0 | 36,6 | — 15,1 | 30,8 | — 13,6 |
| Апрель | 34,0 | — 4,1 | 32,0 | — 5,1 | 30,5 | — 1,5 | 36,0 | — 2,6 | 34,1 | — 1,0 |
| Май | 39,2 | 0,8 | 39,5 | 0,4 | 34,8 | 5,4 | 40,4 | 4,5 | 39,2 | 7,7 |
| Июнь | 41,1 | 8,0 | 39,5 | 8,1 | 38,2 | 11,0 | 42,8 | 9,8 | 43,3 | 12,6 |
| Июль | 42,2 | 11,5 | 39,8 | 10,8 | 37,1 | 10,0 | 42,6 | 13,4 | 45,0 | 14,8 |
| Август | 40,3 | 7,1 | 38,8 | 8,6 | 35,4 | 10,5 | 41,6 | 10,6 | 43,3 | 14,8 |
| Сентябрь | 39,0 | 1,0 | 35,8 | 0,6 | 33,0 | 4,2 | 39,4 | — 1,8 | 41,5 | 4,8 |
| Октябрь | 33,6 | — 11,6 | 32,7 | — 11,4 | 27,4 | — 5,6 | 36,4 | — 8,1 | 37,5 | — 5,4 |
| Ноябрь | 26,6 | — 23,7 | 30,2 | — 21,9 | 22,7 | — 12,9 | 32,5 | — 17,3 | 33,9 | — 15,1 |
| Декабрь | 18,4 | — 25,4 | 22,4 | — 16,7 | 17,7 | — 23,7 | 25,0 | — 16,1 | 26,3 | — 12,1 |

Из приведенной таблицы можно установить, что температура воздуха в Голодной Степи во все месяцы года может подниматься выше 18°, а в полугодие с апреля по сентябрь — даже выше 30°, при чем наивысшая температура в летние месяцы может превышать 40°. С другой же стороны, морозы в Голодной Степи могут наблюдаться, как и в других хлопковых районах Туркестана, в течение 7 месяцев, с октября по апрель, причем температура может доходить в январе почти до—33°. Таким образом, в течение рассматриваемого 10-летнего периода, с мая по сентябрь включительно в Голодной Степи совершенно не наблюдалось заморозков.

В Ашхабаде в отношении величин крайних температур более благоприятные условия, чем в Голодной Степи: абсолютные максимумы и минимумы всех месяцев в Ашхабаде выше, чем в Голодной Степи.

Что касается более близкого к Голодной Степи Ферганского района, то здесь наблюдается такое соотношение: все абсолютные максимумы в Голодной Степи выше, чем в Андижане, абсолютные же минимумы ниже, кроме одного июля, когда в Андижане отмечен был минимум на 1.5° ниже, чем в Голодной Степи.

Абсолютные минимумы в Ташкенте в более холодной период вообще — выше, а с апреля по ноябрь — ниже или же мало отличаются от Голодной Степи. Абсолютные же максимумы в Ташкенте, наоборот, бывают выше, чем в Голодной Степи, преимущественно в более холодный период с ноября по март, и ниже в теплый сезон с апреля по октябрь.

В нижеследующей таблице указано число дней с морозами и без оттепелей.

| Пункты / Месяцы | Число дней | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ст. Голодная Степь | | Ст. Запорожская | | Ст. Джизак | |
| | С морозами | Без оттепелей | С морозами | Без оттепелей | С морозами | Без оттепелей |
| Октябрь | 4,1 | 0,0 | 1,6 | 0,0 | 1,3 | 0,1 |
| Ноябрь | 13,8 | 1,6 | 12,2 | 1,9 | 10,3 | 2,1 |
| Декабрь | 19,8 | 6,0 | 19,6 | 6,6 | 16,4 | 6,3 |
| Январь | 24,4 | 9,2 | 21,9 | 5,1 | 20,0 | 11,1 |
| Февраль | 20,4 | 5,8 | 18,6 | 5,0 | 18,4 | 6,0 |
| Март | 10,8 | 0,8 | 6,4 | 0,1 | 5,7 | 1,7 |
| Апрель | 1,1 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,3 | 0,0 |
| За год | 94,4 | 23,4 | 80,5 | 18,7 | 72,4 | 27,3 |

As may be seen from the table, the days with temperatures below zero occur during a long period, from October to April, but the number of such days is comparatively small, being equal (for 3 stations) to 82; out of this number, only during 23 days continuous freeze was registered.

The following table contains: a) the time of the commencement and end of the frostless period, with average daily temperatures above zero, b) the duration of these periods and c) the sums of temperatures for the same period.

| Periods | Dates | Beginning | | | End | | | Number of days | | | Sum of temperatures | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Average | Earliest | Latest | Average | Earliest | Latest | Average | Maximum | Minimum | Average | Maximum | Minimum |
| | | Golodnaya Steppe station | | | | | | | | | | | |
| Frostless | Day and Month | 1/IV | 11/III | 24/IV | 17/X | 30/IX | 3/XI | 200 | 223 | 180 | 4481 | 4784 | 4084 |
| | Year | — | 1904<br>1924 | 1913 | — | 1904 | 1921 | — | 1908 | 1911 | — | 1902 | 1911 |
| With mean daily temperature above zero | Day and Month | 9/III | 19/II | 31/III | 12/XI | 24/X | 7/XII | 256 | 285 | 231 | 4961 | 5144 | 4734 |
| | Year | — | 1923 | 1903 | — | 1909 | 1905 | — | 1923 | 1914 | — | 1910 | 1921 |
| | | Zaporojie station | | | | | | | | | | | |
| Frostless | Day and Month | 18/III | 24/II | 23/IV | 29/X | 13/X | 14/XI | 226 | 249 | 184 | 4745 | 5062 | 4525 |
| | Year | — | 1924 | 1917 | — | 1924 | 1921 | — | 1925 | 1917 | — | 1915 | 1916 |
| With mean daily temperature above zero | Day and Month | 2/III | 18/II | 21/III | 18/XI | 31/X | 22/XII | 262 | 307 | 229 | 5046 | 5787 | 4559 |
| | Year | — | 1923 | 1921 | — | 1916 | 1915 | — | 1915 | 1916 | — | 1915 | 1921 |
| | | Djizak station | | | | | | | | | | | |
| Frostless | Day and Month | 19/III | 27/II | 30/III | 23/X | 13/X | 15/XI | 219 | 230 | 200 | 4686 | 5086 | 4257 |
| | Year | — | 1915 | 1923 | — | 1920 | 1921 | — | 1915 | 1920 | — | 1915 | 1920 |
| With mean daily temperature above zero | Day and Month | 7/III | 31/I | 31/III | 18/XI | 10/X | 27/XII | 257 | 282 | 205 | 5093 | 5559 | 4529 |
| | Year | — | 1899 | 1898 | — | 1894 | 1897 | — | 1915 | 1898 | — | 1899<br>1915 | 1898 |

Как видно, хотя морозные дни и встречаются в течение большого периода от октября до апреля, но количество их сравнительно невелико, в среднем (по 3 пунктам) около 82 дней, из них только около 23 дней бывает без оттепелей.

Время наступления и окончания безморозного периода с суточной температурой выше 0°, продолжительность этих периодов и суммарные температуры за эти периоды указаны в нижеследующей таблице.

| Периоды | Время | Наступление | | | Окончание | | | Число дней | | | Сумма температур | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Среднее | Самое раннее | Самое позднее | Среднее | Самое раннее | Самое позднее | Среднее | Наибольшее | Наименьшее | Средняя | Наибольшая | Наименьшая |
| | | Станция Голодная Степь | | | | | | | | | | | |
| Безморозный | Число и месяц | 1/IV | 11/III | 24/IV | 17/X | 30/IX | 3/XI | 200 | 223 | 180 | 4481 | 4784 | 4084 |
| | Год | — | 1904 | 1913 | — | 1904 | 1921 | — | 1908 | 1911 | — | 1902 | 1911 |
| | | | 1924 | | | | | | | | | | |
| Со средней суточной температурой выше 0° | Число и месяц | 9/III | 19/II | 31/III | 18/XI | 24/X | 7/XII | 256 | 285 | 231 | 4961 | 5144 | 4734 |
| | Год | — | 1923 | 1903 | — | 1909 | 1905 | — | 1923 | 1914 | — | 1910 | 1921 |
| | | Станция Запорожская | | | | | | | | | | | |
| Безморозный | Число и месяц | 18/III | 24/II | 23/IV | 29/X | 13/X | 14/XI | 226 | 249 | 184 | 4745 | 5062 | 4525 |
| | Год | — | 1924 | 1917 | — | 1924 | 1921 | — | 1925 | 1917 | — | 1915 | 1916 |
| Со средней суточной температурой выше 0° | Число и месяц | 2/III | 18/II | 21/III | 18/XI | 31/X | 22/XII | 262 | 307 | 229 | 5046 | 5787 | 4559 |
| | Год | — | 1923 | 1921 | — | 1916 | 1915 | — | 1915 | 1916 | — | 1915 | 1921 |
| | | Станция Джизак | | | | | | | | | | | |
| Безморозный | Число и месяц | 19/III | 27/II | 30/III | 23/X | 13/X | 15/XI | 219 | 230 | 200 | 4686 | 5086 | 4257 |
| | Год | — | 1915 | 1923 | — | 1920 | 1921 | — | 1915 | 1920 | — | 1915 | 1920 |
| Со средней суточной температурой выше 0° | Число и месяц | 7/III | 31/I | 31/III | 18/XI | 10/X | 27/XII | 257 | 282 | 205 | 5093 | 5559 | 4529 |
| | Год | — | 1899 | 1893 | — | 1894 | 1897 | — | 1915 | 1898 | — | 1899<br>1915 | 1898 |

Из этой таблицы усматривается, что в Голодной Степи период со средней суточной температурой выше 0° продолжительнее, чем безморозный

It may be seen from the table that in the Golodnaya Steppe the period, during which the average daily temperatures do not fall below zero, is much longer than the frostless period, the average of the data of the three stations give the following results: a) for the former period — the average number of days equals to 258 ranging from 222 to 291; b) for the latter period the average is 215 days, the minimum — 187 days and the maximum — 234 days.

In this connection it is interesting to note that from April 24-th to September 30-th, i. e. during a period of 160 days, the temperature at all above mentioned stations never did fall below zero.

Such a period, therefore, may serve as a safe base for selecting most suitable kinds of crops to be cultivated in the Golodnaya Steppe and for preparing plans of agricultural works.

The total sum of temperatures counting from the average day of occurence of spring frosts to the average day of occurence of autumn frosts, is equal to 4644 degrees, the respective values for other nearest cotton regions being: for Tashkent — 4267°, for Khodjent — 4842°.

The total sum of temperatures during the period when the temperatures were above zero is equal on the average to 5027° for the Golodnaya Steppe, to 4782 for Tashkent and to 5255 for Khodjent.

The following table contains dates about beginning and end of the period having average daily temperature above 14° during the vegetation.

| Stations | Dates | Beginning | | | End | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Average | Earliest | Latest | Average | Earliest | Latest |
| Golodnaya Steppe. | Day and Month . . | 25/III | 8/III | 6/IV | 5/XI | 12/X | 28/XI |
| | Year . . . . . | — | 1902 | 1903 | — | 1904 | 1906 |
| Zaporojie . . . . | Day and Month . . | 19/III | 7/III | 31/III | 28/X | 16/X | 4/XI |
| | Year . . . . . | — | 1915 | 1920 | — | 1916 | 1921<br>1923 |
| Djizak . . . . . | Day and Month . . | 19/III | 2/III | 6/IV | 4/XI | 16/X | 30/XI |
| | Year . . . . . | — | 1889 | 1911 | — | 1883 | 1895<br>1908 |

The period with average daily temperature above 14° begins on the average for whole the Golodnaya Steppe on March 24-th and terminates on the average on about November 2-d, lasting, thus, about 223 days. In order to estimate the duration of this period it is to have in view, that the whole process of cotton vegetation, from sprouting to the first cut, requires under the Golodnaya Steppe conditions about 150—168 days. In this respect the Golodnaya Steppe does not differ materially from adjacent cotton regions (Khodjent, Tashkent).

A comparison between the Golodnaya Steppe and the neighbouring cotton regions was given above; but besides it is interesting to compare the Golodnaya Steppe with other regions belonging to the basin of Syr-Daria river, for which object serve the tables that follow.

период. Действительно, средние из показаний 3 станций дают: а) для первого периода — среднее число дней — 258, максимальное — 291 и минимальное — 222; б) для второго периода среднее число дней — 215, максимальное 234 и минимальное 187.

При этом интересно отметить, что в Голодной Степи с 24/IV по 30/IX, в течение 160 дней, ни в одном из указанных пунктов никогда не опускалась температура ниже 0°, поэтому на этом периоде можно строить уже вполне надежные расчеты при выборе наиболее подходящих культур для Голодной Степи и плана сельскохозяйственных работ.

Если подсчитать количество тепла за период от среднего времени наступления весеннего заморозка до среднего наступления осеннего, то суммарная температура для всей Голодной Степи будет 4644°, соответственные суммарные температуры в ближайших хлопковых районах будут: 4267° в Ташкенте и 4842° в Ходженте.

Сумма температур, за период суточной температуры выше 0°, будет в среднем для Голодной Степи — 5027°, для Ташкента — 4782° и для Ходжента — 5255°.

Наконец, в нижеследующей таблице приведены данные о времени наступления и окончания периода со средней суточной температурой выше 14° в течение вегетационного периода:

| Пункты | Время | Начало | | | Окончание | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Среднее | Самое раннее | Самое позднее | Среднее | Самое раннее | Самое позднее |
| Ст. Голодная Степь | Число и месяц | 25/III | 8/III | 6/IV | 5/XI | 12/X | 28/XI |
| | Год | — | 1902 | 1903 | — | 1904 | 1906 |
| Ст. Запорожская | Число и месяц | 19/III | 7/III | 31/III | 28/X | 16/X | 4/XI |
| | Год | — | 1915 | 1920 | — | 1916 | 1921<br>1923 |
| Ст. Джизак | Число и месяц | 19/III | 2/III | 6/IV | 4/XI | 16/X | 30/XI |
| | Год | — | 1889 | 1911 | — | 1883 | 1895<br>1908 |

Период со среднесуточной температурой выше 14° для всей Голодной Степи наступает в среднем около 24 марта и оканчивается в среднем около 2 ноября, т.-е. длится в среднем около 223 дней. Для оценки продолжительности этого периода следует иметь в виду, что весь процесс вегетации хлопка, от появления всходов до первого съема, в условиях Голодной Степи требует около 150—168 дней. В этом отношении Голодная Степь находится почти в таком же положении, как ближайшие хлопковые районы (Ходжент, Ташкент).

Выше мы приводили сравнение Голодной Степи с соседними хлопковыми районами, но интересно также сопоставить Голодную Степь и с другими районами, входящими в бассейн р. Сыр-Дарьи, что и сделано в нижеприводимых таблицах.

Normal average monthly and yearly temparatures.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Year |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kazalinsk. . . . . | —11.9 | —10.2 | — 2.1 | 9.4 | 18.6 | 23.8 | 26.1 | 23.6 | 16.7 | 7.8 | — 0.8 | — 7.1 | 7.8 |
| Kizil-Orda. . . . . | — 9.7 | — 7.4 | 0.6 | 11.2 | 19.1 | 23.5 | 25.4 | 22.8 | 16.5 | 8.2 | 0.3 | — 5.8 | 8.7 |
| Turkestan . . . . | — 6.2 | — 3.0 | 5.5 | 13.9 | 20.8 | 25.8 | 28.2 | 26.2 | 19.5 | 10.7 | 3.7 | — 1.1 | 12.0 |
| Tashkent . . . . . | — 1.2 | 1.3 | 7.6 | 14.2 | 19.9 | 24.7 | 26.7 | 24.6 | 19.2 | 12.1 | 7.0 | 2.5 | 13.3 |
| Golodnaya Steppe. | — 2.6 | 0.4 | 7.8 | 14.8 | 21.4 | 26.2 | 28.0 | 25.9 | 20.3 | 13.0 | 6.8 | 1.5 | 13.6 |
| Djizak . . . . . | — 1.4 | 1.5 | 7.7 | 14.8 | 21.1 | 26.3 | 28.5 | 26.5 | 20.9 | 13.5 | 7.5 | 2.9 | 14.2 |
| Khodjent . . . . . | — 1.0 | 1.9 | 9.1 | 16.4 | 22.0 | 26.7 | 28.6 | 26.8 | 21.3 | 13.9 | 7.7 | 2.4 | 14.6 |
| Namangan . . . . | — 2.9 | 0.4 | 9.0 | 16.2 | 21.1 | 25.3 | 26.6 | 24.8 | 20.1 | 13.1 | 6.7 | 1.2 | 13.4 |
| Margelan. . . . . | — 2.8 | — 0.2 | 7.5 | 15.3 | 21.3 | 25.4 | 27.3 | 25.6 | 20.1 | 12.4 | 5.9 | 0.6 | 13.2 |
| Andijan . . . . . | — 2.7 | — 0.1 | 7.6 | 15.3 | 21.1 | 24.8 | 26.1 | 24.2 | 19.7 | 12.3 | 6.0 | 0.9 | 12.9 |
| Osh . . . . . | — 3.4 | — 1.1 | 5.7 | 12.5 | 17.4 | 21.9 | 24.2 | 22.6 | 17.8 | 10.8 | 4.4 | — 0.3 | 11.0 |
| Irkeshtam . . . . | —10.5 | — 9.0 | 3.9 | 2.4 | 6.9 | 10.4 | 13.2 | 13.0 | 9.0 | 2.2 | — 3.3 | — 8.5 | 1.8 |
| Narin . . . . . | —16.7 | —14.4 | 4.3 | 6.3 | 11.4 | 14.7 | 17.3 | 16.8 | 12.3 | 4.7 | — 3.8 | —13.1 | 2.0 |

Maximum and minimum average monthly and annual temperatures.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Year |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kazalinsk. . . . . | — 3.3 | — 2.2 | 4.6 | 14.4 | 21.7 | 27.0 | 28.9 | 26.1 | 19.1 | 13.0 | 3.8 | 0.4 | 10.2 |
| | —24.3 | —17.1 | —11.7 | 4.9 | 16.5 | 21.7 | 22.7 | 21.4 | 13.2 | 3.0 | — 5.7 | —15.4 | 6.2 |
| Kizil-Orda . . . . | — 1.0 | — 0.9 | 6.5 | 15.2 | 22.4 | 26.4 | 28.5 | 25.1 | 19.6 | 13.6 | 5.2 | 0.7 | 10.6 |
| | —21.8 | —16.8 | —10.3 | 7.7 | 16.4 | 21.7 | 23.6 | 20.4 | 13.5 | 2.8 | — 3.9 | —13.9 | 7.5 |
| Turkestan . . . . | 2.1 | 2.2 | 10.6 | 17.8 | 23.5 | 28.8 | 31.2 | 29.5 | 22.8 | 15.8 | 9.1 | 3.9 | 13.9 |
| | —17.2 | —13.2 | — 1.2 | 11.4 | 17.7 | 22.1 | 26.0 | 24.0 | 17.5 | 6.8 | — 1.2 | — 7.4 | 10.2 |
| Tashkent . . . . . | 5.8 | 6.2 | 13.1 | 17.2 | 24.6 | 27.4 | 28.7 | 26.3 | 21.5 | 15.8 | 12.2 | 6.2 | 14.5 |
| | — 8.3 | — 6.2 | 1.7 | 11.6 | 17.2 | 22.0 | 24.8 | 22.4 | 17.4 | 8.3 | 1.9 | 5.8 | 11.1 |
| Golodnaya Steppe. | 4.9 | 3.9 | 10.7 | 18.3 | 23.5 | 28.1 | 28.8 | 27.1 | 22.0 | 17.1 | 11.4 | 5.9 | 14.7 |
| | —10.8 | — 3.4 | 2.8 | 12.2 | 18.3 | 23.8 | 25.6 | 23.4 | 17.0 | 9.7 | 4.2 | — 4.7 | 12.7 |
| Djizak . . . . . | 5.9 | 6.8 | 12.4 | 17.3 | 23.2 | 28.5 | 30.0 | 28.8 | 23.1 | 17.7 | 12.7 | 6.8 | 15.3 |
| | — 9.2 | — 6.2 | 2.3 | 12.2 | 18.5 | 23.8 | 26.6 | 24.6 | 19.2 | 9.1 | 4.3 | — 5.1 | 12.9 |
| Khodjent . . . . . | 6.4 | 6.4 | 13.3 | 19.5 | 26.8 | 28.7 | 30.6 | 29.7 | 23.4 | 16.9 | 11.6 | 5.8 | 16.2 |
| | — 8.5 | — 4.7 | 3.4 | 13.8 | 19.5 | 24.0 | 25.4 | 25.4 | 19.6 | 10.3 | 1.6 | — 3.8 | 13.4 |
| Namangan . . . | 3.9 | 6.2 | 12.7 | 19.4 | 23.2 | 28.1 | 29.3 | 26.5 | 22.5 | 16.7 | 9.3 | 4.2 | 15.0 |
| | — 7.9 | — 7.0 | 2.3 | 13.8 | 18.5 | 22.5 | 24.0 | 22.9 | 17.6 | 9.7 | 3.3 | — 5.4 | 11.9 |
| Margelan. . . . . | 2.4 | 4.2 | 11.3 | 18.2 | 22.4 | 27.4 | 29.3 | 28.2 | 22.5 | 16.0 | 8.6 | 3.2 | 14.5 |
| | — 8.4 | — 7.8 | 1.8 | 12.9 | 17.9 | 21.9 | 24.8 | 23.4 | 18.2 | 8.9 | 2.5 | — 5.6 | 11.8 |
| Andijan . . . . . | 2.2 | — | — | 17.6 | 21.6 | 26.3 | — | — | — | 14.6 | 9.0 | 3.4 | — |
| | — 7.7 | — 7.3 | — | 12.5 | — | 21.3 | — | 23.1 | 17.6 | 8.9 | 3.9 | — 5.3 | — |
| Osh . . . . . | 2.0 | 3.0 | 11.0 | 15.0 | 19.8 | 25.0 | 26.1 | 24.6 | 20.8 | 13.8 | 7.2 | 3.0 | 11.9 |
| | — 7.8 | — 7.0 | — 0.1 | 9.3 | 14.7 | 18.7 | 21.3 | 20.7 | 15.2 | 7.8 | 1.7 | — 5.0 | 9.9 |
| Irkeshtam . . . . | — 7.5 | — 6.4 | 0.3 | 6.9 | 8.6 | 15.4 | 15.9 | 14.9 | 11.1 | 3.8 | — 0.4 | — 4.9 | 2.7 |
| | —13.8 | —12.7 | 7.3 | —1.3 | 4.2 | 7.5 | 10.5 | 11.2 | 7.4 | 0.5 | — 6.0 | —11.2 | 1.0 |
| Narin . . . . . | —10.2 | — 7.9 | 2.0 | 12.2 | 15.4 | 20.0 | 20.2 | 18.7 | 15.0 | 8.2 | — 0.9 | — 8.2 | 5.0 |
| | —23.1 | —21.9 | —11.7 | —0.8 | 8.9 | 10.9 | 14.3 | 14.3 | 8.9 | 1.1 | — 8.6 | —17.1 | 0.1 |

Нормальные средние месячные и годовые температуры.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Казалинск | —11,9 | —10,2 | — 2,1 | 9,4 | 18,6 | 23,8 | 26,1 | 23,6 | 16,7 | 7,8 | — 0,8 | — 7,1 | 7,8 |
| Кызыл-Орда | — 9,7 | — 7,4 | 0,6 | 11,2 | 19,1 | 23,5 | 25,4 | 22,8 | 16,5 | 8,2 | 0,3 | — 5,8 | 8,7 |
| Туркестан | — 6,2 | — 3,0 | 5,5 | 13,9 | 20,8 | 25,8 | 28,2 | 26,2 | 19,5 | 10,7 | 3,7 | — 1,1 | 12,0 |
| Ташкент | — 1,2 | 1,3 | 7,6 | 14,2 | 19,9 | 24,7 | 26,7 | 24,6 | 19,1 | 12,1 | 7,0 | 2,5 | 13,3 |
| Голодная Степь | — 2,6 | 0,4 | 7,8 | 14,8 | 21,4 | 26,2 | 28,0 | 25,9 | 20,3 | 13,0 | 6,8 | 1,5 | 13,6 |
| Джизак | — 1,4 | 1,5 | 7,7 | 14,8 | 21,1 | 26,3 | 28,5 | 26,5 | 20,9 | 13,5 | 7,5 | 2,9 | 14,2 |
| Ходжент | — 1,0 | 1,9 | 9,1 | 16,4 | 22,0 | 26,7 | 28,6 | 26,8 | 21,3 | 13,9 | 7,7 | 2,4 | 14,6 |
| Наманган | — 2,9 | 0,4 | 9,0 | 16,2 | 21,1 | 25,3 | 26,6 | 24,8 | 20,2 | 13,1 | 6,7 | 1,2 | 13,4 |
| Маргелан | — 2,8 | — 0,2 | 7,5 | 15,3 | 21,3 | 25,4 | 27,3 | 25,6 | 20,1 | 12,4 | 5,9 | 0,6 | 13,2 |
| Андижан | — 2,7 | — 0,1 | 7,6 | 15,3 | 21,1 | 24,8 | 26,1 | 24,2 | 19,7 | 12,3 | 6,0 | 0,9 | 12,9 |
| Ош | — 3,4 | — 1,1 | 5,7 | 12,5 | 17,4 | 21,9 | 24,2 | 22,6 | 17,8 | 10,8 | 4,4 | —0,3 | 11,0 |
| Иркештам | —10,5 | — 9,0 | 2,9 | 2,4 | 6,9 | 10,4 | 13,2 | 13,0 | 9,0 | 2,2 | —3,3 | — 8,5 | 1,8 |
| Нарын | —16,7 | —14,4 | 4,3 | 6,3 | 11,4 | 14,7 | 17,3 | 16,8 | 12,3 | 4,7 | —3,8 | —13,1 | 2,0 |

Наибольшие и наименьшие средние месячные и годовые температуры.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Казалинск | — 2,3 | — 2,2 | 4,6 | 14,4 | 21,7 | 27,0 | 28,9 | 26,1 | 19,1 | 13,0 | 3,8 | 0,4 | 10,2 |
| | —24,3 | —17,1 | —11,7 | 4,9 | 16,5 | 21,7 | 22,7 | 21,4 | 13,2 | 3,0 | — 5,7 | —15,4 | 6,2 |
| Кызыл-Орда | — 1,0 | — 0,9 | 6,5 | 15,2 | 22,4 | 26,4 | 28,5 | 25,1 | 19,6 | 13,6 | 5,2 | 0,7 | 10,6 |
| | —21,8 | —16,8 | —10,3 | 7,7 | 16,4 | 21,7 | 23,0 | 20,4 | 13,5 | 2,8 | — 3,9 | —13,9 | 7,5 |
| Туркестан | 2,1 | 2,2 | 10,6 | 17,8 | 23,5 | 28,8 | 31,2 | 29,5 | 22,8 | 15,8 | 9,1 | 3,9 | 13,9 |
| | —17,2 | —13,2 | — 1,2 | 11,4 | 17,7 | 22,1 | 26,0 | 24,0 | 17,5 | 6,8 | — 1,2 | — 7,4 | 10,2 |
| Ташкент | 5,8 | 6,2 | 13,1 | 17,2 | 24,6 | 27,4 | 28,7 | 26,3 | 21,5 | 15,8 | 12,2 | 6,2 | 14,5 |
| | — 8,3 | — 6,2 | 1,7 | 11,6 | 17,2 | 22,0 | 24,8 | 22,4 | 17,4 | 8,3 | 1,9 | 5,8 | 11,1 |
| Голодная Степь | 4,9 | 3,9 | 10,7 | 18,3 | 23,5 | 28,1 | 28,8 | 27,1 | 22,0 | 17,1 | 11,4 | 5,9 | 14,7 |
| | —10,8 | — 3,4 | 2,8 | 12,2 | 18,3 | 23,8 | 25,6 | 23,4 | 17,0 | 9,7 | 4,2 | — 4,7 | 12,7 |
| Джизак | 5,9 | 6,8 | 12,4 | 17,3 | 23,2 | 28,5 | 30,0 | 28,8 | 23,1 | 17,7 | 12,7 | 6,8 | 15,3 |
| | — 9,2 | — 6,2 | 2,3 | 12,2 | 18,5 | 23,8 | 26,6 | 24,6 | 19,2 | 9,1 | 4,3 | — 5,1 | 12,9 |
| Ходжент | 6,4 | 6,4 | 13,3 | 19,5 | 26,8 | 28,7 | 30,6 | 29,7 | 23,4 | 16,9 | 11,6 | 5,8 | 16,2 |
| | — 8,5 | — 4,7 | 3,4 | 13,8 | 19,5 | 24,0 | 25,4 | 25,4 | 19,6 | 10,3 | 1,6 | — 3,8 | 13,4 |
| Наманган | 3,9 | 6,2 | 12,7 | 19,4 | 23,2 | 28,1 | 29,3 | 26,5 | 22,5 | 16,7 | 9,3 | 4,2 | 15,0 |
| | — 7,9 | — 7,0 | 2,3 | 13,8 | 18,5 | 22,5 | 24,0 | 22,9 | 17,6 | 9,7 | 3,3 | — 5,4 | 11,9 |
| Маргелан | 2,4 | 4,2 | 11,3 | 18,2 | 22,4 | 27,4 | 29,3 | 28,2 | 22,5 | 16,0 | 8,6 | 3,2 | 14,5 |
| | — 8,4 | — 7,8 | 1,8 | 12,9 | 17,9 | 21,9 | 24,8 | 23,4 | 18,2 | 8,9 | 2,5 | — 5,6 | 11,8 |
| Андижан | 2,2 | — | — | 17,6 | 21,6 | 26,3 | — | — | — | 14,6 | 9,0 | 3,4 | — |
| | — 7,7 | — 7,3 | — | 12,5 | — | 21,3 | — | 23,1 | 17,6 | 8.9 | 3,9 | — 5,3 | — |
| Ош | 2,0 | 3,0 | 11,0 | 15,0 | 19,8 | 25,0 | 26,1 | 24,6 | 20,8 | 13,8 | 7,2 | 3,0 | 11,9 |
| | — 7,8 | — 7,0 | — 0,1 | 9,3 | 14,7 | 18,7 | 21,3 | 20,7 | 15,2 | 7,8 | 1,7 | — 5,0 | 9,9 |
| Иркештам | — 7,5 | — 6,4 | 0,3 | 6,9 | 8,6 | 15,4 | 15,9 | 14,9 | 11,1 | 3,8 | — 0.4 | — 4,9 | 2,7 |
| | —13,8 | —12,7 | — 7,3 | —1,3 | 4,2 | 7,5 | 10,5 | 11,2 | 7,4 | 0,5 | — 6,0 | —11,2 | 1,0 |
| Нарын | —10,2 | — 7,9 | 2,0 | 12,2 | 15,4 | 20,0 | 20,2 | 18,7 | 15,0 | 8,2 | — 0,9 | — 8,2 | 5,0 |
| | —23,1 | —21,9 | —11,7 | —0,8 | 8,9 | 10,9 | 14,3 | 14,3 | 8,9 | 1,1 | — 8,6 | —17,1 | 0,1 |

The time of beginning and end of the frostless period, its duration in days and the sum of average daily temperatures for this period.

| | Beginning | | | End | | | Number of days | | | Sum of temperatures | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Average | Earliest | Latest | Average | Earliest | Latest | Average | Greatest | Least | Average | Largest | Smallest |
| Kazalinsk . . . . | 18/IV | 30/III | 10/V | 8/X | 24/IX | 24/X | 173 | 193 | 145 | 3624° | 3997° | 3400° |
| Kizil-Orda . . . . | 11/IV | 18/III | 27/IV | 4/X | 25/IX | 18/X | 178 | 203 | 138 | 3719 | 4179 | 3121 |
| Tashkent . . . | 30/III | 18/II | 27/IV | 19/X | 3/X | 7/XI | 204 | 235 | 167 | 4282 | 4911 | 3871 |
| Golodnaya Steppe. | 1/IV | 11/III | 24/IV | 17/X | 30/IX | 3/XI | 200 | 223 | 180 | 4481 | 4784 | 4084 |
| Khodjent . . . . | 20/III | 1/III | 14/IV | 28/X | 3/X | 15/XI | 222 | 246 | 183 | 4844 | 5173 | 4184 |
| Margelan. . . . | 20/III | 19/II | 19/IV | 22/X | 3/X | 12/XI | 217 | 254 | 193 | 4567 | 5130 | 4023 |
| Andijan . . . . . | 26/III | 8/III | 22/IV | 25/X | 9/X | 14/XI | 214 | 244 | 193 | 4403 | 4775 | 4086 |
| Narin . . . . . | 5/V | 3/IV | 7/VI | 27/IX | 15/IX | 10/X | 142 | 180 | 116 | 1090 | 1482 | 854 |

The time of the first day and the last day with average daily temparature above + 14°C and their average frequency during the vegetative period.

| | Beginning | | | End | | | Months | | | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Average | Earliest | Latest | Average | Earliest | Latest | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | |
| Kazalinsk . . . . | 14/IV | 28/III | 29/IV | 7/X | 21/IX | 23/X | — | 7 | 28 | 30 | 31 | 31 | 23 | 3 | — | 153 |
| Kizil-Orda . . . . | 6/IV | 24/III | 24/IV | 12/X | 25/IX | 13/XI | 1 | 9 | 28 | 30 | 31 | 31 | 24 | 4 | — | 157 |
| Turkestan . . . . | 27/III | 26/II | 11/IV | 24/X | 1/X | 13/XI | 2 | 16 | 30 | 30 | 31 | 31 | 27 | 8 | 1 | 176 |
| Tashkent . . . . . | 19/III | 2/III | 10/IV | 12/XI | 20/X | 2/XII | 4 | 18 | 29 | 30 | 31 | 31 | 28 | 12 | 3 | 186 |
| Golodnaya Steppe. | 25/III | 8/III | 6/IV | 5/XI | 12/X | 28/XI | 3 | 18 | 30 | 30 | 31 | 31 | 28 | 13 | 4 | 188 |
| Djizak . . . . . | 19/III | 2/III | 6/IV | 4/XI | 16/X | 30/XI | 4 | 18 | 30 | 30 | 31 | 31 | 28 | 15 | 4 | 191 |
| Khodjent . . . . . | 21/III | 3/III | 10/IV | 1/XI | 16/X | 24/XI | 5 | 23 | 30 | 30 | 31 | 31 | 28 | 14 | 2 | 194 |
| Namangan . . . . | 22/III | 4/III | 8/IV | 25/X | 7/X | 23/XI | 5 | 22 | 31 | 30 | 31 | 31 | 29 | 13 | 1 | 193 |
| Margelan. . . . . | 29/III | 5/III | 15/IV | 18/X | 4/X | 5/XI | 2 | 20 | 31 | 30 | 31 | 31 | 29 | 11 | — | 185 |
| Andijan . . . . . | 30/III | 13/III | 14/IV | 20/X | 2/X | 7/XI | 2 | 20 | 30 | 30 | 31 | 31 | 29 | 10 | — | 183 |
| Osh . . . . . | 6/IV | 21/III | 29/IV | 16/X | 1/X | 8/XI | 1 | 12 | 26 | 30 | 31 | 31 | 27 | 6 | — | 164 |
| Irkeshtam. . . . . | 11/VI | 3/V | 26/VII | 31/VIII | 9/VIII | 15/IX | — | — | 1 | 5 | 15 | 13 | 2 | — | — | 36 |
| Narin . . . . . | 2/V | 4/IV | 25/V | 18/IX | 29/VIII | 5/X | — | 2 | 10 | 19 | 27 | 27 | 10 | — | — | 95 |

Время наступления и окончания безморозного периода, продолжительность его в днях и сумма средних суточных температур за этот период.

| | Наступление | | | Окончание | | | Число дней | | | Сумма температур | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Среднее | Самое раннее | Самое позднее | Среднее | Самое раннее | Самое позднее | Среднее | Наибольшее | Наименьшее | Средняя | Наибольшая | Наименьшая |
| Казалинск . . . . . | 18/IV | 30/III | 10/V | 8/X | 24/IX | 24/X | 173 | 193 | 145 | 3684 | 3997° | 3400 |
| Кызыл-Орда. . . . . | 11/IV | 18/III | 27/IV | 4/X | 25/IX | 18/X | 178 | 203 | 138 | 3719 | 4179 | 3121 |
| Ташкент. . . . . | 30/III | 18/II | 27/IV | 16/X | 3/X | 7/XI | 204 | 235 | 167 | 4382 | 4911 | 3871 |
| Голодная Степь . . . | 1/IV | 11/III | 24/IV | 17/X | 30/IX | 3/XI | 200 | 223 | 180 | 4481 | 4784 | 4084 |
| Ходжент . . . . . | 20/III | 1/III | 14/IV | 28/X | 3/X | 15/XI | 222 | 246 | 183 | 4844 | 5173 | 4184 |
| Маргелан . . . . . | 20/III | 19/II | 19/IV | 22/X | 3/X | 12/XI | 217 | 254 | 183 | 4567 | 5130 | 4023 |
| Андижан . . . . . | 26/III | 8/III | 22/IV | 25/X | 9/X | 14/XI | 214 | 244 | 193 | 4403 | 4775 | 4086 |
| Нарын . . . . . | 5/V | 3/IV | 7/VI | 27/IX | 15/X | 10/X | 142 | 180 | 116 | 1090 | 1482 | 854 |

Время наступления первого и последнего дня со средней суточной температурой выше + 14° и средняя повторяемость их в течение вегетационного периода.

| | Наступление | | | Окончание | | | Месяцы | | | | | | | | | Сумма |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Среднее | Самое раннее | Самое позднее | Среднее | Самое раннее | Самое позднее | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | |
| Казалинск . . . . . | 14/IV | 23/III | 29/IV | 7/X | 21/IX | 23/X | — | 7 | 28 | 30 | 31 | 31 | 23 | 3 | — | 153 |
| Кызыл-Орда . . . . . | 6/IV | 24/III | 24/IV | 12/X | 25/IX | 13/XI | 1 | 9 | 28 | 30 | 31 | 31 | 24 | 4 | — | 157 |
| Туркестан . . . . . | 27/III | 26/II | 11/IV | 24/X | 1/X | 13/XI | 2 | 16 | 30 | 30 | 31 | 31 | 27 | 8 | 1 | 176 |
| Ташкент . . . . . | 19/III | 2/III | 10/IV | 12/X | 20/X | 2/XII | 4 | 18 | 29 | 30 | 31 | 31 | 28 | 12 | 3 | 186 |
| Голодная Степь . . . | 25/III | 8/III | 6/IV | 5/XI | 12/X | 28/XI | 3 | 18 | 30 | 30 | 31 | 31 | 28 | 13 | 4 | 188 |
| Джизак . . . . . | 19/III | 2/III | 6/IV | 4/XI | 16/X | 30/XI | 4 | 18 | 30 | 30 | 31 | 31 | 28 | 15 | 4 | 191 |
| Ходжент . . . . . | 21/III | 3/III | 10/IV | 1/XI | 16/X | 24/XI | 5 | 23 | 30 | 30 | 31 | 31 | 28 | 14 | 2 | 194 |
| Наманган . . . . . | 22/III | 4/III | 8/IV | 25/X | 7/X | 23/XI | 5 | 22 | 31 | 30 | 31 | 31 | 29 | 13 | 1 | 193 |
| Маргелан . . . . . | 29/III | 5/III | 15/IV | 18/X | 4/X | 5/XI | 2 | 20 | 31 | 30 | 31 | 31 | 29 | 11 | — | 185 |
| Андижан. . . . . | 30/III | 13/III | 14/IV | 20/X | 2/X | 7/XI | 2 | 20 | 30 | 30 | 31 | 31 | 29 | 10 | — | 183 |
| Ош . . . . . | 6/IV | 21/III | 29/IV | 16/X | 1/X | 8/XI | 1 | 12 | 26 | 30 | 31 | 31 | 27 | 6 | — | 184 |
| Иркештам . . . . . | 11/VI | 3/V | 26/VII | 21/XIII | 9/VIII | 15/IX | — | — | 1 | 5 | 15 | 13 | 2 | — | — | 36 |
| Нарын . . . . . | 3/V | 4/V | 25/V | 18/IX | 29/VIII | 5/X | — | 2 | 10 | 19 | 27 | 27 | 10 | — | — | 95 |

The time of beginning and end of the period with average daily temperature above 0°, its duration in days and the sum af average daily temperatures for this period.

| | Beginning | | | End | | | Number of days | | | Sum of temperatures | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Average | Earliest | Latest | Average | Earliest | Latest | Average | Greatest | Least | Average | Largest | Smallest |
| Kazalinsk . . . . | 31/III | 15/III | 25/IV | 30/X | 17/X | 11/XI | 213 | 242 | 186 | 3946° | 4276° | 3638° |
| Kizil-Orda . . . . | 27/III | 8/III | 26/IV | 1/XI | 9/X | 17/XII | 221 | 264 | 192 | 4035 | 4367 | 3785 |
| Turkestan . . . | 4/III | 13/II | 3/IV | 4/XI | 10/X | 14/XII | 236 | 269 | 215 | 4681 | 5097 | 4289 |
| Tashkent . . . . | 5/III | 9/II | 31/III | 18/XI | 10/X | 19/XII | 259 | 304 | 226 | 4795 | 5091 | 4428 |
| Golodnaya Steppe. | 9/III | 19/II | 31/III | 18/XI | 24/X | 7/XII | 256 | 285 | 231 | 4961 | 5144 | 4734 |
| Djizak. . . . . | 7/III | 31/I | 31/III | 18/XI | 10/X | 27/XII | 257 | 282 | 205 | 5093 | 5559 | 4529 |
| Khodjent . . . . | 27/II | 18/I | 31/III | 24/XI | 10/X | 27/XII | 271 | 331 | 201 | 5255 | 5856 | 4923 |
| Namangan. . . . | 25/II | 1/II | 23/III | 28/XI | 22/X | 23/XII | 278 | 308 | 225 | 5024 | 5398 | 4468 |
| Margelan . . . . | 5/II | 21/I | 31/III | 29/XI | 22/X | 23/XII | 278 | 312 | 225 | 4958 | 5322 | 4528 |
| Andijan . . . . . | 2/III | 11/II | 31/III | 4/XII | — | 21/XII | 278 | 304 | 234 | 4839 | 5103 | 4547 |
| Osh. . . . . | 9/III | 10/II | 3/IV | 16/XI | 20/X | 17/XII | 254 | 304 | 219 | 4278 | 4583 | 3548 |
| Irkeshtam . . . . | 24/IV | 1/IV | 21/V | 14/X | 30/IX | 27/X | 174 | 194 | 133 | 1755 | 2049 | 1121 |
| Narin . . . . . | 1/IV | 16/III | 23/IV | 24/X | 3/X | 10/XI | 207 | 238 | 177 | 2644 | 3114 | 2210 |

There are the books and papers to find more detailed information relating to climatic description of the Golodnaya Steppe (see Russian text, the end of this chapter).

Время наступления и окончания периода со средней суточной температурой выше 0°, продолжительность его в днях и сумма средних суточных температур за этот период.

| | Наступление | | | Окончание | | | Число дней | | | Сумма температур | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Среднее | Самое раннее | Самое позднее | Среднее | Самое раннее | Самое позднее | Среднее | Наибольшее | Наименьшее | Средняя | Наибольшая | Наименьшая |
| Казалинск | 31/III | 15/III | 25/IV | 30/X | 17/X | 11/XI | 213 | 242 | 186 | 3946° | 4276° | 3638° |
| Кызыл-Орда | 27/III | 8/III | 26/IV | 1/XI | 9/X | 17/XII | 221 | 264 | 192 | 4035 | 4367 | 3785 |
| Туркестан | 4/III | 13/II | 3/IV | 4/XI | 10/X | 14/XII | 236 | 269 | 215 | 4681 | 5097 | 4289 |
| Ташкент | 5/III | 9/II | 31/III | 18/XI | 10/X | 19/XII | 259 | 304 | 226 | 4795 | 5091 | 4428 |
| Голодная Степь | 9/III | 19/II | 31/III | 18/XI | 24/X | 7/XII | 256 | 285 | 231 | 4961 | 5144 | 4734 |
| Джизак | 7/III | 31/I | 31/III | 18/XI | 10/X | 27/XII | 257 | 282 | 205 | 5093 | 5559 | 4529 |
| Ходжент | 27/II | 18/I | 31/III | 24/XI | 10/X | 27/XII | 271 | 331 | 201 | 5255 | 5856 | 4923 |
| Наманган | 25/II | 1/II | 31/III | 28/XI | 21/X | 23/XII | 278 | 308 | 225 | 5024 | 5398 | 4468 |
| Маргелан | 5/II | 21/I | 31/III | 29/XI | 22/X | 23/XII | 278 | 312 | 225 | 4958 | 5322 | 4528 |
| Андижан | 2/II | 11/II | 31/III | 4/XII | — | 21/XII | 278 | 304 | 234 | 4839 | 5103 | 4547 |
| Ош | 9/III | 10/II | 3/IV | 16/XI | 20/X | 17/XII | 254 | 304 | 219 | 4278 | 4583 | 3548 |
| Иркештам | 24/IV | 1/IV | 21/V | 14/X | 30/X | 27/X | 174 | 194 | 133 | 1755 | 2049 | 1121 |
| Нарын | 1/IV | 6/III | 23/IV | 24/X | 3/X | 10/XI | 207 | 238 | 177 | 2644 | 3114 | 2210 |

Более подробные данные, касающиеся климатического описания Голодной Степи можно найти в следующих книгах и материалах:

Материалы по районированию Средней Азии. Кн. 3. Климатическое районирование Средней Азии. Ташкент. 1926 г.

Н. А. Коростелев. Климатический очерк бассейна реки Сыр-Дарьи, как хлопкового района. Ленинград. 1925 г.

Журналы Технического Комитета О. З. У. за 1915 г., № 1377.

Н. Г. Малицкий. Климат Сыр-Дарьинского района (неизданные материалы).

CHAPTER IV.

## The regime of the Syr-Daria river in the region of the designed Golodnaya Steppe irrigation system head-works.

**The habit of Syr-Daria river.**

The basin of Syr-Daria river embraces about 460 thousand square kilometers, situated between 39°25′ and 46°15′ North latitude and 61°10′ and 78°20′ East longitude. The watershed boundaries are: from north-eastern and northern sides — the mountain ridges of Kara-Tau, Talass Ala-Tau, Utmen connecting ridge and the Terskey Ala-Tau ridge; from the eastern side — the Ak-Shiyriak ridge; from the south-eastern and eastrn sides — the ridges Barkoldoy, At-Bash. Alay and Turkestan; from the south-western side — Nura-Tau ridge and the mountains bordering the Kizil-Kum sands (desert).

The boundaries of the river basin in its lower stretches, crossing the deserts and adjoining the Aral Sea, cannot be precisely defined due to absence of a clearly outlined watershed line and poor survey of this region.

From morphological standpoint the Syr-Daria river basin divides in two well defined parts: the eastern mountainous part and the western plain part. The montainous part consists of a series (row) of valleys surrounded by high snow ridges; the largest among them, the Fergana valley, is situated at an elevation of 320—500 meters above sea-level. The plain part consists of regions adjoining the middle and the lower stretches of the river course; the region of the middle river stretch is situated between rather low plateau of Kizil-Kum desert on the South-West and the last ramifications of Tian-Shan; the lower river stretch lies amidst a flat plain slightly sloping to the Aral Sea.

The total length of Syr-Daria river counting from the point of confluence of the Narin and Kara-Daria rivers, which form the Syr-Daria river, to its influx into the Aral Sea, agregates 2180 kilometers, which length for the character of its flow, divides into two typical stretches, the upper mountainous stretch, from the confluence of the above rivers down to Farkhat gully, and the lower plain stretch from the exit of the river out of the gully near Begovat into a broad over-flow land down to its mouth. The upper stretch is in general characterized by unstable river bed, frequently changing its sinuous course in a broad valley composed of alluvial easilly washed river deposits. On its exit from the Farkhat gorge, 6 or 7 kilometers upstream from the village Begovat, the Syr-Daria river creates the so-called Begovat cataracts formed by the conglomerats composing the left bank of the river. The Syr-Daria river cuts through these impediments in north-west direction, its flow velocity at the cataracts reaches 3 meters per second.

In regard to the habit conditions of the Syr-Daria river it is to note, that due to the above described character of its basin presenting ample variation of elevations, its flow, being on one hand immediately dependent on the amount of precipitation on its watersched, is besides in a considerable degree influenced by the condition of glaciers situated at the periphery of the upper part of the watershed, which are the main source of the rivers Narin and Kara-Daria flow, below the confluence of which the Syr-Daria river acquires its proper name, this already mentioned above. Owing to this fact the Syr-Daria river, for the character of its feeding, refers to rivers of mixed type, for which the intensity of feeding depends not only upon the intensity of precipitation on its watershed, but on the intensity of insolation too.

## ГЛАВА IV.

# Режим реки Сыр-Дарьи в районе проектируемых головных сооружений Голодностепской оросительной системы.

**Река Сыр-Дарья и общая характеристика ее режима.**

Бассейн реки Сыр-Дарьи обнимает около 460 тыс. *кв. км* и расположен между 39°25′ и 46°15′ северной широты и 61°10′ и 78°20′ восточной долготы. Границами бассейна служат: на северо-востоке и севере—горные хребты Кара-Тау, Таласский Алатау, Утменский соединительный хребет, средняя наиболее высокая часть Александровского хребта и хребет Терскей-Алатау; на востоке хребет Ак-Шийряк; на юго-востоке и юге—хребты Баркольдой, Ат-баш, Алайский и Туркестанский; на юго-западе—Нуратинский хребет и горы, окаймляющие Кызыл-кумские пески.

Границы бассейна в нижнем течении, пересекающие пустыни и примыкающие к Аральскому морю, не могут быть точно установлены за отсутствием ясно выраженного водораздела и вследствие слабой обследованности этого района.

В морфологическом отношении Сыр-Дарьинский бассейн делится на две резко разграниченные части: восточную горную и западную равнинную. Горная часть слагается из ряда долин, окруженных высокими снеговыми хребтами; наибольшая из них, Ферганская долина, расположена на высоте 320—500 *м* над уровнем моря. Равнинная часть составляется из областей, примыкающих к среднему и нижнему течению реки; область среднего течения реки расположена между невысоким на юго-западе поднятием Кызыл-кумской пустыни и последними отрогами Тянь-Шаня; нижнее течение реки лежит среди плоской низменности, незаметно понижающейся к Аральскому морю.

Общее протяжение реки Сыр-Дарьи, считая от места слияния составляющих ее рек Нарына и Кара-Дарьи и до впадения ее в Аральское море, равно 2.180 *км* и по характеру течения подразделяется на два типичных участка: верхний горный, от места слияния указанных рек до Фархатского ущелья, и нижний равнинный, от выхода реки из этого ущелья у Беговата в широкую пойму до устья. Верхний участок характеризуется в общем большими уклонами и скоростями течения, каменистым руслом и во многих местах неразмываемыми берегами; нижний, напротив, — неустойчивым руслом, меняющим часто свои извилистые очертания, в широкой долине, сложенной из наносных легко размываемых речных отложений. При выходе из Фархатского ущелья, в расстоянии 6—7 *км* выше селения Беговат, р. Сыр-Дарья образует так называемые Беговатские пороги, образованные конгломератами, составляющими левый берег реки. Река Сыр-Дарья прорезывает эти препятствия в северо-западном направлении и скорость ее течения на порогах доходит до 3-х *м* в секунду.

Что касается расходного режима р. Сыр-Дарьи, то таковой, в соответствии с указанным выше характером бассейна, отличающимся большим разнообразием высотных условий, на ряду с непосредственной зависимостью от количества выпадающих в бассейне осадков, в значительной степени обусловливается состоянием ледников, расположенных по периферии верхней части бассейна и являющихся основным источником питания р. р. Нарына и Кара-Дарьи, после слияния которых, как выше упомянуто, р. Сыр-Дарья и получает свое название. В силу этого р. Сыр-Дарья по характеру питания относится к рекам смешанного типа, для которых интенсивность питания зависит не только от интенсивности выпадающих в бассейне осадков, но также и от интенсивности инсоляции.

Сказанное определяет обычно наблюдающееся ежегодно появление 2-х максимумов расходов воды в реке. Один из них наблюдается весной и соответствует максимальному

The above mentioned explains the existence of two flood peaks ordinarily occuring every year. One of them corresponding to the greatest run-off during snow melting occurs in spring, the other occuring in summer at the highest temperature causing intensive melting of glaciers.

The regime of the Syr-Daria river at Begovat village, at the site of the planned Golodnaya Steppe irrigation system head works, is characterized by gage observations at the following points:

1. Khogent gage station located near the town Khogent, 45 kilometers upstream from the projected weir, set to work in 1895;

2. Parman-Kurgan gage station located 11 kilometers upstream from the weir and working from 1896;

3. Zaporojie hyprometrical station located $1^1/_2$ kilometers upstream the projected head works site and working from 1910;

4. The Construction Division station located at the projected head works site; gage records at this point were taken from 1902 till 1913.

On the reach from the Zaporojie gage station down to the site of the projected head works the Syr-Daria river receives no tributaries and its river bed is confined by the underlayng conglomerate stratum; therefore data of the above station upon the Syr-Daria river discharges may be fully referred to the site of of the designed weir.

The data of these stations supplement each other and due to 3-years parallel observations, allow to fix with adequate accuracy the curve connecting the observation data of both stations and, therefore, affording accomplished knowledge of the whole period from 1902 to present days, i. e. during 26 years.

All data available of the above mentioned stations were put under thorough elaboration after which a discharge water-level curve for both, the water-levels of Zaporojie gage station and the water-levels of the Construction Division station, was plotted down.

The discharge-water-level curve is representes on the plate 9 (See atlas).

By taking advantage of this curve and gage observations a detailed analysis of Syr-Daria water-levels and discharge duration at Begovat, i. e. at the site of designed head works, for the period from 1898 to 1925 was done; resulting figures are presented in the following table:

| Discharges not less than: | | Water-levels not lower than: | | Duration of the year period (percentage) |
|---|---|---|---|---|
| cubic meters | cubic sagenes | meters | sagenes | |
| 194.2 | 20 | 293.77 | 137.69 | 99.59 |
| 291.4 | 30 | 294.09 | 137.84 | 88.54 |
| 388.4 | 40 | 294.33 | 137.95 | 59.26 |
| 485.6 | 50 | 294.50 | 138.03 | 39.23 |
| 582.7 | 60 | 294.67 | 138.11 | 31.28 |
| 679.8 | 70 | 294.80 | 138.17 | 26.51 |
| 777.9 | 80 | 294.95 | 138.24 | 22.70 |
| 874.0 | 90 | 295.06 | 138.29 | 18.98 |
| 971.2 | 100 | 295.20 | 138.36 | 15.54 |
| 1456.8 | 150 | 295.72 | 138.60 | 6.42 |
| 1942.4 | 200 | 296.12 | 138.79 | 2.61 |
| 2428.0 | 250 | 296.53 | 138.98 | 1.11 |
| 2913.6 | 300 | 296.85 | 139.13 | 0.01 |
| 3107.8 | 320 | 296.98 | 139.19 | — |

Absolute minimum for the whole period is estimated 111,2 cubic meters (11,45 cubic sagenes) per second, absolute maximum — 3123.7 cubic meters (321.63 cubic sagenes) per second.

The summary of the discharges for the period of 1899 to 1925 gives more details upon the Syr-Daria river regime at the head works site (plate XVII).

стоку при таянии снегов, другой бывает летом при наивысшей температуре, обусловливающей интенсивное таяние ледников.

Режим р. Сыр-Дарьи у кишлака Беговат, в районе расположения головных сооружений проектируемой Голодностепской системы, характеризуется гидрометрическими данными по нижеследующим постам и станциям:

1. Ходжентскому посту, расположенному у гор. Ходжента в 45 *км* выше проектируемой плотины и открытому в 1895 г.;

2. Парман-Курганскому посту, расположенному в 11 *км* выше плотины и функционирующему с 1896 г.;

3. Запорожской гидрометрической станции, расположенной в $1^1/_2$ *км* выше места проектируемых головных сооружений и функционирующей с 1910 г.;

4. Посту Строительного Штата, расположенному в месте росположения проектируемых головных сооружений; наблюдения на этом посту велись с 1902 г. по 1913 г.

На протяжении от Запорожской гидрометрический станции до проектируемых головных сооружений река Сыр-Дарья не принимает никаких притоков и русло ее закреплено подстилающим пластом конгломерата; поэтому данные указанной станции по расходам реки Сыр-Дарья можно целиком отнести и для места расположения проектируемой плотины.

Благодаря 3-х летним параллельным наблюдениям по Запорожской станции и по посту Строительного Штата, можно с достаточной точностью установить кривую зависимости для перехода от данных по одному посту к данным по другому и иметь таким образом вполне достоверные сведения как по расходам, так и по горизонтам за весь период с 1902 г. до настоящего времени, т.-е. за 26 лет.

Все имеющиеся данные по указанным выше постам подверглись тщательной проработке и на основании их была составлена кривая зависимости расходов воды как от горизонтов у поста Запорожской Гидрометрической Станции, так и от горизонтов у соответствующей рейки Строительного Штата.

Кривая зависимости уровней и расходов приведена на листе 9 (См. атлас).

Пользуясь этой кривой, а также данными водомерных постов, произведен подробный анализ продолжительности уровней и расходов воды р. Сыр-Дарьи у Беговата, т.-е. в месте расположения проектируемых головных сооружений, за период с 1898 г. по 1925 г., результаты которого приведены в следующей таблице:

| Расходы не менее | | Горизонты не ниже | | Продолжительность в % от годового периода |
|---|---|---|---|---|
| Кубические метры | Кубические сажени | метры | сажени | |
| 194,2 | 20 | 293,77 | 137,69 | 99,59 |
| 291,4 | 30 | 294,09 | 137,84 | 88,54 |
| 388,4 | 40 | 294,33 | 137,95 | 59,26 |
| 485,6 | 50 | 294,50 | 138,03 | 39,23 |
| 582,7 | 60 | 294,67 | 138,11 | 31,28 |
| 679,8 | 70 | 294,80 | 138,17 | 26,51 |
| 777,9 | 80 | 294,95 | 138,24 | 22,70 |
| 874,0 | 90 | 295,06 | 138,29 | 18,98 |
| 971,2 | 100 | 295,20 | 138,36 | 15,54 |
| 1456,8 | 150 | 295,72 | 138,60 | 6,42 |
| 1942,4 | 200 | 296,12 | 138,79 | 2,61 |
| 2428,0 | 250 | 296,53 | 138,98 | 1,11 |
| 2913,6 | 300 | 296,85 | 139,13 | 0,01 |
| 3107,8 | 320 | 296,98 | 139,19 | — |

Абсолютный минимум за этот срок — 111,2 $м^3$/сек. ( 11,45 саж.$^3$/сек.), абсолютный максимум — 3123,7 $м^3$/сек. (321,63 саж.$^3$/сек.).

Более подробно расходный режим р. Сыр-Дарьи у места расположения головных сооружений характеризуется приводимой сводной таблицей расходов (см. таблицу XVII), составленной за период с 1899 по 1925 г.

Beside a detailed analysis of water-levels and discharges of the Syr-Daria river, there were subjected to a special study the question of the maximum destructive discharges and the questions of the rapidity of supperflood rise, silt regime, ice regime and water salt content; finally the problems of navigation and fishing were also thoroughly studied.

**Superflood determined.**

If short-time observations not embracing several climatic cycles are available, the data obtained do not in general give the utmost discharge and water-lewel maxima which are of great importance for the designing the irrigation system head works.

It is necessary to posses knowledge of maximum floods probable for correct determination of the capacity of weir openings and for designing such constructions, as would prove effective work at highest flood-time.

Though, considering the Syr-Daria river in comparison with other rivers of our Union, we possess an ample hydrometrical material of direct and well organized gage and discharge records from the year 1910, we may be certain that, nevertheless, the complete cycle of climatic phenomena is not embraced. Even if one of the climatic cycles were embraced, there would be no certainty of the lowest-flow year and of the highest-flow year occuring during that cycle.

The floods of the Syr-Daria river depend upon the winter precipitation quantities and the summer temperatures. If the duration of the period necessary for the determination of actual mean flood values for a certain period would be discussed, it is to be quoted that Binnie suggests 30 years necessary to attain 2 per cent accuracy and Henry suggests that sometimes even 40 years period means can differ from the actual value by 15 per cent.

Maximum flood discharges display more ample variation of their periodical changes being less regular than the changes of averages for separate periods or annual means.

This instance is clearly illustrated by the figures of the mean, maximum and minimum interstices between separate destructive floods for river affording long-term flow record. These figures are presented in the following table:

| Site of observations | Duration of observations in years | Years between destructive floods | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Mean | Maximum | Minimum |
| John Falls, Baltimore . . . . . | 150 | 17 | 32 | 2 |
| Los Angeles, California . . . . . | 98 | 8 | 29 | 2 |
| Seine, Paris . . . . . | 265 | 29 | 82 | 3 |
| Mississippi, Cairo (Illinois) . . . . | 80 | 3 | 7 | 0.25 |

This table shows that a superflood may not occur in the observed period of 26 years taking place at the following period at the short interstices of 2 or 3 years.

The flood of 1910 on the Seine river greatly exceeded all the former floods; a flood approximately of the same magnitude as in 1910 occured in 1658, i. e 252 yeares earlier. Same suggestions are in valour if minimum discharges are considered.

The preceding shows us that the maximum rates of discharge available for the observed period cannot be deemed categorically as the highest rates of superflood.

Let us examine the data obtained during the period of observations.

The highest water-stage of the Zaporojie gage station at the largest discharge measured 297.86 meters (139.605 sagenes) in 1914; the discharge corresponding to this stage is 2194.9 cubic meters (226 cubic sagenes) per second.

Other discharges measured at water-stages very near to the above mentioned accordingly are: at water-level 297.76 meters (139.557 sagenes) the discharge was 2190 cubic meters (225.5 cubic sagenes) per second, at water-level 297.63 meters (139.497 sagenes) — 1982.3 cubic meters (204.11 cubic sagenes) per second.

In 1924 a discharge at 297.8 meters (139.58 sagenes) level was measured out, its value determined to be 2224 cubic meters (229 cubic sagenes) per second, i. e. near the limits of 1914.

Помимо подробного анализа горизонтов и расходов р. Сыр-Дарьи, был подвергнут особому изучению вопрос о максимальном катастрофическом расходе, а также вопросы о скорости нарастания паводка, о режиме наносов, о ледяном режиме, о солевом составе воды; наконец, также были изучены вопросы о судоходстве и рыболовстве.

**Установление максимального катастрофического расхода.**

При кратковременных наблюдениях, не охватывающих нескольких климатических циклов, обычно результаты наблюдений не дают предельных максимальных значений расходов и уровней, знание которых важно для проектирования головных сооружений ирригационных систем.

Максимальные расходы необходимо знать для правильного назначения отверстия плотины и придания всем сооружениям таких размеров, при которых их действие не было бы нарушено при прохождении максимального паводка.

Хотя на р. Сыр-Дарье, по сравнению с другими реками нашего Союза, мы имеем чрезвычайно богатый гидрометрический материал, непосредственно и хорошо организованные наблюдения над уровнями и расходами с 1910 года, но все же с уверенностью можно сказать, что полный цикл климатических явлений не захвачен, и даже если бы мы захватили один из циклов климатических явлений, то нет уверенности в том, что в этом цикле есть самый многоводный и самый маловодный годы.

Паводки реки Сыр-Дарьи зависят как от величины зимних осадков, так и от летних температур. Если обратиться к длительности периода, который необходим для установления истинных значений средних величин паводков за некоторый период времени, то по исследованиям Binnie необходимо 30 лет для получения точности в 2%; Henry же указывает, что иногда и среднее за сорокалетний период может отличаться на 15% от истинного значения.

В значительно большей мере подвержены изменениям максимальные расходы, при чем периодичность их изменения менее закономерна, чем средних за отдельные периоды или средних годовых значений.

Показательными в этом отношении являются цифры средней, максимальной и минимальной продолжительности лет между отдельными паводками для тех рек, где имеются длительные наблюдения. Эти цифры приведены в следующей таблице:

| Места наблюдений | Продолжительность наблюдений (в годах) | Число лет между разрушительными паводками | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Среднее | Максимальное | Минимальное |
| John Falls—Балтимора | 150 | 17 | 32 | 2 |
| Los-Angeles — Калифорния | 98 | 8 | 29 | 2 |
| Сена — Париж | 265 | 29 | 82 | 3 |
| Миссисипи — Каиро (Иллинойс) | 80 | 3 | 7 | 0.25 |

Из этой таблицы видно, что в рассматриваемые 26 лет может не попасть ни одного катастрофического паводка, тогда как в следующий период они могут иметь место через очень короткие промежутки времени 2—3 года.

Паводок 1910 г. на р. Сене значительно превысил все наблюдавшиеся ранее; наиболее близкий к нему по своим размерам паводок наблюдался в 1658 г., т.-е. на 252 года ранее. Те же соображения относятся и к минимальным расходам.

Из изложенного ясно, что наибольшие величины расходов реки Сыр-Дарьи, наблюденные за период в 26 лет, не могут считаться с совершенной категоричностью наивысшими значениями катастрофического расхода.

Обратимся к рассмотрению полученных величин за указанный период наблюдений.

Наивысшая отметка на створе Запорожской гидрометрической станции, при которой был измерен расход, равна 297,86 *м* (139,605 саж.) и относится к 1914 г.; соответствующий этой отметке уровня расход равен 2194,9 куб. *м* (226 куб. саж.) в секунду.

Другие расходы, измеренные при горизонтах, близких к указанному, соответственно равны: при отметке горизонта воды 297.76 *м* (139.557 саж.) расход равен 2190 куб. *м* (225,5 куб. саж.) в секунду, при 297.63 *м* (139.497 саж) — 1982.3 куб. *м* (204.11 куб. саж.) в секунду.

В 1924 г. был также измерен расход при уровне 297.8 *м* (139.58 саж.), при чем значение его получилось равным 2224 *м* (229 куб. саж.) в сек., т.-е. близким к расходу 1914 г.

The highest stage at the periods of observation at the Zaporojie gaging station from 1910 to 1925 took place in 1921, which reached 298.7 meters (140.017 sagenes), but no discharge measurement was then made. By the discharge curve it equals to 3123.8 cubic meters (321.63 cubic sagenes) per second.

The highest stage for the whole period of observation from 1898 to 1925 took place on June the 20-th 1898; it was recorded at the Khogent gage station and the reading was 4.09 meters.

The corresponding level for the Zaporojie gage station read by the dependency curve plotted by the Survey Department, for connecting the Khogent and Zaporojie gage, is 299.47 meters (140.36 sagenes).

Determining the discharge corresponding to this gage using different methods, there was found:

a) when extrapolating of the average level-discharge curve — 3982 cubic meters per second flow was determined;

b) when determining the flow by Chézy formula $Q = \omega \cdot c \cdot \sqrt{Ri}$ with extrapolation of the curves of the average slope and the coefficient of roughness, the discharge was estimated 3992 cubic meters per second;

c) when determining the flow by Chézy formula but with the extrapolation on limiting curves of slope and coefficient of roughness, the discharge was estimated 5196 cubic meters (535 cubic sagenes) per second;

Neverthelles, in considering the question of probable highest flood it is not convincing why the level 299.47 meters (140.36 sagenes) should be comptemplated as the absolute maximum for the given period of observations or in a general sense.

In view of deficiency of certain indication upon which maximum stage should be accepted, the flood occurence probability curve for floods of different magnitude by the method of Foster was plotted.

The method is based upon the suggestion that disposing of river flow records for a certain period, it is possible to obtain a correspondance-law between the rate of discharge and its frequency, this correspondance-law being found out by studying the frequency of discharges of different magnitude and by using the laws of theory of probabilities. Such correspondance-law is purely mathematically deducted but the obligatory condition of the possibility of its use is the existence of sufficient period of observation during which a certain regularity of repetition of discharges of different magnitude would take place. At the same time the curve constructed in the limits of the phenomena observed can be mathematically extrapolated beyond these limits. This allows to receive the probability of frequency for every rate of discharge given.

Without describing the mode of constructing the discharge probability curve itself, we submit the results finally obtained which may serve a criterion for determining the probable highest flood of the Syr-Daria river.

| | | |

Наивысший уровень за период наблюдений на Запорожской гидрометрической станции с 1910 по 1925 г. имел место в 1921 г. — 298,7 *м* (140.017 саж.), но измерение расхода не производилось. По кривой связи при этом расход равен 3123,8 куб. *м* (321.63 куб. саж.) в секунду.

Наиболее же высоким горизонтом за весь период наблюдений с 1898 г. по 1925 г. является уровень, имевший место 20 июня 1898 г., отмеченный по Ходжентскому водомерному посту, при чем показание рейки было равно 4.09 *м*.

Обращаясь к кривой связи, установленной Гидрометрической частью между уровнями Ходжентского и Запорожского постов, получим, что соответствующая отметка на створе Запорожской гидрометрической станции будет 299,47 *м* (140,36 саж.).

Определяя далее различными способами соответствующий этой отметке расход, было получено, что

а) при экстраполяции по средней кривой связи уровней и расходов — расход равен 3982 куб. *м* в секунду;

б) при определении расхода по формуле Шези $Q = \omega . c . \sqrt{Ri}$ с экстраполяцией средних кривых уклонов и коэффициентов шероховатости — расход равен 3992 куб. *м* в секунду;

в) при определении расхода по формуле Шези, но с экстраполяцией ограничивающих кривых для уклонов и коэффициента шероховатости — расход равен 5196 куб. *м* (535 куб. саж.) в секунду.

Однако, обращаясь к вопросу о возможном наивысшем паводке, нет никаких оснований считать, что отметка 299.47 *м* (140.36 саж.) является абсолютным максимумом вообще, а не только для данного периода наблюдений.

В виду отсутствия определенных данных о том, какой максимальный уровень надо взять, было произведено построение кривой вероятности наступления паводков различной величины по способу Фостера.

Сущность этого метода заключается в том, что, имея наблюдения над расходами реки за известный период, представляется возможным, исходя из частоты повторения расходов различной величины и на основании законов, выводимых в теории вероятностей, получить связь между величиной расхода и его повторяемостью. Такая связь получается чисто математическим способом, но непременным условием возможности его применения является наличие достаточного периода наблюдений, в течение которого установилась бы некоторая закономерность в повторении расходов различной величины. При этом кривая, построенная в пределах наблюдавшихся явлений, может быть математически экстраполирована и за эти пределы, что позволяет для любой данной величины расхода получить его вероятность повторяемости.

Не останавливаясь на самом построении кривой вероятности расходов, приведем здесь лишь окончательно полученные результаты, могущие служить критерием для установления вероятного наибольшего расхода реки Сыр-Дарьи.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Расход 2140 куб. *м* | (220 куб. саж.) | в секунду можно ожидать | каждый год. |
| „ 3010 „ | „ 310 „ | „ „ | один раз в 5 лет |
| „ 3300 „ | „ 340 „ | „ „ | „ „ 10 „ |
| „ 3840 „ | „ 395 „ | „ „ | „ „ 30 „ |
| „ 4080 „ | „ 420 „ | „ „ | „ „ 50 „ |
| „ 4370 „ | „ 450 „ | „ „ | „ „ 100 „ |
| „ 4565 „ | „ 470 „ | „ „ | „ „ 150 „ |
| „ 4660 „ | „ 480 „ | „ „ | „ „ 200 „ |
| „ 4855 „ | „ 500 „ | „ „ | „ „ 250 „ |
| „ 5050 „ | „ 520 „ | „ „ | „ „ 380 „ |
| „ 5340 „ | „ 550 „ | „ „ | „ „ 580 „ |

Что касается того, какой период длительности надо принимать для установления максимального паводка, то выбор его диктуется экономическими соображениями: если сооружение, размеры которого определяются пропусками паводка, недорого и неответственно, то имеет смысл для определения величины паводка брать небольшой период лет, так как выгоднее будет пойти на разрушение сооружения паводком или его повреждение. Если же сооружение стоит дорого и увеличение его стоимости при увеличении размера для пропуска паводка составляет сравнительно небольшой процент от его стоимости, то следует брать промежуток большей длительности.

## Summary of Syr-Daria river discharges at head works site (cubic meters per second)

## Сводная таблица расходов воды р. Сыр-Дарьи в районе расположения головных сооружений (кубические метры в секунду).

| Hydrological years<br>Гидрологические годы | Mean monthly discharges — Средние месячные<br>Months — Месяцы | | | | | | | | | | | | Non-vegetative period — Невегетацион. период | | Vegetative period<br>Вегетацион. период | | | Annual means<br>Средний годовой |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | October<br>Октябрь | November<br>Ноябрь | December<br>Декабрь | January<br>Январь | February<br>Февраль | March<br>Март | April<br>Апрель | May<br>Май | June<br>Июнь | July<br>Июль | August<br>Август | September<br>Сентябрь | Absolute minimum<br>Минимальный абсолютный | Average of monthly means<br>Средний из средних месячных | Absolute minimum<br>Минимальный абсолютный | Average of monthly means<br>Средний из средних месячных | Absolute maximum<br>Максимальный абсолютный | |
| 1899/1900 | 460.4 | 440.9 | 370.0 | 254.4 | 336.2 | 472.0 | 414.7 | 1474.3 | 963.4 | 840.1 | 474.9 | 346.7 | 238.9 | 399.2 | 288.4 | 752.3 | 1934.6 | 575.9 |
| 1900/01 | 339.0 | 339.9 | 310.8 | 245.7 | 296.2 | 333.1 | 378.8 | 696.4 | 1343.2 | 1392.7 | 592.4 | 410.8 | 227.2 | 310.8 | 288.4 | 802.4 | 2022.0 | 556.5 |
| 1901/02 | 442.8 | 402.0 | 331.2 | 333.1 | 310.8 | 405.0 | 708.0 | 1778.2 | 2228.2 | 1047.9 | 690.2 | 410.8 | 281.7 | 371.0 | 370.0 | 1128.9 | 2861.2 | 749.8 |
| 1902/03 | 387.5 | 414.7 | 368.1 | 374.9 | 455.5 | 376.8 | 838.1 | 1158.6 | 1704.5 | 1618.1 | 820.4 | 525.4 | 319.5 | 396.3 | 361.3 | 1117.4 | 2154.1 | 756.6 |
| 1903/04 | 455.5 | 416.6 | 389.5 | 343.8 | 385.6 | 380.7 | 530.3 | 1557.8 | 1235.4 | 1080.0 | 586.6 | 436.0 | 194.2 | 395.3 | 319.5 | 904.4 | 2648.5 | 649.7 |
| 1904/05 | 392.4 | 348.7 | 318.6 | 305.9 | 307.9 | 313.7 | 564.3 | 1380.0 | 1702.5 | 1017.8 | 598.5 | 403.0 | 268.0 | 331.2 | 261.3 | 942.4 | 2520.3 | 637.1 |
| 1905/06 | 346.7 | 338.0 | 298.2 | 308.8 | 302.0 | 312.7 | 276.8 | 891.6 | 1076.0 | 807.1 | 557.5 | 378.8 | 194.2 | 317.6 | 204.9 | 664.6 | 1732.6 | 491.4 |
| 1906/07 | 399.8 | 396.9 | 274.8 | 312.7 | 308.8 | 318.6 | 531.2 | 1397.5 | 1297.5 | 1100.4 | 678.0 | 373.9 | 246.7 | 395.0 | 352.5 | 896.4 | 2753.4 | 601.2 |
| 1907/08 | 422.5 | 482.7 | 406.9 | 405.0 | 376.8 | 631.3 | 1328.6 | 1874.4 | 2430.9 | 1513.1 | 834.3 | 561.3 | 344.8 | 454.5 | 515.7 | 1423.8 | 3082.6 | 939.2 |
| 1908/09 | 518.6 | 478.8 | 424.4 | 425.4 | 431.2 | 460.3 | 739.1 | 1273.2 | 903.2 | 975.1 | 778.9 | 447.7 | 336.0 | 456.5 | 406.0 | 852.9 | 1904.5 | 654.6 |
| 1909/10 | 417.6 | 387.5 | 349.6 | 347.7 | 344.8 | 383.6 | 495.3 | 1306.2 | 1436.4 | 1260.6 | 704.1 | 419.6 | 315.6 | 372.0 | 378.8 | 937.0 | 2497.0 | 654.6 |
| 1910/11 | 400.1 | 372.9 | 358.4 | 351.6 | 387.5 | 362.3 | 461.3 | 991.6 | 784.7 | 645.8 | 481.7 | 435.1 | 152.5 | 372.0 | 353.5 | 633.4 | 1707.4 | 503.1 |
| 1911/12 | 439.0 | 358.4 | 342.8 | 320.5 | 355.5 | 407.0 | 824.5 | 788.6 | 916.8 | 762.4 | 486.6 | 369.1 | 220.4 | 371.0 | 365.2 | 691.3 | 1330.5 | 531.2 |
| 1912/13 | 369.0 | 347.7 | 342.8 | 338.0 | 352.5 | 327.3 | 443.8 | 1291.6 | 1253.8 | 980.9 | 479.8 | 384.6 | 292.3 | 346.7 | 350.6 | 805.8 | 2564.0 | 575.9 |
| 1913/14 | 406.0 | 346.7 | 293.2 | 325.4 | 329.2 | 337.0 | 538.0 | 1153.8 | 1376.2 | 640.0 | 497.3 | 388.5 | 289.4 | 339.9 | 306.9 | 765.6 | 2281.3 | 552.6 |
| 1914/15 | 319.5 | 325.4 | 290.4 | 293.2 | 281.8 | 380.5 | 610.4 | 822.7 | 831.4 | 653.7 | 483.9 | 365.5 | 203.8 | 315.2 | 344.8 | 627.9 | 1210.1 | 471.5 |
| 1915/16 | 330.5 | 307.6 | 290.0 | 286.6 | 277.8 | 290.4 | 340.9 | 692.5 | 561.4 | 505.6 | 540.2 | 317.0 | 257.4 | 297.2 | 252.5 | 493.4 | 1223.7 | 395.3 |
| 1916/17 | 296.3 | 281.8 | 261.3 | 244.9 | 248.6 | 256.4 | 311.8 | 350.9 | 235.7 | 462.8 | 403.6 | 256.8 | 223.4 | 264.8 | 189.4 | 336.9 | 786.7 | 300.9 |
| 1917/18 | 221.6 | 213.6 | 180.0 | 208.7 | 211.6 | 247.5 | 342.1 | 966.5 | 673.4 | 456.7 | 428.7 | 264.9 | 111.2 | 213.9 | 200.6 | 522.1 | 1282.0 | 367.9 |
| 1918/19 | 249.8 | 245.7 | 264.7 | — | 437.9 | 321.6 | 666.7 | 1031.8 | 922.8 | 816.2 | 596.7 | 359.5 | 174.8 | 303.9 | 326.3 | 727.3 | 1557.7 | 534.8 |
| 1919/20 | 315.0 | 279.4 | 265.7 | 255.1 | 274.4 | 279.5 | 282.8 | 393.9 | 1113.5 | 1307.4 | 695.2 | 436.5 | 158.9 | 278.2 | 254.6 | 704.9 | 1755.5 | 491.5 |
| 1920/21 | 477.8 | 579.1 | 430.2 | 402.4 | 408.3 | 597.1 | 1367.7 | 1593.4 | 1942.4 | 2550.3 | 1715.6 | 816.6 | 342.9 | 482.5 | 590.9 | 1664.3 | 3123.7 | 1073.4 |
| 1921/22 | 598.9 | 513.3 | 508.9 | 455.4 | 448.4 | 455.5 | 477.0 | 776.0 | 1203.7 | 1235.2 | 963.1 | 646.7 | 421.6 | 496.8 | 436.3 | 883.6 | 1571.2 | 690.1 |
| 1922/23 | 480.9 | 416.3 | 387.4 | 359.0 | 368.4 | 363.0 | 495.3 | 780.5 | 1429.7 | 1041.2 | 893.3 | 533.6 | 323.6 | 395.9 | 428.5 | 862.3 | 1970.5 | 629.0 |
| 1923/24 | 435.1 | 432.0 | 395.5 | 363.4 | 374.7 | 402.1 | 612.8 | 610.6 | 1408.7 | 1580.0 | 851.5 | 509.6 | 336.5 | 400.4 | 415.5 | 928.9 | 2221.9 | 664.7 |
| 1924/25 | 456.2 | 434.2 | 414.7 | 380.6 | 348.7 | 374.8 | 534.3 | 787.0 | 1116.0 | 722.5 | 471.0 | 326.8 | 311.1 | 401.6 | 314.0 | 661.3 | 2106.1 | 531.4 |
| Average<br>Средний | 395.7 | 377.3 | 341.2 | 329.7 | 347.0 | 376.5 | 581.3 | 1070.0 | 1234.5 | 1040.1 | 660.9 | 428.3 | 261.0 | 361.1 | 345.2 | 885.8 | 2030.9 | 599.2 |
| Maximum<br>Максимальный | 598.9 | 579.1 | 508.9 | 455.4 | 455.5 | 631.3 | 1367.7 | 1874.4 | 2430.9 | 2550.3 | 1715.6 | 816.6 | 421.6 | 496.8 | 590.9 | 1664.3 | 3123.7 | 1073.4 |
| Minimum<br>Минимальный | 221.7 | 213.6 | 180.0 | 208.7 | 211.6 | 247.5 | 276.8 | 350.9 | 235.7 | 456.7 | 403.6 | 256.8 | 111.2 | 213.9 | 200.6 | 336.9 | 786.7 | 300.9 |
| Maximum daily<br>Максимальный суточный | 660.1 | 670.0 | 555.0 | 494.3 | 770.2 | 1066.4 | 2179.0 | 2834.0 | 3082.6 | 3123.7 | 2893.5 | 1131.2 | 421.6 | — | 590.9 | — | 3123.7 | — |
| Minimum daily<br>Минимальный суточный | 213.8 | 152.5 | 111.2 | 176.8 | 158.9 | 200.6 | 189.4 | 240.9 | 200.1 | 210.3 | 248.6 | 233.1 | 111.2 | — | 189.4 | — | 786.7 | — |

| Materials dissolved in water. Вещества, растворенные в воде р. Сыр-Дарьи. | | | | | | | | | | | | Annual discharge of water Средний расход воды за год | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Period | | | Total quantity in tons Количество в тоннах | Salinity Соленость | | | | | Vegetative period Вегетационный период | | | | |
| | | | | Average per cent Средняя в ‰ | Highest Высшая | | Lowest Низшая | | | | | |
| From От | To До | Number of days Всего дней | | | Per cent ‰ | Month Месяц | Per cent ‰ | Month Месяц | Quantity in tons Количество в тоннах | Average salinity per cent Соленость в ‰ | Cubic meters per second м³/сек. | Cubic sagenes per second сж³/сек. |
| 1/V 1 10 | 31/XII 1910 | 214 | 4,467,253 | 0.0360 | — | — | — | — | — | — | 742.2 | 76.42 |
| 1/X 1910 | 1/X 1911 | 365 | 6,047,000 | 0.0383 | 0.0598 | February Февраль | 0.0266 | June Июнь | — | 0.0330 | 503.0 | 51.80 |
| 1/X 1911 | 1/X 1912 | 366 | 6,108,000 | 0.0363 | 0.0575 | February Февраль | 0.0227 | June Июнь | 3,173,000 | 0.0290 | 531.2 | 54.70 |
| 1/X 1912 | 1/X 1913 | 365 | 5,896,000 | 0.0322 | 0.0539 | February Февраль | 0.0206 | June Июнь | 3,309,500 | 0.0256 | 508.7 | 59.80 |
| 1/X 1913 | 1/X 1914 | 365 | 5,592,000 | 0.0321 | 0.0527 | January Январь | 0.0212 | June Июнь | 3,190,000 | 0.0264 | 552.8 | 56.92 |

In America, in the projects of important structures located within boundaries of inhabited regions, by estimating the magnitude of superflood, a 1000-year period or sometimes more is adopted.

It is obvious that for such an important water-distributing structure, as the Begovat weir is, the period of years to provide for must not be less than 250—500 years which corresponds to a flow of 4850 — 5250 cubic meters (500 — 540 cubic sagenes per second.

All the preceding computations and considerations convinced the author of the project to adopt the flow of 5196 cubic meters (535 cubic sagenes) per second as the maximum Syr-Daria river discharge to provide for.

As to the water-level in tail-water of the weir at the time of maximum flow of, 5196 cubic meters (535 cubic sagenes) per second, it is estimated, by means of the available discharge-level curve, to be 300.41 meters (140.80 sagenes) on the gage of Zaporojie station; the corresponding gage at the Construction Division situated immediately near the head works in project, is 299.13 meters (140.20 sagenes).

So the water-head drop between the Zaporojie station cross-section and the Construction Division gage equals: 300.41 — 299.13 = 1.28 meters (0.60 sagenes).

This is very near to the rate of water-drop actually computed for discharges approximating 3000 cubic meters per second.

For that reason the above ascertained maximum discharge tail-water level 299.13 meters (140.20 sagenes) might be considered as presenting adequate lowness.

**The rapidity of flood rise.**

In designing head works it is necessary to obtain knowledge of the rapidity of flood rise, besides the maximum flood rate. This question was put under thorough study. It is seen out of the corresponding diagram (See atlas, plate 10) that the rate of daily increase of flood discharge for the observation period on the Zaporojie gage station does not exceed 400 cubic meters per second. The hourly rate of increase of flood discharge averages 20 — 40 cubic meters per second.

**Ice regime.**

Records available for the whole period of observation show that at the head works site the Syr-Daria river almost never freezes. A single case is recorded when the Syr-Daria river near the town Khodgent was frozen at 25° frost from December to the middle of January 1898. Besides, the river stopped from freezing at Zaporojie station in January 1919. In several years from the end of November to the beginning of February the formation of needle and anchor ice occurs accompanied by ice movement.

The discharge of Syr-Daria river is sometimes prohibited by ice-clogging below or above the Construction Division gage.

At the beginning of January 1903 a water-stage drop caused propably by ice-clogging above the Construction Division took place; on the 2-d of Fabruary a stage rise caused probably by ice-clogging below the station occured; both ice-cloggings vanished a day later.

Between the 5-th and the 16-th of Jauuary, 1905, ice-clogging occuring probably above the Construction Division gage caused a stage drop of 0.85 meters; a lasting ice-clogging above the station continued from January the 19-th to the beginning of February, which clogging produced a stage rise of 3,63 meters above normal stage.

A still greater ice-clogging took place at the beginning of January, 1909, which caused the level at the Construction Division station to rise by 5.16 meters above the gage corresponding to the flow observed.

Smaller cloggings took, probably, place in the years 1906, 1914, 1917, 1919 and 1920.

The above mentioned cloggings are probably caused by the existence, below the head works site in design, of a row of islands divided by shallow sinuous channels. But as the phenomenon occurs very seldom, is in general of short duration, and takes place at low stages, it shall not threaten the projected structures if consistent inspection and blasting works are provided.

Therefore, the ice-passage in weir design is considered as a phenomenon not to be dealt-with; it is only necessary to contemplate the possibility of providing passage for drifting ice of limited thickness.

В Америке для расчетов ответственных сооружений, расположенных в пределах населенных пунктов, при установлении величины паводка принимают период в 1000 лет, а иногда и больше.

Совершенно несомненно, что для столь ответственного сооружения в смысле вододеления, как Беговатская плотина, не следует применять слишком краткого промежутка времени менее 250—500 лет, что дает расход в 4850—5250 куб. *м* (500—540 куб. саж.) в секунду.

Все приведенные выше подсчеты и соображения остановили составителя проекта на выборе максимального расчетного расхода р. Сыр-Дарьи в 5.196 *куб. м* (535 куб. саж.) в секунду.

Что касается отметки горизонта воды в нижнем бьефе плотины, при пропуске максимального расхода в 5.196 *куб. м* (535 куб. саж.) в сек., то по имеющейся кривой связи между расходами и уровнями было определено, что таковой в створе Запорожской гидрометрической станции будет равен 300,41 *м* (140,80 саж.), чему по рейке Строительного Штата, т.-е. непосредственно у проектируемых головных сооружений, будет соответствовать отметка 299,13 *м* (140,20 саж.).

Таким образом, падение горизонта воды между створом Запорожской станции и рейкой Строительного Штата равно: 300,41 — 299,13 = 1,28 *м* (0,60 саж.), что весьма близко к действительно определенной величине падения при расходах порядка 3.000 *куб. м* в секунду.

Это дает основание считать, что полученная выше отметка нижнего бьефа 299,13 *м* (140,20 саж.) при пропуске максимального расхода не является преуменьшенной.

**Скорость нарастания паводка.**

Наряду с величиной максимального расхода при проектировании головных сооружений необходимо знать также и скорость нарастания паводка. Этот вопрос также подвергся рассмотрению и из прилагаемого в атласе (лист 10) графика легко усмотреть, что величина суточного нарастания расхода паводка за время производства наблюдений на Запорожской гидрометрической станции не превышала 400 *куб. м* в секунду, имея часовую величину нарастания в 20 — 40 *куб. м* в секунду.

**Ледяной режим.**

За имевшийся период наблюдений установлено, что Сыр-Дарья в районе головных сооружений, почти никогда не замерзает. Известен лишь случай, когда р. Сыр-Дарья при морозе в 25° в 1898 г. замерзала у г. Ходжента с декабря по середину января. Точно также ледостав имел место у Запорожской станции в январе 1919 г. В некоторые же годы с конца ноября по начало февраля имеет место образование сала и шуги, сопровождающееся ледоходом.

Режим реки иногда искажается заторами льда и шуги ниже или выше поста Строительного Штата. В 1903 г. в первых числах января имело место понижение уровня, повидимому, из-за затора выше поста Строительного Штата; 2-го февраля имел место подъем уровня, повидимому, под влиянием затора ниже поста; оба затора через день ликвидировались. В январе 1905 г. точно также имели место заторы между 5-м и 16-м числом, повидьмому, выше поста Строительного Штата, вызвавшие понижения уровня на посту на 0,85 *м*, а затем длительный затор с 19 января по начало февраля ниже поста, вызвавший повышение уровня против нормального режима на 3,63 *м*.

Еще больший затор имел место в начале января 1909 г., повысивший уровень на посту Строительного Штата на 5,16 *м* против уровня, соответствующего установившемуся расходу.

Меньшие заторы имели место, повидимому, и в 1906, 1914, 1917, 1919 и 1920 г.г.

Причиной перечисленных выше заторов, повидимому, является наличие на р. Сыр-Дарье, ниже места проектируемых головных сооружений, ряда островов, разделенных мелкими извилистыми протоками. Однако, поскольку это явление наблюдается редко, продолжается по большей части очень кратковременно и имеет место при небольших расходах, то при надлежащем надзоре и применении взрывных работ опасности для проектируемых сооружений не представляет.

Таким образом, при проектировании плотины с явлением ледохода на реке можно особо не считаться; необходимо лишь предусмотреть возможность пропуска через плотину плавающего льда весьма незначительной толщины.

**Режим наносов.**

Вопрос о наносах в районе головных сооружений имеет весьма важное значение как в отношении установления такой подпорной отметки проектируемой Беговатской плотины, при которой большая часть песчаных

**Silt regime.**

The silt problem in the region of head structures is of great importance. It influences determination of head-water level of the Begovat weir, which is to guarantee the sedimentation of sand particles above the weir and protect the Main canal from silting; it influences also the design of canal-heads which are to impede the passage into canals of suspended particles and, finally, it confronts the question of ascertaining scouring periods.

Observations on quantities of the suspended material and its mechanical and chemical composition, were taken at the Zaporojie gage station during the period of 1910 to 1914. At the Parman-Kurgan station during the period from October the 20-th, 1910, till July the 1-st, 1912, records of suspended material volumes took place.

Besides this in 1912 a special observation on suspended material distribution in the channel cross-section at the Zaporojie gage station and at the regulator of the existing Northern Golodnaya Steppe (former Romanov) canal, was organized, initiated and directed by G. C. Riesenkampf, the author of this project.

According to the obtained observations the silt regime at the site of the proposed weir is characterized as follows.

**a) Total quantity of silt passing at different periods.**

The total annual quantities of passing silt during the period from 1910 to 1914 varied in the limits from 36,774,488 cubic meters (3,786,500 cubic sagenes) to 19,673,628 cubic meters (2,025,703 cubic sagenes) in 1911; the mean percentage of silt content varied from 0.124 up to 0.203 per cent.

Mean annual discharges of the Syr-Daria river at the same period varied from 503 cubic meters (51.8 cubic sagenes) in 1911 up to 580.7 cubic meters (59.8 cubic sagenes) per second in 1913.

The low percentage of silt in 1911 is explained by the Chemical Laboratory of the Survey Department by the instance that water samples before September were taken near the river-bank, where the turbidness is lower; from September water samples have been taken at 1/5 of the rivers breadth; in September the average daily silt discharge increased up to 96,585 cubic meters, the stream flow averaging 435 cubic meters per second, while in August by the average flow of 481.7 cubic meters per second the dailly silt discharge reached only 33,176 cubic meters and in October by the average flow of 439 cubic meters per second the daily silt discharge was 32,612 cubic meters. Meanwhile no floods occured in September.

Unfortunately, the data on silt content put in good order are available for the period 1911 — 1914 only, when the mean annual discharge varied in the narrow limits from 503 cubic meters per second to 580.7 cubic meters per second, the discharge of the period of vegetation varying from 633 cubic meters to 806 cubic meters per second.

On the other hand annual discharges during the period when gage-records have been taken, varied in the limits from 300 cubic meters to 1070 cubic meters per second and during the vegetative period from 337 cubic meters to 1660 cubic meters per second.

The brevity of the observation period coinciding with mean flow years, allows to draw no conclusions upon silt quantities in low flow and abundant flow years.

If silt volumes are estimated by the increase of silt quantities in accordance with the annual average discharge for the observation period, it will be seen that the growth of silt quantities might be relatively large even by the little increase of discharges.

During the summer period the Syr-Daria river carries down about 90 per cent of the annual silt quantity. The highest percentage of silt content attained 1.04 per cent by volume in May 1914. The largest volume of silt carried along is generally recorded in May, sometimes in April and once, in 1912, in June.

The maximum turbidness usually takes place in flood periods coinciding accordingly to their character either with the first flood caused by snow melting, as the case was in April 1912, or with the flood caused by snow and glacier melting.

If several flow peaks, due to temperature changes, are observed during the year, the silt contents diagram exhibits also a row of peaks; sometimes during the autumn period the turbidness increases the flow remaining stable (1912).

While silt records belong to periods of several days duration up to a month or more duration, it is difficult to make an accurate study of the relation between turbidness and discharges.

частиц осаждалась бы в верхнем бьефе и не попадала бы в магистральные каналы, так и в отношении проектирования головных сооружений последних, обеспечивающих возможно меньшее попадание в каналы неосевших песчаных частиц и, наконец, в отношении установления периодов промывки подпертого бьефа.

Наблюдения над количеством и механическим и химическим составом взвешенных наносов р. Сыр Дарьи производились в период с 1910 г. до 1914 г. на Запорожской гидрометрической станции. На Парман-Курганском посту в период с 20 октября 1910 г. по 1 июля 1912 г. велся лишь объемный учет количества взвешенных наносов. Кроме того, по инициативе и заданиям составителя проекта Г. К. Ризенкампфа, в 1912 г. Гидрометрической частью были поставлены специальные работы по изучению распределения взвешенных наносов по живому сечению на Запорожской гидрометрической станции и перед существующим головным сооружением Северного Голодностепского (б. Романовского) канала.

На основании указанных наблюдений режим наносов р. Сыр-Дарьи в районе проектируемой плотины представляется в следующем виде.

**а) Общее количество наносов, проносимых в отдельные периоды.**

Общее годовое количество проносимых наносов за период с 1910 г. по 1914 г. колебалось в пределах от 36.774.448 *куб. м* (3.786.500 куб. саж.) до 19.673.628 *куб. м* (2.025.703 куб. саж.) в 1911 г. и средний процент содержания наносов — от 0,124% до 0,203%.

Средние годовые расходы р. Сыр-Дарьи за этот период колебались от 503 *куб. м* (51,8 куб. саж.) в 1911 г. до 580,7 *куб. м* (59,8 куб. саж.) в секунду в 1913 г.

Малое количество наносов в 1911 г. химической лабораторией Гидрометрической части объясняется тем, что до сентября пробы брались у берега, где мутность меньше; начиная же с сентября пробы брались на $^1/_3$ ширины реки, при чем сентябрь дал резкое увеличение среднего суточного расхода наносов до 96.585 *куб. м* при среднем расходе 435 *куб. м* в секунду, тогда как в августе при среднем расходе воды 481,7 *куб. м* в секунду расход наносов составляет 33.176 *куб. м* в сутки и в октябре при расходе воды 439 *куб. м* в секунду суточный расход наносов 32.612 *куб. м*. Между тем в сентябре паводков не было.

К сожалению, обработанные данные по наносам относятся лишь к периоду 1911—1914 г.г., когда средний годовой расход воды колебался лишь в пределах от 503 *куб. м* в секунду до 580,7 *куб. м* в секунду, а расход в вегетационный период — от 633 *куб. м* в секунду до 806 *куб. м* в секунду.

Между тем, за имеющийся период наблюдений за уровнями средние годовые расходы колеблются в пределах от 300 *куб. м* в секунду до 1.070 *куб. м* в секунду, а за вегетационный период — от 337 *куб. м* в секунду до 1.660 *куб. м* в секунду.

Малый период наблюдений, притом за годы по количеству воды средние, не позволяет сделать заключений о количестве наносов в маловодные и многоводные годы.

Если же судить по приросту объема наносов в зависимости от среднего годового расхода за годы наблюдений, то видно, что этот прирост даже при малом изменении расходов может быть сравнительно большим.

За летний период р. Сыр-Дарья проносит около 90% общего количества наносов. Наивысшее содержание наносов в 1914 году в мае доходило до 1,04% по объему. Наибольший объем проносимых наносов падает чаще всего на май, иногда на апрель, в 1912 году на июнь.

Наибольшая мутность имеет место обычно в периоды паводков, при чем в зависимости от их характера совпадает или с первым паводком, происходящим от таяния снегов, как это имело место в апреле 1912 г., или с паводком, происходящим от таяния снегов и ледников.

Если в течение года имеется несколько пиков расходов благодаря изменению температуры, то и график количества наносов также образует ряд пиков, причем иногда в осенний период повышается мутность без увеличения расходов (1912 год).

Точное сопоставление мутности с расходами воды сделать трудно, так как объемный учет наносов относится к периодам продолжительностью от нескольких дней до месяца и более.

Из Туркестанских рек большее количество взвешенных наносов, чем р. Сыр-Дарья, имеет р. Аму-Дарья; в том же 1914 году в апреле содержание наносов в р. Аму-Дарье доходило до 1,32%.

Из других рек в пределах нашего Союза еще большей мутностью отличается р. Аракс: в 1913 г. среднее содержание наносов за год по объему составляло 0,5%, доходящее в период паводка до 3%.

Некоторые реки Америки и Индии отличаются большей мутностью, чем р. Сыр-Дарья у Запорожской гидрометрической станции.

Among all the Turkestan rivers the Amu-Daria river presents larger quantities of suspended material than the Syr-Daria river. In April 1914, the silt content in the Amu-Daria river reached 1.32 per cent.

Among other rivers of our Union with great turbidness there is the Aras river: in 1913 the average annual silt content was 0.5 per cent by volume and raised up to 3 per cent during flood-time.

Several American and Indian rivers possess of greater turbidness than the Syr-Daria river at the Zaporojie gage station.

For example, the silt contents by volume in the Rio Grande river, Texas, averaged 1.66 per cent for a period of 16 years; its average annual contents by weight reached 4.14 per cent in 1911 and even 8.39 per cent in separate periods.

On the Gila river, Arizona, the average content is 1.3 per cent by volume in 1907 it reached 9.41 per cent by weight. On the Sutlej river near Rupar, India, the silt contents among 360 observations were: 1 time — 2.1, 4 times more than 1.2, 64 time more than 0.3 per cent by weigt.

The relation of the percentage by volume to the percentage by weight depends upon the rate of condensation of silt. Etcheverry estimates the percentage by volume twice as greet as the percentage by weight in the conditions of year-long silt settling in a tube; in natural conditions this ratio is estimated at 1.2.

Buckley estimates this ratio at 1.25 for a series of Indian rivers.

The cited figures show that the rivers of India and America used for irrigation and also the Amu-Daria river are of greater turbidness than the Syr-Daria river.

The silt quantity carried down by Syr-Daria river in the period of vegetation, averages from 0.00177 cubic meters to 0.0027 cubic meters by 1 cubic meter of discharge, its maximum content rising up to 0.0104 cubic meters in separate days.

**b) The distribution of silt in the water cross-section.**

The available data upon the distribution of silt in the water cross-section indicate upon a relatively uniform distribution the of silt with a slight increase in the direction to the bottom, this increase being accounted for coarser fractions.

For samples taken at the Zaporojie station cross-section on May 10-th 1913, the average turbidness being as great as 5.28 grams per liter, the maximum declination from the average turbidness was + 26 per cent in the direction of increase and — 17 per cent in the direction of decrease.

By lower average turbidness on June the 23-th of the same year, equalling 1.993 grams by liter, the maximum declination in the direction of increase was + 56 per cent and in the direction of decrease — 25.7 per cent.

In both cases the maximum turbidness is not always recorded at the bottom; this phenomenon can partly be accounted for the pulsation of turbidness which might be not recorded by unit samples.

The relative uniformity of silt distribution may be accounted for the influence of Begovat rapids, where silt mixing takes place.

The same relatively uniform distribution of silt with the increase of coarser particles in the direction to the bottom is observed on silt distribution diagrams of the Zaporojie station cross-section for June the 11-th and 12-th, 1912; on June the 12-th the predomination of coarse material in lower strata is more clearly expressed.

The maximum silt content on June the 12-th equals 3.0942 grams per liter the minimum — 0.8745 grams per liter, the average — 1.31 grams per liter; on June the 11-th the maximum equals 2.812 grams per liter, the minimum — 0.796 grams per liter, the average — 1.27 grams per liter.

From the samples taken at the Zaporojie station cross-section on July the 8-th, the maximum turbidness was estimated at 3.447 grams per liter, the minimum — 1.265 grams per liter.

A still greater uniformity of silt distribution is observed at the head-sluice of the existing North Golodnaya Steppe canal; judging by the samples taken on July the 14-th, 1913, the silt content varied from 0.82 grams per liter to 1.97 gram per liter, its distribution along verticals showing good uniformity.

Так, на р. Рио-Гранде в Техасе содержание наносов по объему составляет в среднем за 16 лет 1,66%, при чем в 1911 году среднее годовое содержание наносов доходило до 4,14%, а в отдельные периоды до 8,39% по весу.

На р. Gila в Аризоне среднее содержание 1,3% по объему, при чем в 1907 г. оно доходило до 9,41% по весу. На р. Сетледже у Кураг в Индии из 360 наблюдений содержание наносов было равно: 1 раз—2,1% по весу, 4 раза—более 1,2%, 64 раза—более 0,3%.

Что же касается отношения процентного содержания по объему к процентному содержанию по весу, то оно зависит от степени уплотнения. Эчеверри считает, что процент по объему вдвое больше процента по весу при отстаивании наносов в течение года в трубке; при отложении же в естественных условиях всего в 1,2 раза. По Buckley это отношение для ряда индийских рек равно 1,25.

Из приведенных данных видно, что используемые на орошение реки Индии и Америки, а также и Аму-Дарья, отличаются большей мутностью, чем Сыр-Дарья. Количество наносов, переносимое Сыр-Дарьей в вегетационный период, на 1 $м^3$/сек. воды составляет в среднем от 0,00177 $м^3$ до 0,0027 $м^3$, при максимуме в отдельные дни 0,0104 $м^3$.

**б) Распределение наносов по живому сечению.**

Имеющийся материал по распределению наносов по живому сечению указывает на сравнительно равномерное распределение наносов с некоторым возрастанием ко дну, идущим за счет более крупных фракций. Для проб, взятых по живому сечению на створе Запорожской станции 10 мая 1913 г. при большой средней мутности 5,28 грамма на литр, наибольшее отклонение от средней мутности составляло в сторону увеличения +26% и в сторону уменьшения —17%.

При средней меньшей мутности 29 июня того же года, равной 1,993 грамма на литр, наибольшее отклонение в сторону увеличения +56% и в сторону уменьшения —25,7%.

Как в том, так и в другом случае наибольшая мутность далеко не всегда имеет место у дна, что отчасти может объясняться тем, что единичные пробы в каждой точке не учитывают пульсации мутности.

Сравнительно равномерное распределение наносов может объясняться влиянием Беговатских порогов, где происходит перемешивание наносов.

Также довольно равномерное распределение наносов с увеличением крупных частиц ко дну указывают графики распределения наносов на створе Запорожской станции 11 и 12 июня 1912 года, при чем 12 июня преобладание крупных частиц в придонных слоях более резко выражено: максимальное содержание наносов 12 июня составляет 3,0942 грамма на литр, а минимум—0,8745 грамма на литр, при среднем 1,31 грамма на литр, а 11 июня максимум—2,812 грамма на литр, минимум—0,796 грамма на литр, при среднем 1,27 грамма на литр.

Для створа Запорожской станции по пробам, взятым 8 июля 1915 г., наибольшая мутность 3,447 грамма на литр, наименьшая—1,265 грамма на литр.

Еще более равномерное распределение получается на створе у существующего головного регулятора северного Голодностепского канала на основании проб, взятых по живому сечению 14 июля 1914 г.: от 0,82 грамма на литр до 1,97 грамма на литр, при чем по вертикалям наносы распределены весьма равномерно.

**в) Механический состав наносов.**

При наблюдениях в 1910 и 1911 гг. наносы при механическом анализе разделялись на следующие три группы: 1 группа—частицы менее 0,05 *мм* в диаметре, 2 группа—частицы от 0,05 *мм* до 0,25 *мм* в диаметре, 3 группа—частицы более 0,25 *мм* в диаметре; в отдельные периоды этого промежутка (1910—1911 г.) содержание различных фракций было таково:

| Период времени | В процентах | | |
|---|---|---|---|
| | Частиц диаметром более 0,25 *мм* | Частиц диаметром от 0,05 *мм* до 0,25 *мм* | Частиц диаметром менее 0,05 *мм* |
| С 1/XI по 31/XII | 0,02 | 4,63 | 95,35 |
| „ 1/I по 11/III | 0,01 | 3,00 | 96,99 |
| „ 12/III по 8/IV | 0 | 12,63 | 87,37 |
| „ 9/IV по 6/V | 0,08 | 11,63 | 88,29 |
| „ 7/V по 3/VI | 0 | 15,74 | 84,26 |
| „ 4/VI по 8/VII | 0 | 4,34 | 95,66 |
| „ 9/VII по 5/VIII | 0,01 | 3,84 | 96,15 |
| „ 16/VIII по 31/VIII | 0 | 4,22 | 95,78 |
| „ 1/IX по 30/IX | 4,31 | 45,26 | 50,43 |

c) The texture of silt.

In analyzing silt texture of the samples taken in 1910 and 1911, the particles were divided into three following groups: 1 group—particles less than 0,05 mm. diameter, 2 group—from 0.05 to 0.25 mm, 3 group—over 0,25 mm.

In different periods of the interstice 1910—1911 tne following content of different fractions was observed:

| Period of time | Particles over 0,25 mm diameter | Particles from 0,05 mm to 0,25 mm diameter | Particles less than 0.05 mm diameter |
|---|---|---|---|
| From 1/XI to 31/XII . . | 0.02 | 4.63 | 95.35 |
| „ 1/I „ 11/III . . . | 0.01 | 3.00 | 96.99 |
| „ 12/III „ 8/IV . . | 0 | 12.63 | 87.37 |
| „ 9/IV „ 6/V . . . | 0.08 | 11.63 | 88.29 |
| „ 7/V „ 3/VI . . | 0 | 15.74 | 84.26 |
| „ 4/VI „ 8/VII . . | 0 | 4.34 | 95.66 |
| „ 9/VII „ 15/VIII . . | 0.01 | 3.84 | 96.15 |
| „ 16/VIII „ 31/VIII . . | 0 | 4.22 | 95.78 |
| „ 1/IX „ 30 IX . . | 4.31 | 45.26 | 50.43 |

The low percentage of coarse fractions is suppositively reported on account of samples been taken, before 1/IX, near the river-bank, as this was mentioned above.

In 1912 the mechanical analysis of samples taken in different points of the water cross-section in June the 11-th and the 12-th only was made, the classification of particles accepted being somewhat different: 1 group — particles less than 0.005 mm. diameter, 2 group — from 0.005 to 0.05 mm, 3 group — over 0.05 mm.

The analysis made ascertained the following composition for the samples taken on June the 11-th and 12-th, 1912:

particles over 0.05 mm. diameter . . . . . 41.7 per cent.
„ from 0.05 mm. to 0.005 mm. diameter . . . . . 42.9 „ „
„ less than 0.005 mm. diameter . . . . . 15.4 „ „

Besides, particles coarser than 0.25 mm. predominated in the lower strata of water, while particles up to 0.15 mm. presented more uniform distribution in the water cross-section.

In 1914 an analysis of the samples taken on the 26-th of November was made, presenting following results:

particles over 0.05 mm. diameter . . . . . 49.93 per cent.
„ from 0.05 mm. to 0.01 mm. diameter . . 15.65 „ „
„ less than 0.01 mm. diameter . . . . . 34.42 „ „

It is seen that none of the mechanical composition data refers to the period of maximum turbidness.

For comparative characteristic of the Syr-Daria river silt, it is of interest to quote data on the silt texture of the Sutlej and Chenab rivers, upon which Kennedy's formula (used at the present time as a criterion for determining the non-silting velocity) is based.

The following table presents the percentage of different silt fractions for the rivers Sutlej and Chenab:

| Name of the river | Less than 0.24 mm. | From 0.24 mm to 0.28 mm | From 0.28 mm to 0.42 mm | From 0.42 mm to 0.57 mm | From 0.57 mm to 0.90 mm | From 0.90 mm to 1.2 mm | From 1.2 mm to 1.5 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sutlej . . . | 11 | 43 | 25 | 11 | 7 | 2 | 1 |
| Chenab . . | 11 | 28 | 27 | 15 | 14 | 4 | 1 |

Слишком малый процент крупных фракций повидимому объясняется тем, что до 1 сентября, как указано выше, пробы брались у берега.

В 1912 г. были проделаны механические анализы лишь для проб, взятых по живому сечению 11 и 12 июня, при чем была принята несколько иная классификация частиц: 1 группа—частицы диаметром менее 0,005 *мм*, 2 группа—частицы диаметром от 0,005 *мм* до 0,05 *мм*, 3 группа—частицы диаметром более 0,05 *мм*.

Произведенные анализы установили, что для проб 11 и 12 июня 1912 года:

частиц диметром больше 0,05 *мм* . . . . . 41,7%
„ „ от 0,05 *мм* до 0,005 *мм* . . . . . 42,9%
„ „ меньше 0,005 *мм* . . . . . 15,4%

при чем частицы крупностью выше 0,25 *мм* преобладают в нижних слоях воды, частицы же до 0,15 *мм* распределены по живому сечению более равномерно.

В 1914 г. анализ был проделан для пробы, взятой 26 ноября, и было получено:

частиц диаметром более 0,05 *мм* . . . . . 49,93%
„ „ от 0,05 *мм* до 0,01 *мм* . . . . . 15,65%
„ „ менее 0,01 *мм* . . . . . 34,42%

Как видим, все приведенные данные механического состава не захватили периода наибольшей мутности.

Для сравнительной характеристики наносов р. Сыр-Дарьи небезынтересно будет привести данные о механическом составе наносов рек Сетледжа и Ченаба, легшие в основу формулы Кеннеди, применяемой в настоящее время в качестве критерия при определении незаиляемости ирригационных каналов.

| Наименование реки | Менее 0,24 *мм* | От 0,24 *мм* до 0,28 *мм* | От 0,28 *мм* 0,42 *мм* | От 0,42 *мм* до 0,57 *мм* | От 0,57 *мм* до 0,9 *мм* | От 0,9 *мм* до 1,2 *мм* | От 1,2 *мм* до 1,5 *мм* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Сетледж . . . . . | 11 | 43 | 25 | 11 | 7 | 2 | 1 |
| Ченаб . . . . . | 11 | 28 | 27 | 15 | 14 | 4 | 1 |

Таким образом мы видим, что наносы р. Сыр-Дарьи значительно мельче, чем наносы р. р. Сетледжа и Ченаба.

Однако надо отметить, что процент замутненности вод р. Сыр-Дарьи довольно значителен и что около 40% от общего количества падает на мелкий песок и на крупную песчаную пыль. Следовательно, при проектировании головных сооружений каналов должны быть приняты меры, обеспечивающие поступление в каналы воды, уже освобожденной от указанных фракций наносов. Таким мероприятием является, как это будет указано в главе VIII, сооружение проектируемой Беговатской плотины, образующей перед головными регуляторами каналов обширный, глубокий бьеф со значительно уменьшенными, против естественного режима, скоростями, способствующими осаждению песчаных фракций на дно или опусканию их в более низкие слои потока, находящиеся ниже порогов головных шлюзов регуляторов.

**г) Химический состав наносов.**

Химический состав различных фракций наносов, взятых 11 и 12 июня 1912 г. в створе Запорожской станции, приведен в следующей таблице:

| Состав | Размер частиц в процентах | | |
|---|---|---|---|
| | 0.05 *мм* | 0.05 *мм* — 0.005 *мм* | 0.005 *мм* |
| $SiO_2$ . . . . . | 67.10 | 48.54 | 40.9 |
| $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ . . . . . | 10.91 | 15.83 | 22.59 |
| $CaO$ . . . . . | 8.76 | 13.70 | 9.41 |
| $MgO$ . . . . . | 0.56 | 2.76 | 4.17 |
| $K_2O$ . . . . . | 2.33 | 2.83 | 3.40 |
| $Na_2O$ . . . . . | 1.64 | 1.92 | 2.17 |
| $P_2O_5$ . . . . . | нет | нет | нет |

It is thus seen that the silt of Syr-Daria river is considerably finer than the silt of the Sutlej and Chenab rivers.

There is, nevertheless, to note, that the percentage of turbidity of the Syr-Daria water is rather high and that about 40 per cent of its total quantity consists of fine sand and coarse sand-dust. Consequently, in designing head works measures should be provided, which would secure the passage of water into canals, cleared beforehand from the above mentioned silt fractions.

The construction of the Begovat weir (see chapter VIII) is deemed to be a sufficient measure for this purpose: it forms above the canal head-sluices, an extensive deep head water reach with considerably diminished, if compared with normal regime, velocities which assist the settlement of sand particles to the river bottom or their lowering into the lowest strata of water extending below the sills of the canal head-sluices.

**d) Chemical composition of silt.**

The chemical composition of different silt fractions taken on June the 11-th and the 12-th, 1912 from the Zaporojie station cross-section, is presented in the following table:

| Constituents | Size of particles (percentage). | | |
|---|---|---|---|
| | 0.5 mm | 0.05 — 0.005 mm | 0.005 mm |
| $SiO_2$ | 67.10 | 48.54 | 40.9 |
| $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ | 10.91 | 15.83 | 22.59 |
| $CaO$ | 8.76 | 13.70 | 9.41 |
| $MgO$ | 0.56 | 2.76 | 4.17 |
| $K_2O$ | 2.33 | 2.83 | 3.40 |
| $Na_2O$ | 1.64 | 1.92 | 2.17 |
| $P_2O_5$ | none | none | none |

The chemical analysis of silt made in 1910 for particles finer than 0,2 mm yields foliowing results:

| | Percentage. |
|---|---|
| $SiO_2$ | 49.51 |
| $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ | 15.94 |
| $CaO$ | 14.74 |
| $MgO$ | 1.27 |
| $K_2O$ | 2.43 |
| $Na_2O$ | 2.33 |
| $P_2O_5$ | traces |

Thus the silt of Syr-Daria river is poor in noxious salts, but at the same time presents no special properties of fertility.

**Salinity of Syr-Daria waters.**

The summary data of the salinity of the Syr-Daria river water obtained from analysis of samples taken at the Zaporojie hydrometrical station are presented on the plate XVIII (p. 51).

It can be seen from this plate that the Syr-Daria river carries yearly abundant quantities of dissolved materials totalling from 5.6 to 6.1 million tons. By this reason the mean annual salinity in percentage by weight varies from 0.032 to 0.038 (averaging 0.035).

The salinity during the vegetative period varies from 0.0257 to 0.032 (averaging 0.0283) and is lower than the salinity of non-vegetative period. A more detailed study of analysis by months indicates upon an inverse relation between the salinity und the rate of flow which is the case not for Syr-Daria river only, but for other rivers of Turkestan too.

The highest salinity is observed in low water flow months (January-February), the minimum—in sommer (June-July) when flood waters substantially lower the concentration of salts. At the same time the maximum salinity of anyone year is more then twice higher, than the corresponding minimum salinity.

Химический анализ наносов за 1910 г. для частиц менее 0,2 *мм* дает следующие результаты:

| | В процентах |
|---|---|
| $SiO_2$ | 49,51 |
| $Fe_2O + Al_2O_3$ | 15,94 |
| $CaO$ | 14,74 |
| $MgO$ | 1,27 |
| $K_2O$ | 2,43 |
| $Na_2O$ | 2,23 |
| $P_2O_5$ | следы |

Таким образом наносы р. Сыр-Дарьи бедны вредными солями, но не отличаются также и особыми свойствами плодородия.

**Соленость вод р. Сыр-Дарьи.**

Суммарные данные о солености вод р. Сыр-Дарьи, полученные путем анализа проб, взятых на Запорожской гидрометрической станции, могут быть сведены в таблицу XVIII.

Из нее видно, что в течение года р. Сыр-Дарья проносит огромное количество растворенных в воде веществ, выражающееся от 5,6 до 6,1 миллионов тонн. При этом средняя за год соленость в процентах по весу колеблется от 0,032 до 0,038 (в среднем 0,035).

Соленость вегетационного периода колеблется от 0,0257 до 0,032 (в среднем 0,0283), меньше таковой же за невегетационный период. При этом более подробное рассмотрение результатов анализов по месяцам указывает, что соленость р. Сыр-Дарьи, как и для прочих рек Туркестана, находится в обратной зависимости от величины расходов. Наибольшая соленость наблюдается в маловодные месяцы (январь-февраль), наименьшая — летом (июнь-июль), когда паводочные воды сильно понижают концентрацию солей. При этом максимальная соленость за отдельные годы превышает более, чем в два раза соответственные минимальные солености.

Подробные результаты анализов воды р. Сыр-Дарьи приведены в таблице XIX; в ней же для сравнения даны также анализы воды реки Нила во время низкого и высокого стояния его уровней.

Что касается распределения плотного остатка и некоторых химических соединений по полугодиям, то, на основании данных упомянутой выше таблицы, отношения этих величин, соответствующих зимнему полугодию, к величинам, относящимся к летнему, определяются следующими цифрами:

| Годы | Cl | $Na_2O$ | $K_2O$ | $SO_3$ | $CaO$ | $MgO$ | Плотный остаток |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1911 . . . . . | 1,9 | 2,3 | 1,6 | 2,1 | 1,4 | 1,6 | 1,6 |
| 1912 . . . . . | 1,80 | 2,2 | 1,3 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 1.8 |
| 1913 . . . . . | 1,69 | 0,68 | 1,67 | 2,1 | 1,68 | 1,86 | 1,70 |
| 1914 . . . . . | 1,90 | 2,17 | 1,32 | 1,84 | 1,38 | 1,76 | 1,67 |

Из приведенной таблицы видно, что количество плотного остатка и отдельных химических соединений, а особенно вредных солей, в зимнем полугодии значительно больше, нежели в летнем, и что, имея в себе значительное количество полезных для растительности солей калия и кальция, воды р. Сыр-Дарьи в среднем, отличаясь от нильской в несколько худшую сторону повышенным содержанием хлористых и сернокислых солей, являются весьма пригодными для целей орошения. Количество плотного остатка в р. Сыр-Дарье больше, чем в воде Нила.

**Судоходство.**

С 1853 г. по 1878 г. на р. Сыр-Дарье существовала небольшая казенная Аральская флотилия, доходившая до 6-ти небольших паровых судов, которая поддерживала сообщение между Казалинском (на р. Сырь-Дарье) и Нукусом (на р. Аму-Дарье), а иногда заходила и выше по реке, при чем рейс от Казалинска до Кызыл-Орды требовал 14 суток (обратно 7 суток), а от Кызыл-Орды до Чиназа 21 сутки (обратно 12 суток). Вследствие крайней неблагоприятных условий плавания, частых остановок на мелях, трудности снабжения топливом и недостатка в грузах, содержание флотилии обходилось чрезвычайно дорого и давало ежегодные крупные убытки. В виду этого Аральская флотилия была в 1882 году переведена на Аму-Дарью и судоходство на р. Сыр-Дарье прекратилось.

Detailed data of water analysis of the Syr-Daria river are presented in the applied plate XIX. Hereby the analysis data for the river Nile at its high-water levels and low-water levels are quoted to be compared with.

In referring to the distribution of solid residue and some chemical substances by half-years the ratio values appertaining to winter half-years to the values appertaining to summer half-years are represented by following figures which were evaluated from data of the above mentioned table.

| Years | Cl | $Na_2O$ | $K_2O$ | $SO_3$ | CaO | MgO | Solid residue |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1911 . . . . . | 1.9 | 2.3 | 1.6 | 2.1 | 1.4 | 1.6 | 1.6 |
| 1912 . . . . . | 1.80 | 2.2 | 1.3 | 1.9 | 1.5 | 1.8 | 1.8 |
| 1913 . . . . . | 1.69 | 0.68 | 1.67 | 2.1 | 1.68 | 1.86 | 1.70 |
| 1914 . . . . . | 1.9 | 2.17 | 1.32 | 1.84 | 1.38 | 1.76 | 1.67 |

From this table it is seen that the quantity of solid residue and separate chemical substances is considerably larger in the winter half-year in comparison with the summer half. Furthermore it is seen, that the water of Syr-Daria river differs in general from Nile water slightly in the direction to the worse, due to greater content of chlorides and sulphates, being, nevertheless, quite adaptable for irrigation purposes. The percentage of solid residue in Syr-Daria water is higher than the same in Nile water.

**Navigation.**

From 1853 to 1878 there existed a small State Aral Fleet, consisting of 6 small vapour vessels, which served to communicate between the towns Kazalinsk (on the Syr-Daria river) and Nukus (on the Amu-Daria river). Sometimes it ventured higher up the river. The voyage from Kazalinsk to Kizil-Orda took 14 days (7 days to return), and from Kizil-Orda to Chinaz 21 days (12 days to return). High maintenance expenses were exerted due to highly unfavourable conditions of navigation, frequent stoppage on sand-bank, difficulties in fuel supply and lack of cargoes, which resulted in great annual losses of money. Therefore in 1882 the Aral Fleet was removed to the Amu-Daria river and the navigation on the Syr-Daria river stopped.

At the present time sailing vessels only navigate on the Syr-Daria river from the Aral Sea to Kazalinsk. Above this points there exists only small-scale floating navigation from Chinaz (at the mouth of the Chirchik river), consisting of small rafts with timber and wood and about hundred of primitive boats loaded with corn, dried and fresh fruit etc.; the boats after arrival at Kazalinsk and Kizil-Orda are broken down and sold as wood material.

All the considerable affluents of Syr-Daria river along the whole of their course are of mountanuous river character; by their slopes, velocities and depths they are not suitable for the navigation and even for floating rafts or sailing on boat.

The Syr-Daria river itself in its upper course from the junction of Narin and Kara-Daria to Chinaz exerts great velocities and has stretch of rapids near Begovat quite unfavourable for any navigation.

On the stretch from Chinaz to Chardara (below the mouth of the Chirchik river) the Syr-Daria river possesses of good depths, but still high velocities (from 0.9 to 3 meters per second); near Chardara rapids are met with which hinder the passage of boats, necessitating their partial unloading.

The neighbouring lower stretch might be considered as a more navigable part of the river, but here the river channel is unstable and sinuous, depths are small and many shallows and sand-banks are scattered about. Below the town Kizil-Orda the Syr-Daria river divides into several channels. The principal channels Jaman-Daria and Kara-Uziak submerge extensive territory, in flood-time forming spacious lakes and moores covered with cane.

In approaching Aral-Sea, the Syr-Daria river divides into a multitude of branches, parted by sand islands.

It is to expect in general that the Syr-Daria water-way passing parallelly to the railway-line Orenburg—Tashkent and requiring great expenses for providing all fit-

В настоящее время на р. Сыр-Дарье от Аральского моря до Казалинска ходят лишь парусные суда, выше же по реке существует только сплавное судоходство и то в весьма небольших размерах, заключающееся в сплаве от Чиназа (устья р. Чирчика) небольших плотов с лесом и дровами, и до сотни примитивного устройства каюков, груженных хлебом, сушеными и свежими фруктами и т. п., которые по прибытии в Казалинск и Кызыл-Орду разбираются на доски и продаются как лесной материал.

Все значительные притоки р. Сыр-Дарьи на всем своем протяжении носят явно характер горных рек и по своим уклонам, скоростям и глубинам не годятся не только для сплавного судоходства, но даже для сплава плотов и плавания на лодке.

Сама же река Сыр-Дарья на верхнем участке от слияния р. р. Нарына с Кара-Дарьей до Чиназа имеет тоже значительные скорости и сильно порожистый участок около Беговата, совершенно неподходящие для какого-либо судоходства.

На участке от Чиназа до Чардары (ниже устья р. Чирчика) р. Сыр-Дарья имеет хорошие глубины, но все же значительные скорости (от 0,9 до 3-х м. в сек.), а у Чардары опять встречаются порожистые места, затрудняющие прохождение каюков, с которых для облегчения нужно снимать часть груза.

Более судоходным может быть следующий нижний участок, но здесь река протекает весьма изменчивым и извилистым руслом, при меньших глубинах, и имеет много перекатов и мелей. За городом Кызыл-Ордой река Сыр-Дарья разделяется на ряд рукавов, из коих главнейшие (Джаман-Дарья и Кара-Узяк) сильно разливаются во время половодья и образуют огромные озера и болота, поросшие камышами. Подходя к Аральскому морю, р. Сыр-Дарья распадается на целый ряд рукавов, разделенных песчаными островами.

В общем, протекая параллельно железнодорожной линии Ташкент — Оренбург, Сыр-Дарьинский водный путь, требующий весьма значительных затрат для приведения его в надлежащее для правильного судоходства состояние, вряд ли сможет быть экономически оправдан не только в ближайшее время, но и в более отдаленном будущем, в особенности, если принять во внимание необходимость производить перегрузку грузов, идущих на север в Европейскую часть Союза и обратно.

Это подтверждается и совещанием, происходившим по этому вопросу в Средне-Азиатском Управлении Водного Хозяйства, на котором выяснилось, что Ведомство Путей Сообщения считает, что судоходство на реке Сыр-Дарье не представляет интереса ни с технической, ни с экономической стороны, а потому должно быть оставлено, в особенности, если принять во внимание огромное значение р. Сыр-Дарьи для ирригации Туркестана.

Голодная Степь, перерезаемая жел.-дор. магистралью Ташкент—Самарканд и ее ветвью Урсатьевская — Андижан, соединяется последней прямым путем с центрами Союза и со всей железнодорожной сетью и будет прекрасно обеспечена, как в смысле вывоза хлопка и прочих продуктов сельского хозяйства, так и в смысле снабжения населения продукцией производства Союза.

Водный путь мог бы представить интерес только для подвоза в период строительства некоторых строительных материалов из ближайших мест с Могол-Тау (граниты, известняки) и с Ак-Таша к месту головных сооружений, однако и это неосуществимо в виду того, что на этом коротком пути все-таки встречается сильное препятствие в виде Беговатских порогов, совершенно непроходимых не только для судов, но и для плотов.

После сооружения Беговатской плотины пороги будут затоплены, так что судоходство для местных целей населения было бы возможно, но тогда исчезнет надобность в указанных материалах.

**Рыболовство.** Рыболовство развито главным образом в низовьях р. Сыр-Дарьи и в Аральском море и базируется на следующих видах рыб: шип, усач, сазан, жерих, лещ, вобла, сом, судак и щука, при чем промысловое значение имеют только первые шесть видов.

Лещ, сазан и вобла ловятся главным образом в море и в устье реки и высоко по ней не подымаются. По реке Сыр-Дарье лов их сосредоточен в дельте и в низовьях до гор. Казалинска. Здесь же, в дельте реки находится и главное нерестилище упомянутых рыб.

Промыслы других частиковых рыб, как жериха и усача, сосредоточены тоже главным образом, в низовьях р. Сыр-Дарьи до Казалинска, но встречаются также у Кызыл-Орды. Нерестилища этих рыб расположены выше по реке, в частности у Чиназа.

tings necessary for regular navigation, will by no means prove economical, as at the present time so in far future too, in particular if the necessity of over-loading cargoes bound to the European part of the Union in North direction and inverse direction is considered.

This also was the opinion of a conference held at the Central Asiatic Water Economy Department. The subject discussed, it became clear that the Department of Ways of Communication is of the opinion that the navigation on the Syr-Daria river is of no technical or economical interest and therefore should be put aside, in particular if the collosal importance of the Syr-Daria river as the source of irrigation of Turkestan is considered. The development of irrigation from the Syr-Daria river being of preponderous importance in comparison with other state economies, it is to pay attention to the fact that the maintenance of depths for navigation purposes on the Syr-Daria river would substantially impede and limit the irrigation possibilities.

The Golodnaya Steppe crossed by railway Tashkent-Samarkand and its branch line Ursatievskaya — Andijan, is connected directly with the chief centers and with the whole railway system of the Union, this affording good commodities for exporting cotton and other agricultural products and securing easy supply by products of the Union industry to the population.

The water-way could be of interest as a mean of transportation of some structural materials (granite, lime-stone) from the nearest points of Mogol-Tau and Ak-Tash to the head works site in the period of construction. But this cannot be realized due to the Begovat rapids met with at this short distance, which present a serious obstacle unsurmountable not only for vessels, but for rafts too.

After the completion of Begovat weir the cataracts will be submerged so, local navigation for secondary purposes will possible, but then we do not provide wants of transporting structural materials.

**Fishing.**

Fishing is principally developed at the lower stretches of the Syr-Daria and at the Aral Sea. The principal fish caught is: small sturgeon, barbel, carp, bull-head, bream, cyprinus-vimba, silure, sandre and pike; the first six kinds of these are of commercial importance.

The bream, the carp and cyprinus-vimba are principally fished in the Sea and in the mouth of the river, as they don't travel up the river. On the Syr-Daria river the fishing is concentrated at the mouth and at the lower stretch up to the town Kazalinsk. Here are situated the principal spawning places of the named kinds of fish.

Fishing of other kinds of fish, i. e. brill-head and barbel is concentrated principally in the lower stretches of the Syr-Daria river up to Kazalinsk, but has its extension upstream to Kizil-Orda. Spawning places of the these fishes are situated higher up the river, in particular near Chinaz.

Finally, the small sturgeon (called erraneously the sturgeon) which is the most appreciable object of fisching in the Aral Sea, is fished in the Sea and in the lower stretches of Syr-Daria river, by which it rises upstream to Chinaz for spawning.

The small sturgeon travels, in general, no further upstream from this point because of the impediment of Begovat rapids. Nevertheless, individual sturgeons pass through the rapids and are met with at Khodgent. The small sturgeon-migration begins in the middle of April and stops in September (the main migration takes place at the end of May and at the beginning of June). In spawning places near Chinaz the small sturgeon passes the winter, and next spring in April it deposits roe and returns to the Sea.

It is seen from the above that at Syr-Daria river the migration of principal species of fish of commercial importance terminates in great majority of cases below the Begovat weir site, this circumstance excluding harmful effect of the weir upon the fisging on the Syr-Daria river.

---

There are the books, periodical editions and papers to find more detailed information, relating to general regime of Syr-Daria river, discharges, superfloods, silts, salinity of water, navigation and fishing (See Russian text, the end of this chapter).

---

Наконец, шип (неправильно называемый осетром), являющийся наиболее ценным объектом промысла в Аральском море, ловится как в море, так и в низовьях р. Сыр-Дарьи, по которой он поднимается для икрометания до Чиназа. Выше этого пункта шип не идет, ему мешают Беговатские пороги.

Ход шипа начинается с середины апреля и кончается в сентябре (главный ход — конец мая и начало июня). В нерестилище у Чиназа шип залегает на зимовку, а в следующем году весной, в апреле, он здесь мечет икру и возвращается обратно в море.

Из сказанного видно, что ход по р. Сыр-Дарье главнейших видов рыбы, имеющих промысловое значение, оканчивается до места расположения проектируемой Беговатской плотины и последняя в силу этого не окажет влияния на рыболовство по р. Сыр-Дарье.

---

Более подробные данные, касающиеся общего режима реки Сыр-Дарьи, расходов, паводков, наносов, солености воды, судоходства и рыболовства, можно найти в следующих книгах, периодических изданиях и материалах:

Источник орошения Голодной Степи — река Сыр-Дарья в районе головных сооружений (из материалов, относящихся к новому проекту орошения Голодной Степи).

Отчеты гидрометрической части О. З. У. за 1910—1915 г.г.

„Вестник Ирригации". Ташкент (с 1923 г.).

Н. Г. Малицкий. Гидрологический очерк бассейна р. Сыр-Дарьи (неизданные материалы 1928 г.).

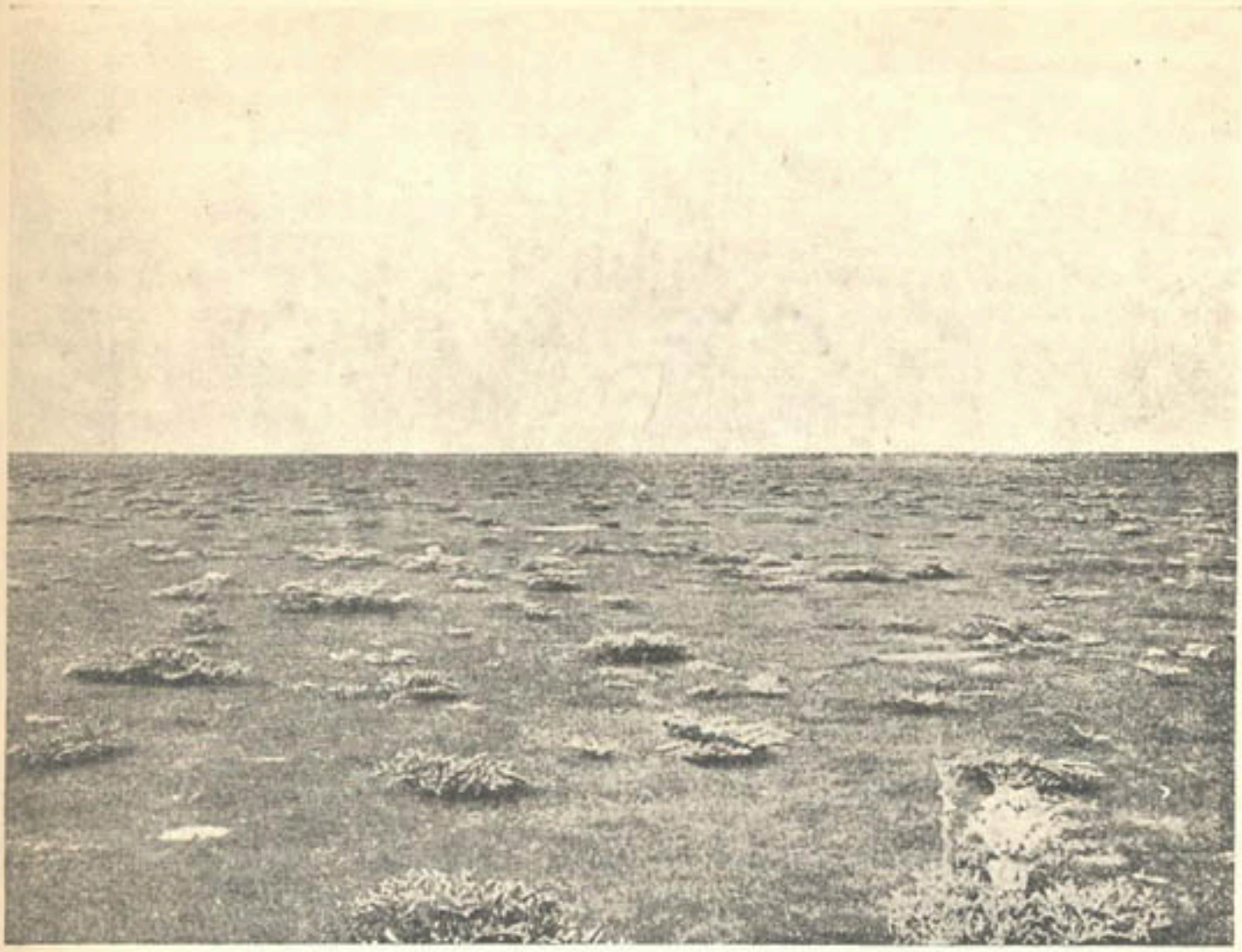
Н. П. Пузыревский. Сыр-Дарья, ее физические свойства и судоходность. (Известия Русского Географического Общества, XLVII, 1911 г.).

Н. А. Бенцелевич. Водные пути Туркестана. С.-Петербург, 1914 г.

И. Ф. Правдин. Рыболовство на р. Сыр-Дарье и в ее бассейне. Промыслово-хозяйственный очерк в связи с ирригационными планами (неизданные материалы, 1928 г.).

Table of average composition of Syr-Daria river water at Zaporojie station and of the Nile by periods.
Таблица среднего состава воды р. Сыр-Дарьи у Запорожья и Нила по периодам.

| Years / Годы | Periods: a — annual; n — non-vegetative (1/X — 31/III); v — vegetative (1/IV—30/IX). Периоды: г — годовой; н — невегетационный (1/X — 31/III); в — вегетационный (1/IV—30/IX) | Milligrams per liter. В миллиграммах на литр: Solid residue. Плотный остаток | Residue after red heating. Прокаленный остаток | Loss from red heating. Потеря от прокаливания | Oxydability. Окисляемость | Cl | $SO_3$ | $N_2O_5$ | $N_2O_3$ | $NH_3$ | Alkalinity. Щелочность | $SiO_2$ | CaO | MgO | Water hardness in German degrees. Жесткость в немецких градусах | $K_2O$ | $Na_2O$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a) Syr-Daria river Сыр-Дарья | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1910 | June Июнь | 426.0 | 306.0 | — | 6.5 | 10.0 | 81.1 | traces следы | traces следы | traces следы | 170.8 | 8.0 | 79.0 | 20.6 | 10.76° | 84.2 | |
| | December Декабрь | 485.0 | 351.4 | 133.6 | 1.3 | 38.2 | 141.2 | traces следы | 0.1 | 0.5 | 201.3 | 12.2 | 99.6 | 45.0 | 16.21° | 6.5 | 48.3 |
| 1911 | н н | 490.0 | — | — | — | 46.0 | 159.0 | — | — | — | — | — | 109.0 | 42.0 | — | 9.0 | 58.0 |
| | v в | 320.0 | — | — | — | 24.0 | 75.0 | — | — | — | — | — | 80.0 | 27.0 | — | 5.5 | 25.0 |
| 1912 | н в | 500.0 | — | — | — | 42.0 | 144.0 | — | — | — | — | — | 97.0 | 45.0 | — | 11.4 | 53.0 |
| | v в | 290.0 | — | — | — | 23.0 | 74.0 | — | — | — | — | — | 63.0 | 25.0 | — | 8.6 | 24.0 |
| 1913 | н н | 473.3 | 371.0 | 102.7 | — | 42.1 | 134.7 | 0.12 | 0.0 | 0.18 | 199.0 | 15.6 | 112.0 | 54.6 | 18.8° | 11.4 | 43.4 |
| | v в | 278.5 | 223.9 | 54.6 | — | 24.3 | 64.1 | 0.10 | 0.0 | 0.18 | 150.8 | 10.3 | 66.3 | 29.3 | 10.7° | 17.0 | 25.8 |
| 1914 | a г | 362.6 | 308.0 | 54.6 | 1.73 | 28.7 | 94.4 | traces следы | 0.0 | 0.0 | 157.1 | 14.1 | 76.8 | 33.8 | 12.4° | 5.8 | 36.9 |
| | н н | 453.8 | 376.0 | 77.8 | 1.65 | 37.6 | 122.3 | traces следы | 0.0 | 0.0 | 184.1 | 18.1 | 89.2 | 43.1 | 14.9° | 6.6 | 48.3 |
| | v в | 271.4 | 239.9 | 31.5 | 1.82 | 19.8 | 66.4 | traces следы | 0.0 | 0.0 | 130.1 | 10.1 | 64.4 | 24.5 | 9.8° | 5.0 | 25.5 |
| b) Nile Нил | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| — | н н | 205.0 | — | — | — | 17.0 | 29.0 | — | — | — | — | — | 52.0 | 10.0 | — | 10.0 | 13.0 |
| — | v в | 166.0 | — | — | — | 6.0 | 18.0 | — | — | — | — | — | 44.0 | 10.0 | — | 15.0 | 6.0 |



The Golodnaya Steppe before the irrigation.
Голодная Степь до орошения.



The Golodnaya Steppe at the Arna-Say.
Голодная Степь у Арна-Сая.

## CHAPTER V.

### Short description of development of Golodnaya Steppe irrigation. Present state of existing irrigation System.

**The ancient irrigation of the Golodnaya Steppe and the first irrigation plans after Russian occupation.**

At the time of Russians conquering the country, the Golodnaya Steppe represented as absolutely unirrigated desert and only in certain places, chiefly along the line of the former post-highway between Tashkent and Samarkand there existed the so-called „sardoba", i. e. spacious cisterns covered by a dome-shaped building of burnt brick, in which were wells or just reservoirs for preserving rain or snow water.

Of course, all these „sardoba" in which at times water was bitter or salty, could in no satisfactory measure solve the question of the provision of water for the above mentioned post-highway which was set to work soon after the conquest of the country (in 1869) by the chief of the country K. P. von Kaufmann, and got very important government significance.

On the strength of this, at the same time laying the highway, there was also put forward the question of the irrigation of the desert, so with this aim, in 1869 the necessary investigations were commenced.

In the problem of these investigations, which were of a purely preliminary character and were being fulfilled under the superintendance of the staff officer Aminov, entered topographic levelling and surveying of the whole of the Golodnaya Steppe.

This problem was fulfilled by Aminov in 1870 and at the same time there were acquired by him all informations about the remains of the ancient settlements of the Golodnaya Steppe and the deserted irrigation constructions which had remained unimpaired up to that time. So it was established with certitude, that the Golodnaya Steppe was irrigated in some of its parts in ancient times, and that this irrigation was worked by two main canals: the Tuya-Tartar and the Urumbay-Oguz; the first canal drawed its water from the Zeravshan river by the aid of the Bulungur-aryk (canal), which had its head about 75 kilometers from Samarkand, and the second one took from the Syr-Daria river, in the north-eastern part of the Golodnaya Steppe, namely just about 55 kilometers upstream from Chinaz in the boundaries of Shal-Tugai land.

By the investigations of Aminov, it was established that the Golodnaya Steppe plateau slopes from the Kashkar-Davan mountain range to the Syr-Daria river and to the Aral-Sea, wherewith the first slope is greater than the second; in view of that it was found more profitable to lead the irrigation of the Golodnaya Steppe from the Zeravshan river, the more so, that by the opinion of Aminov the renewal of the above named system of the Tuya-Tartar canal, was quite possible.

But having in view the already perceived insufficiency of water in the Zeravshan river, this scheme was rejected, — and it was pointed by the chief of the country K. P. von Kaufmann on the possibility of irrigating the Golodnaya Steppe from the Syr-Daria river, and with this scope in 1871 engineer N. Ulianov was commissioned to make all the final investigations for forming the project of the future canal. These investigations consisted chiefly in the choice of the place for the canal head, in the levelling and in the laying out of the canal, also in the definement of subsoils along the latter and the choice of materials for the necessary constructions.

## ГЛАВА V.

### Краткий исторический очерк развития орошения Голодной Степи. Современное состояние существующей ирригационной системы.

**Древнее орошение Голодной Степи и первые оросительные предположения после занятия края русскими.**

К моменту завоевания Средней Азии русскими, Голодная Степь представляла собой совершенно неорошенную пустыню и только местами, преимущественно вдоль верблюжьего тракта Ташкент—Самарканд, сохранились так называемые „сардобы", т.-е. цистерны, прикрытые куполообразной постройкой из жженого кирпича, в которых находились или колодцы, или же просто бассейны для хранения дождевой и снеговой воды.

Конечно, все эти „сардобы", подчас даже с плохой горько-соленой водой, ни в коей мере не могли сколько-нибудь удовлетворительно разрешить вопрос об обеспечении водой почтового тракта между Самаркандом и Ташкентом, который после покорения края был вскоре (в 1869 году) открыт главным начальником края К. П. фон-Кауфманом и получил сразу важное государственное значение.

В виду указанных обстоятельств естественно возник вопрос об орошении и оживлении Голодной Степи. С этой целью уже в 1869 году были начаты необходимые изыскания.

В задачу этих изысканий, носивших чисто предварительный характер, производившихся под руководством офицера генерального штаба Аминова, входило топографическое нивеллирование и съемка на план всей местности Голодной Степи.

Задача эта Аминовым была выполнена в 1870 г., при чем попутно им были собраны сведения об остатках древних оседлостей в Степи и о заброшенных ирригационных сооружениях, сохранившихся к тому времени. Так с несомненностью было установлено, что Голодная Степь, в некоторых своих частях, в древности была орошена и что это производилось двумя магистральными каналами: Тюя-Тартар и Урумбай-Огузом; первый питался водами р. Зеравшана через посредство Булунгур-арыка, имевшего голову километрах в 75 от гор. Самарканда, а второй выходил из Сыр-Дарьи в районе северо-восточной части Голодной Степи, а именно километрах в 55 выше Чиназа, в урочище Шал-Тугай.

Исследованиями Аминова было выяснено, что плато Голодной Степи от Кашгар-Даванского хребта имеет падение к Сыр-Дарье и к Аральскому морю, при чем первое наклонение больше второго; ввиду этого представлялось более выгодным вести орошение Степи из р. Зеравшана, тем более, что, по мнению Аминова, было вполне возможно возобновление упомянутой выше системы Тюя-Тартарского канала.

Однако, в виду выяснившегося недостатка воды в р. Зеравшане, предлагавшаяся Аминовым схема была отброшена. Тогда К. П. фон-Кауфманом было указано на возможность орошения Степи из р. Сыр-Дарьи; с этой целью для производства изысканий им был командирован в 1871 году в Степь инженер-технолог Н. Ульянов. Последнему было поручено произвести окончательные изыскания для составления проекта будущего канала. Изыскания эти должны были состоять, главным образом, в выборе места для головы канала, в трассировке и нивеллировке канала, а также в определении грунтов по его трассе и в выборе материалов для искусственных сооружений.

Основываясь на данных исследования реки, а также на существовавших топографических картах, Ульянов установил, что наиболее подходящим для устройства

Basing on the data of the river investigation, also on the existing topographical maps, engineer Ulianov found that the most suitable stretch of the river, for the location of the head works, as by the absolute heights of the water level, so also by the character of its bed and its current, is the region, which is immediately below the bend formed by the Syr-Daria river near the Djan-Chukhur and Ksta-Tugai villages. This stretch together with the adjoining narrow bankline inclosed between the town of Khodjent and the Begovat village, which are near to the Central Asia railway station Khilkovo, represented in the course of time, the place, which different authors of the project had marked out for the laying of the diversion canals for the irrigation of the Golodnaya and Dalverzin Steppes. Therefore it would not be useless, with the aim of creating a clear impression, to give a more detailed description of this region, which represented a gorge, winding along the Syr-Daria river and connecting the Golodnaya and Dalverzin Steppes with the Fergana valley.

**The description of the locality along the Syr-Daria river between the town of Khodjent and Khilkovo station.**

If we look at the map, it will be easy to see that the Dalverzin Steppe is bordered on the South-East by the Mogol-Tau mountains; Mogol-Tau cliffs draw right up to the river and almost hang over it at Farkhat. The extreme southern point of the Dalverzin Steppe can really be reckoned the Naurus-Tube hill, from which, up the river, right up to the town of Khodjent, the branches of the Mogol-Tau mountains stretch closely along the Syr-Daria river either entirely approaching or withdrawing a little from it.

Lime-stone hills draw up to the Syr-Daria river, but going a little further up the mountains, granit is also to be met with, which underlies the lime-stone and falls in the direction to the river, forming the nearest to the river the Mogol-Tau ridge.

However these Mogol-Tau lime-stone hills, by approaching the river, do not form rapids, as could have been expected. The only rapids on the whole stretch between Khodgent and the Zaporojie village are, namely, the Begovat rapids, which are not formed by the lime-stone hills, but by diluvian conglomerates which form the principle rock of the left bank of the Syr-Daria river.

Reverting again to the map we shall see that the Golodnaya Steppe passes on its South-East angle into a valley, which extends between the break of the Steppe into the over-flow lands of the Syr-Daria river and low mountain ramifications approaching from the South, beginning at Shirin-Kys and ending at Rukhak-Tau. At the present day, by the way, a railway line passes along the narrow strip, from Ursatievskaya station (former Cherniaevo station) into Fergana.

The narrowest and highest place is on the 30-th kilometer from Ursatievskaya station. Further, especially after Khilkovo station, the mountains move somewhat to the South, the Steppe grows wider and is more flat, and near the Dragomirov railway station, a level Steppe, of about 20 kilometers, stretches out from the Syr-Daria river in the direction of the Turkestan ridge.

A little more to the East of the Dragomirov station, higher than the former glass works, branches of the Rukhak-Tau mountains draw up to the Syr-Daria river; from the South they curve in bow shape, round the town of Khodjent and are cross-cut by the Syr-Daria river, about 22 kilometers higher than Khodjent.

If we follow closely the Syr-Daria river commencing at this place and go down the river, right to Khilkovo station, we shall see that immediately after the break of the Rukhak-Tau mountains the river forms a double bend and passes up to the gardens of the Khodgent oasis. Further, either breaking out into separate branches, or flowing in one channel, but keeping chiefly in the western direction, the river comes up to the town of Khodgent.

At the former Khodgent bridge, the water stage of the Syr-Daria river, at the time of the autumn waters, is equal to 320.25 meters (150.35 sagenes) above sea-level. Further, rounding the town of Khodjent the river changes its course from the West to South-West and breaking up into a great number of branches enters the so called Sary-Tugai district (the yellow over-flow lands).

On a stretch of 18 kilometers from the Khodjent bridge to the Kaznak village the over-flow lands of the Syr-Daria river is limited on its right by the branches of the Mogol-Tau mountains and on its left—by the lands of the Khodjent oasis, also the Rukhak-Tau mountains, and further, from the glass works to the Kaznak village—by

головного сооружения участком реки, как по абсолютным отметкам горизонта воды, так равно и по характеру ложа и течения, является участок, расположенный непосредственно ниже петли, образуемой р. Сыр-Дарьей в районе кишлаков Джан-Чухур и Кста-Тугай. Этот участок, вместе с прилегающай к нему береговой полосой, заключенной между гор. Ходжентом и селением Беговат, находящимся вблизи ст. Хилково Средне-Азиатской ж. д., явился впоследствии местностью, по которой различными авторами намечалось проложение холостых частей главных каналов, выводящих воду на орошение Голодной и Дальверзинской Степей. Поэтому нелишне будет, для уяснения различных предлагавшихся схем, привести здесь описание этой местности, которая представляет как бы горловину, извивающуюся вдоль р. Сыр-Дарьи и соединяющую Голодную и Дальверзинскую Степи с Ферганской долиной.

**Описание местности вдоль р. Сыр-Дарьи между г. Ходжентом и ст. Хилково.**

Если посмотреть на карту, то легко увидеть, что Дальверзинская Степь на юго-востоке ограждена горами Могол-Тау; скалы Могол-Тау подходят к самой реке и у Фархат почти нависают над ней. Самым южным пунктом Дальверзинской Степи является бугор Наурус-Тюбе; от него вверх по реке, вплоть до гор. Ходжента, отроги Могол-Тау тянутся непосредственно вдоль р. Сыр-Дарьи, то вплотную приближаясь, то несколько удаляясь от нее.

К Сыр-Дарье подходят известняки, но если подняться в горы несколько выше, то уже встречаются граниты, подстилающие известняки, падающие по направлению к реке и слагающие ближайшие к реке отроги Могол-Тау.

Однако, известняки Могол-Тау, подходя к реке, не образуют в ней порогов, как это можно было бы ожидать. Единственные пороги на протяжении от Ходжента до пос. Запорожского, именно Беговатские, образованы не известняками, а дилювиальными конгломератами, составляющими основу левого берега р. Сыр-Дарьи.

Обратившись снова к карте, мы видим, что Голодная Степь в юго-восточном своем углу переходит в узкую долину, простирающуюся между „киатом" (т.-е. обрывом Степи в пойму р. Сыр-Дарьи) и подходящими с юга, невысокими горными отрогами, начиная с Ширин-Кыса и кончая Рухак-Тау. По этой узкой полосе проходит в настоящее время, между прочим, и железнодорожная линия от ст. Урсатьевской (б. ст. Черняево) на Фергану.

Наиболее узкое и высокое место находится на 30-м километре от ст. Урсатьевской. Далее, особенно за ст. Хилково, горы несколько отодвигаются к югу, Степь делается шире и положе и около ст. Драгомирово ровная Степь тянется от р. Сыр-Дарьи по направлению к Туркестанскому хребту километров на 20.

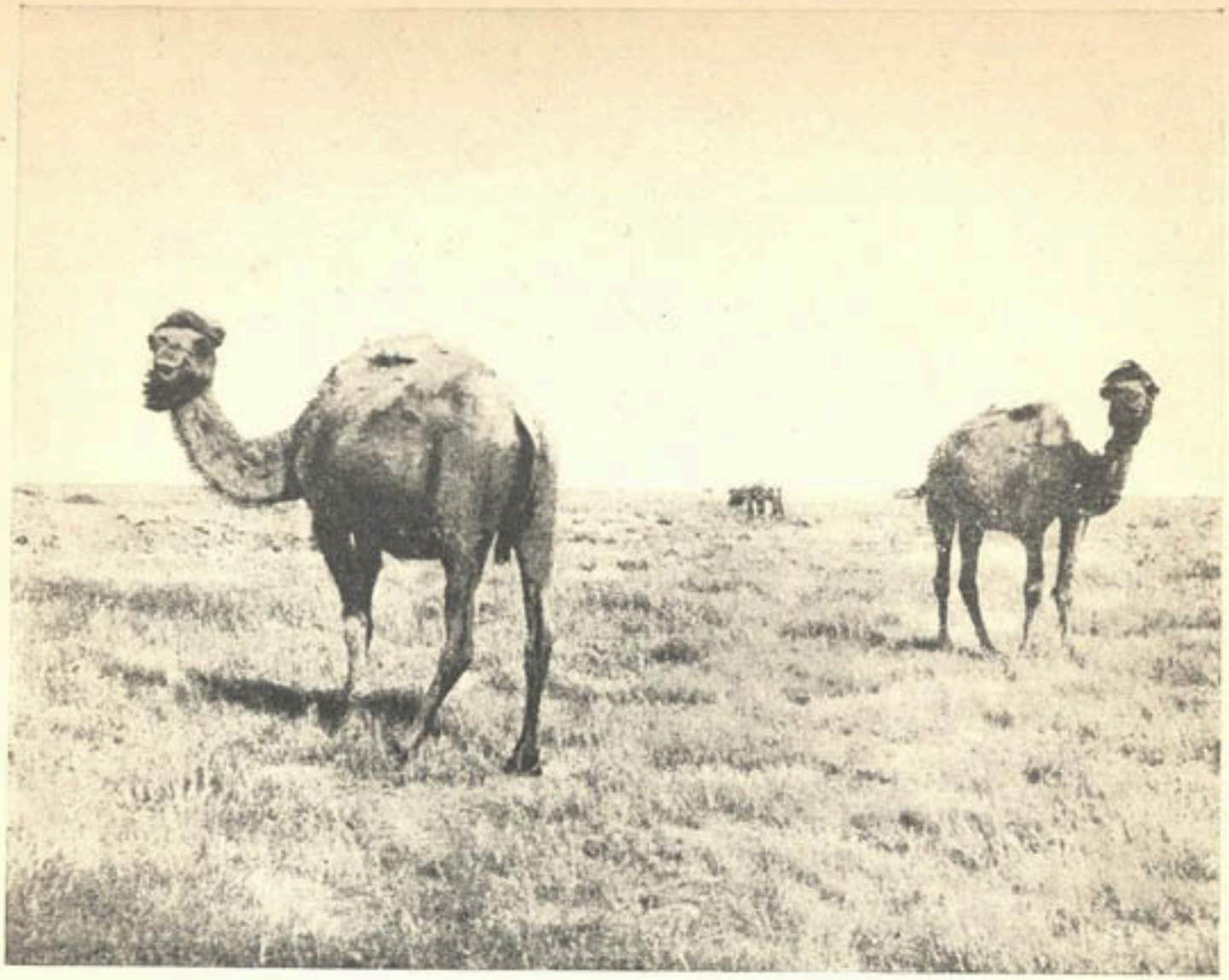
Немного восточнее ст. Драгомирово, выше бывшего стеклянного завода, к реке Сыр-Дарье подходят отроги гор. Рухак-Тау; они дугою огибают с юга гор. Ходжент и приблизительно в 22 километрах выше гор. Ходжента перерезываются р. Сыр-Дарьей.

Если проследить, начиная с этого места вниз по течению вплоть до ст. Хилково, за рекой Сыр-Дарьей, то увидим, что сейчас же за прорывом гор Рухак-Тау, река образует двойную луку и подходит к садам Ходжентского оазиса.

Далее, то разбиваясь на отдельные рукава, то идя одним руслом, почти все время придерживаясь западного направления, река подходит к городу Ходженту.

Отметка горизонта реки Сыр-Дарьи у бывшего Ходжентского моста во время осенних вод равна 320.25 метров (150.35 саж.) над уровнем моря. Далее река, огибая город Ходжент, меняет западное направление на юго-западное и входит в так называемую местность Сары-Тугай (желтая пойма реки), разбиваясь на множество рукавов.

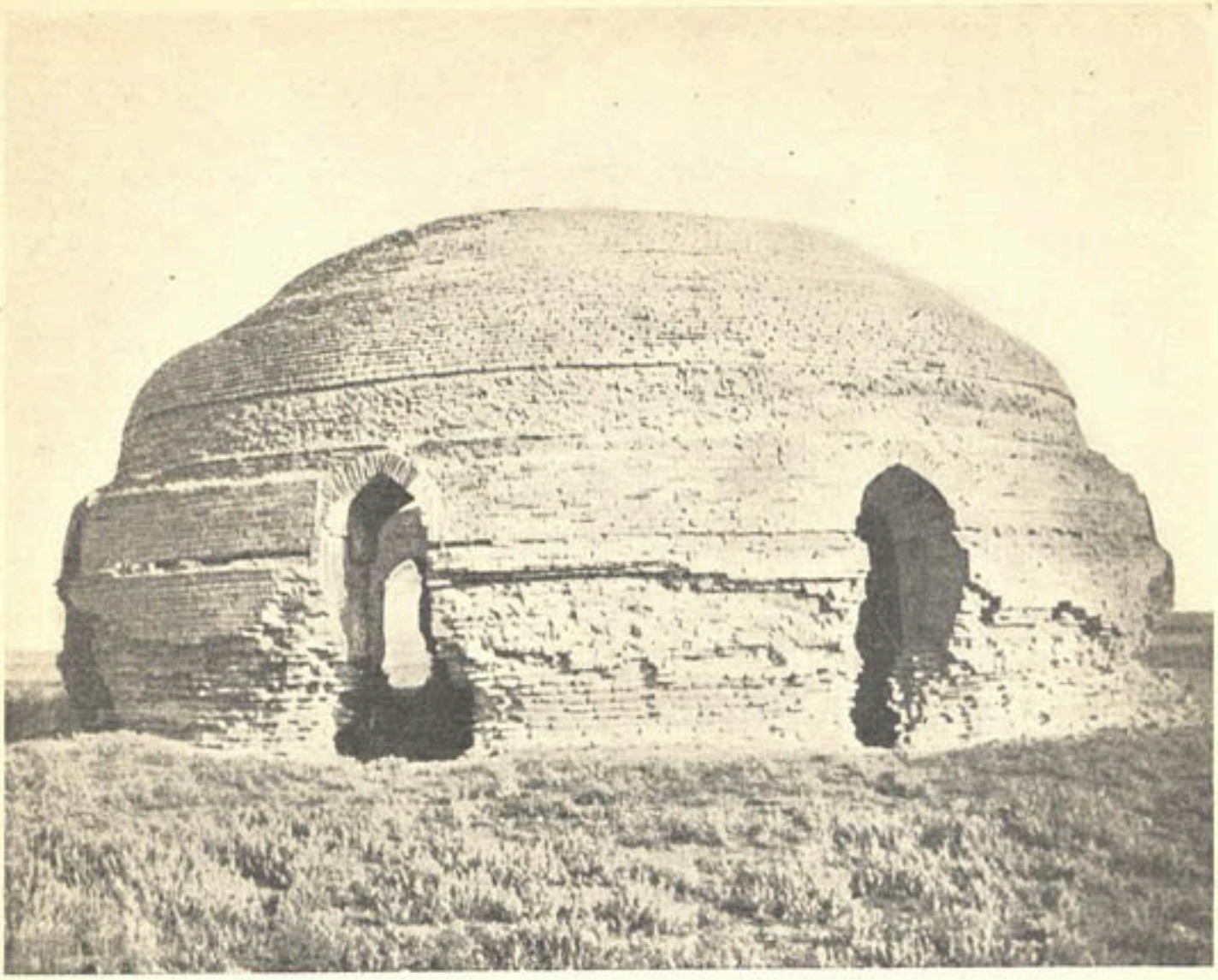
На протяжении 18 километров от Ходжентского моста до кишлака Казнак, пойма реки Сыр-Дарьи ограничивается с правой стороны отрогами гор Могол-Тау, а с левой стороны — землями Ходжентского оазиса, горами Рухак-Тау и, далее, от стеклянного завода до кишлака Казнак — высоким обрывистым берегом, состоящим из галечника, кое-где конгломерата, покрытых толщей лёса. Уклон реки на этом протяжении — около 0.0004. От кишлака Казнак на протяжении 2 километров река носит приблизительно тот же характер; она разбита на несколько рукавов, но уклоны ее уже значительно больше; здесь она имеет уклон около 0.001. Далее, почти до самой Запорожской рейки, за исключением небольших островов в луке у кишлака Кста-Тугай и против Парман-Кургана, Сыр-Дарья идет одним сплошным руслом. Уклоны ее сильно колеблются от 0.00016 до 0.001, в зависимости от характера ложа. Общий же уклон на протяжении от стеклянного завода до пос. Запорожского равен 0.00069. Левый берег на всем протяжении состоит из галечника, который в луке против кишлака Кста-Тугая



Grassy vegetativeness of the Golodnaya Steppe.
Травяная растительность Голодной Степи.



A well of the native type.
Туземный колодец.



A native burnt brick building upon a well.
Туземная постройка из жженого кирпича над колодцем.



The Farkhat rocks and the dam parting the Dalverzin canal from the Syr-Daria river.
Район Фархатских скал и дамба, отделяющая канал Дальверзин от реки Сыр-Дарьи.

a high steep bank, composed of pebble, and, in some places — of conglomerates, covered by a layer of loess. On this stretch the slope of the river is about 0,0004. On a stretch of about 2 kilometers from the Kaznak village, the river is approximately of the same character; it is broken up into several branches but its slope is considerably greater; here the slope is about 0.001. Further, almost right up to the Zaporojie gage, the Syr-Daria flows in one continuous channel with the exception of the islands in the bend at the Ksta-Tugai village and opposite the village of Parman-Kurgan. Its slopes vary greatly from 0.00016 to 0.001 depending on the character of the river-bed. On the distance from the glass works to the Zaporojie gage the average slope is 0.00069. The left bank, the whole of the distance is composed of pebbles and gravels which, in some places as in the bend, opposite the Ksta-Tugai village and also on the stretch from the „Tzar-Weir" to the head of the existing Begovat canal, changes into conglomerates. Above the pebbles and conglomerates, layers of loess are observed.

The fall of the river from Kaznak village to the Zaporojie gage on a stretch of 25 kilometers along the current-line of the river makes up 18,4 meters.

At Kaznak, at the present regime of the river, the low water gage height is 313.30 meters. At Djan-Chukhur at the beginning of the Kaufmann canal, the low water gage height is 306.80 meters. At the Zaporojie hydrometrical station the low water gage height is 294.90 meters.

On the stretch of the Syr-Daria river under examination following rivers flow in: at the town of Khodjent, the river Khodja-Bakyrgan, and numerous waste-water canals; further at Kosh-Tegermen village the Ak-Su river falls in by three branches—one as a chief branch, and two small ones, and lastly, almost at the Begovat rapids, the Shirin-Say gully about 175 meters wide, joins the Syr-Daria river.

In addition to the above given description, we should note that this region, on the left bank of the Syr-Daria river, is thickly populated and represents an ancient oasis, irrigated by fans of aryks, drawn from the above mentioned mountain rivers, the Ak-Su and Khodja-Bakyrgan, the water of which is almost all drawn off for irrigation.

**The project of N. Ulianov.**

By the project of N. Ulianov the head works were proposed at the Djan-Chukhur village, a little above the Parman-Kurgan village and the area commanded by the canal was defined at 4000 square kilometers. The direction of the canal was projected to run to the region lying between Murza-Rabat and Djika-Sardoba, the waste water canal be led into the Syr-Daria river, through the old Karoy and Murza-Rabat „aryks" (canals) and the irrigation of the yearly cultivated area was to be reckoned at 44,000 hectares. With the development of the need of land for cultivation there was suggested the renovation of the ancient Urumbay „aryk" and it was surmised to widen and lengthen the main canal to Kizil-Kum.

Such were the leading principles of the Golodnaya Steppe irrigation canal, designed by N. Ulianov, which later on received the name of „Kaufmann canal" and began to be constructed in 1872. Its construction was decided to be fulfilled under conditions of obligatory duty, in result of which the work proceeded very slowly and, after 13½ kilometers of the canal were cut out, the work was temporarily stopped in 1879 and quite broken off in 1881.

**The private initiative and activity of the grand duke.**

So finished the first attempt of artificial irrigation of the Golodnaya Steppe by means of the local administration and population. To the same period relate several other plans of irrigating separate portions of the Golodnaya Steppe.

Out of these it is to mention the plans of irrigating separate portions of the Steppe from artesian wells and lift irrigation of about 44,000 hectares. Both plans were examined by specially organized committees and rejected as not profitable and difficult to be realized.

From 1883 the grand duke Nikolai Konstantinovitch took up as a private initiative, the irrigation work in Turkestan and after finishing rather successfully in 1885 the construction of Iskander-aryk situated 64 kilometers from Tashkent he decided to start the irrigation works at the Golodnaya Steppe. First of all he began the reconnoitre work for restoration the Urumbay-aryk and for constructing a new canal to lead water from the Syr-Daria river to the depression of the Golodnaya Steppe, known under the name of Djetty-Say. The head works of the canal designed with this purpose were

и от „Царь-плотины“ до истока существующего канала Беговат местами переходит в конгломерат. Поверх галечников и конгломератов замечаются толщи лёса.

Падение реки от кишлака Казнак до Запорожской рейки на протяжении 25 километров по стрежню реки равно 18,4 метра.

Отметка горизонта низких вод при настоящем режиме реки у Казнака 313,30 метра. Отметка горизонта воды у Джан-Чухура у начала Кауфманского канала 306,80 метра. Отметка у Запорожской гидрометрической станции 294,90 метра.

В реку Сыр-Дарью на рассматриваемом протяжении втекают: у гор. Ходжента река Ходжа-Бакырган и многочисленные сбросные каналы существующей ирригационной системы; затем, у кишлака Кош-Тегермен впадает река Ак-Су тремя рукавами — двумя небольшими и одним главным рукавом и, наконец, почти у самых Беговатских порогов, в р. Сыр-Дарью впадает овраг Ширин-Сай, с шириной русла до 175 метров.

В дополнение к вышеприведенному описанию, следует указать, что местность эта по левому берегу р. Сыр-Дарьи густо заселена и представляет древний оазис, орошенный веерами арыков, выведенных из упомянутых выше горных речек Ак-су и Ходжа-Бакырган, разбираемых почти сплошь на орошение.

**Проект Н. Ульянова.**

По проекту Н. Ульянова головное сооружение было намечено у кишлака Джан-Чухур, несколько выше кишлака Парман-Курган и площадь командования канала определена в 4000 кв. километров. Направление каналу проектировалось дать к местности, лежащей между Мурза-Рабатом и Джика-Сардобой, сбросы предполагалось вывести в Сыр-Дарью по старым арыкам Карой и Мурза-Рабатскому, а орошение ежегодно обрабатываемой площади намечалось на 44.000 гектар.

С развитием потребности в поливных землях намечалось восстановление древнего арыка Урумбай, а магистральный канал предполагалось расширить и продолжить к Кызыл-Кумам.

Таковы были главные основания проектированного Н. Ульяновым оросительного канала в Голодной Степи, который впоследствии получил название „Кауфманского“. Он начал сооружаться в 1872 году. Постройку его решено было выполнить натуральной повинностью, вследствие чего работы шли очень вяло и после прорытия 13½ километров канала были в 1879 году временно приостановлены, а в 1881 году совершенно прекращены.

**Частная инициатива и деятельность великого князя.**

Так неудачно закончилась первая попытка искусственного орошения Голодной Степи средствами местной администрации и населения.

К этому же периоду надо отнести и ряд других предположений об орошении отдельных участков Голодной Степи. Из них отметим предположения об обводнении отдельных районов артезианскими колодцами и о машинном орошении около 44.000 гектар. Оба проекта были рассмотрены в специально образованных комиссиях и отвергнуты, как нерентабельные и трудно осуществимые.

С 1883 года оросительным делом в Туркестане, в порядке частной инициативы, стал заниматься великий князь Николай Константинович. Закончив в 1885 году сравнительно удачную постройку Искандер-арыка, расположенного в 64 километрах от г. Ташкента, он решил начать работы и по орошению Голодной Степи. В первую очередь он приступил к рекогносцировочным работам по восстановлению Урумбай-арыка и по постройке нового канала для проведения воды из р. Сыр-Дарьи в котловину Голодной Степи, известную под именем Джиты-Сай. Водоприемник проводимого с этой целью канала первоначально был заложен на Беговатских порогах, километрах в 8 выше кишлака Беговат, но впоследствии он был поднят выше по течению и окончательно установлен против Фархатских скал, в версте ниже селения Кош-Тегермен; здесь было приступлено к устройству поперек р. Сыр-Дарьи наливной плотины, получившей название „Царь-плотины“.

Означенный канал, прозванный Бухар-арыком, строился 6 лет — с 1885 г. до 1890 г. включительно — и был прорыт по обрыву киата на протяжении 27 километров. Вода по каналу была пущена 9 мая 1891 года, но через 3 дня был он разрушен вследствие прорыва его дамб, расположенных по откосу киата.

В 1891 и 1892 гг. на восстановление и окончание канала, в дополнение к суммам, расходуемым великим князем из собственных средств, было выдано пособие из Государственного Казначейства в размере 100.000 рублей, в то время как полная стоимость этих работ по окончанию Бухар-арыка по сметной расценке составляла 443.000 рублей.

first commenced at the Begovat rapids about 8 kilometers higher than the Begovat village, but in course of time it was moved higher up the stream and finally fixed opposite the Farkhat rocks about a kilometer down stream from the Kosh-Tegermen village; here the construction of a rock-fill dam across the Syr-Daria river was begun, which received the name of „Tzar-Weir".

The canal mentioned, named Bukhar-aryk, was being constructed 6 years—from 1885 to 1890 inclusively, and was cut out 27 kilometers along the „kyat" escarpment. The water was let into the canal on the 9-th of May 1891, but in three days the canal was destroyed owing to the crevasses of the river-side bank of the canal.

In 1891 and 1892 for restoring and finishing the canal, a subsidy of 100,000 roubles was granted from the Government Treasury, in addition to the sums expended by the grand duke from his private means, whereas, at that time, the total cost of this work after the completion of the Bukhar-aryk was estimated at 443,000 roubles.

Through this, being unable to complete the construction out of his private means the grand duke left off the construction of the Bukhar-aryk, and instead of this, started intensively the construction of another canal, which later received the name of Nicholas the I$^{st}$ canal, and exists partly at the present time under the name of Begovat.

For this canal a separate head, situated near the Begovat village was constructed.

Nicholas the I canal.

Not describing the grand duke's less important work for the irrigation of the Golodnaya Steppe, such as the widening and lengthening of the small Buz-aryk, the cutting of the Paul the I$^{st}$ canal (intending to straighten the channel of Nicholas the I canal) and other, for the most part, unsuccessful constructions, we will turn more fully to the system of Nicholas the I canal which, notwithstanding its great length, was successfully finished, and for the first time supplied water to the remote parts of the Golodnaya Steppe, on September the 1-st, 1896.

The canal mentioned was constructed by native methods during the period from 1891 to 1895. It was led to the depression of the Sardoba at a distance of 90 kilometers from the head, wherewith the first 39 kilometers ran along the valley of the Syr-Daria river, and after-wards (at the Konnoguardeisky village) turned abruptly to the West, crossing on the 26.6-th kilometer from the turning, the Central-Asiatic railway yet quite completed.

The inlet basin of this canal, completed in 1895, was arranged in a native manner i. e. as a diversion channel..

For this purpose a row of islands (4 in number) situated near the left bank of the river on a stretch of 1700 meters upstream from the Begovat village were taken advantage of. These islands were divided from one another by shallow water courses and at the fall of the water the 3 lower islands were almost joined into one continual strip of land. At the lowest stage of the river, in order to guarantee the water coming into the canal supply, it was necessary to cut of the water courses between the two lower islands and the river-bank and also sometimes to draw out a special spur upstream from the third island, owing to which the water level in the diversion channel was kept high enough and allowed the water to be discharged from the inlet basin to the canal at the rate up to 7 cubic meters per second.

The irrigation network of the Nicholas the I canal, which began to work only from 1897, consisted at first of three aryks (canals). Two of them („Petropavlovsky" and „Tzarevna") had to supply with water the Nadejdinsky and Romanovsky villages, situated on the banks of the Syr-Daria river and founded by the grand duke in 1886 and 1887; along the third aryk, beginning at the Volinsky bridge, — it was supposed to discharge water further down to the Steppe and to the future railway station. However, Petropavlovsky aryk proved a failure, and only the „Tzarevna" began to supply water to the Romanovsky village from 1897.

Owing to its being constructed by native methods, Nicholas the I canal was far from being perfect, and according to the conclusions of the engineer Elistratov, who was sent to the Golodnaya Steppe by the order of the Ministry of Agriculture, in August 1896, it presented the following chief defects:

1. The inlet basin was of a temporary character and required yearly repairs, the cost of which was calculated from 10 to 15 thousand roubles.

Вследствие этого, не будучи в состоянии закончить постройку собственными средствами, великий князь прекратил сооружение Бухар-арыка, а вместо этого усиленно повел работы по сооружению другого канала, получившего впоследствии название канала Николая I, существующего частично и по настоящее время под наименованием арыка Беговат.

Для этого канала было устроено особое головное сооружение вблизи селения Беговат.

**Канал Николая I.**

Не останавливаясь на более мелких работах великого князя по орошению Голодной Степи, как например, на расширении и удлинении небольшого Буз-арыка, на прорытии канала Павла I (предназначенного для спрямления русла канала Николая I) и на других большею частью неудавшихся сооружениях, коснемся более подробно системы канала Николая I, который, несмотря на свое значительное протяжение, был благополучно доведен до конца и 1 сентября 1896 года впервые подал воду вглубь Голодной Степи.

Означенный канал строился туземными способами в период с 1891 г. по 1895 г. Он был проведен до котловины Сардоба на расстояние 90 километров от головы, причем первые 39 километров проходил по долине реки Сыр-Дарьи, а затем (у поселка Конногвардейского) круто поворачивал на запад, пересекая на 26-м километре от поворота Средне-Азиатскую железную дорогу (еще не законченную тогда постройкой).

Водоприемник этого канала, законченный в 1895 году, был устроен по туземному типу, т.-е. в виде подводящего русла. Для этой цели был использован ряд островов (числом 4), расположенных вблизи левого берега реки на протяжении 1700 метров вверх от с. Беговат. Острова эти отделялись друг от друга неглубокими протоками и при спаде воды три нижних острова почти соединялись в общую полосу земли.

При самом низком уровне реки, для обеспечения поступления воды в канал, приходилось закрывать наглухо протоки между двумя нижними островами и материком, а также иногда выдвигать особую шпору вверх от третьего острова, благодаря чему уровень воды в подводящем русле поддерживался на большой высоте и делал возможным спуск воды из водоприемника в канал током до 7 куб. метров в секунду.

Оросительная сеть канала Николая I, начавшая действовать лишь с 1897 года, состояла сперва из 3 арыков. Два из них („Петропавловский арык“ и „Царевна“) должны были снабжать водой расположенные вдоль реки Сыр-Дарьи и основанные великим князем в 1886 и 1887 г.г. поселки Надеждинский и Романовский, а по третьему арыку, начинавшемуся у Волынского моста, предположено было давать воду вглубь Степи и к будущей станции железной дороги. Однако, арык Петропавловский оказался неудачным и только „Царевна“ с 1897 года стала подавать воду Романовскому поселку.

Будучи сооружен туземными способами, канал Николая I, конечно, не отличался достаточным совершенством и, согласно заключения инженер-технолога Елистратова, командированного в Голодную Степь по распоряжению Министерства Земледелия, канал представлял к концу 1898 года следующие главнейшие дефекты:

1. Водоприемник имел временный характер и требовал ежегодного ремонта, стоимость которого исчислялась в 10 — 15 тысяч рублей.

2. Участок канала, идущий вдоль берега реки, подвергался опасности подмыва и требовал постоянных работ по укреплению правой дамбы.

3. Оросительная сеть была неблагоустроена и требовала для своего питания искусственного подпора в главном канале, что способствовало быстрому его заилению.

**Сосредоточение оросительного дела в руках казны и работы по орошению северо-восточной части.**

С открытием движения по Средне-Азиатской железной дороге, мысль о развитии орошения в Голодной Степи за счет средств государства стала все более и более укрепляться.

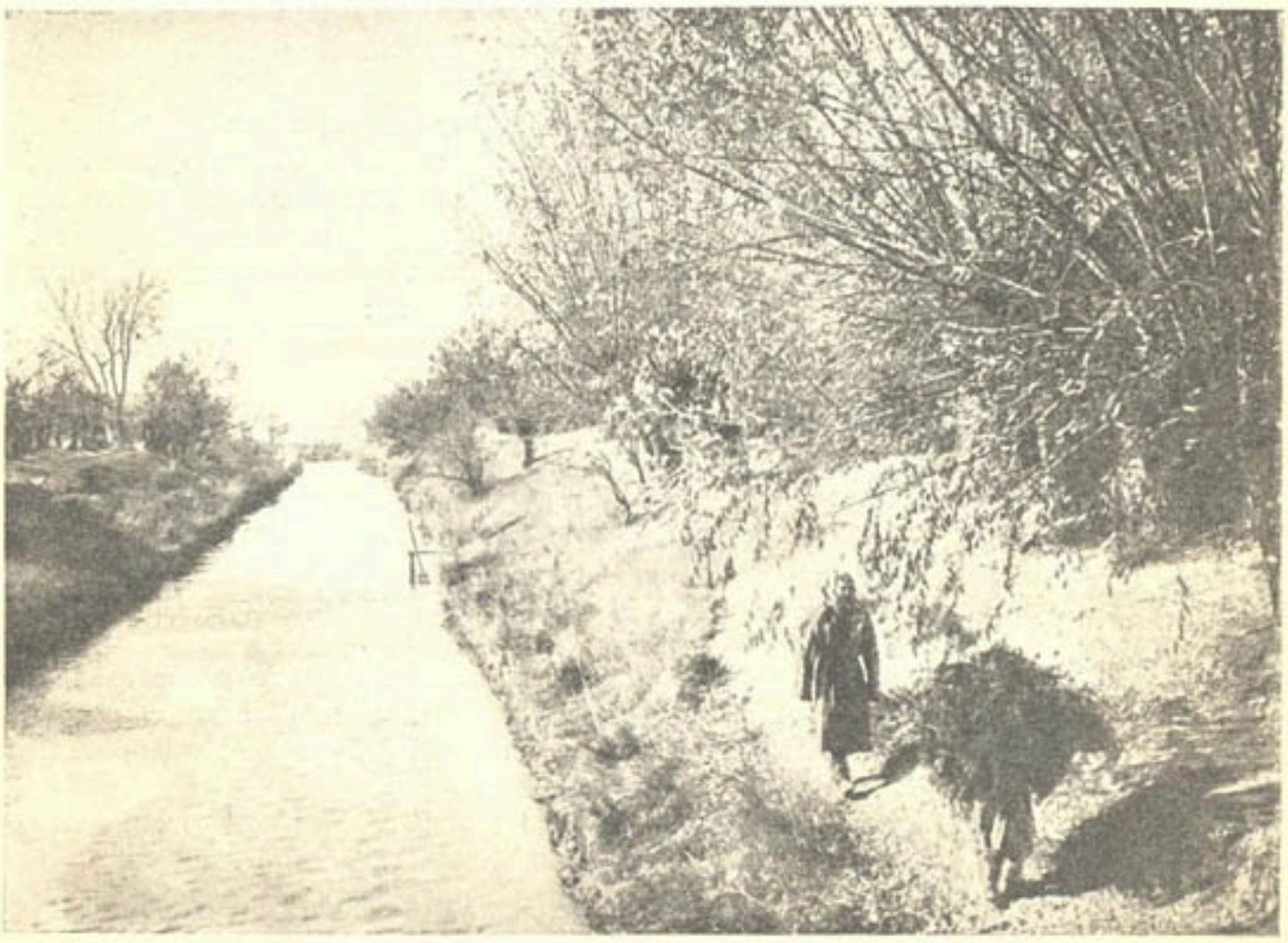
В связи с этим были начаты правительственные исследования, как по приведению в известность оросительной способности сооруженного канала Николая I, так и по разработке более широкого проекта орошения всей северо-восточной части Голодной Степи.

В результате всех означенных исследований было выяснено, что при современном состоянии канал Николая I может орошать не более 7.600 гектар, при чем для этого потребуются довольно значительные ежегодные затраты и проведение необходимой добавочной оросительной сети, стоимость которой исчислялась в 185.000 рублей.

Наряду с этими предварительными предположениями об упорядочении орошения на площади около 7.600 гектар, был составлен общий проект орошения 49.000 гектар



The hollowed Syr-Daria river left bank near the Irdjar cape.
Подмыв левого берега реки Сыр-Дарьи вблизи Ирджарского мыса.

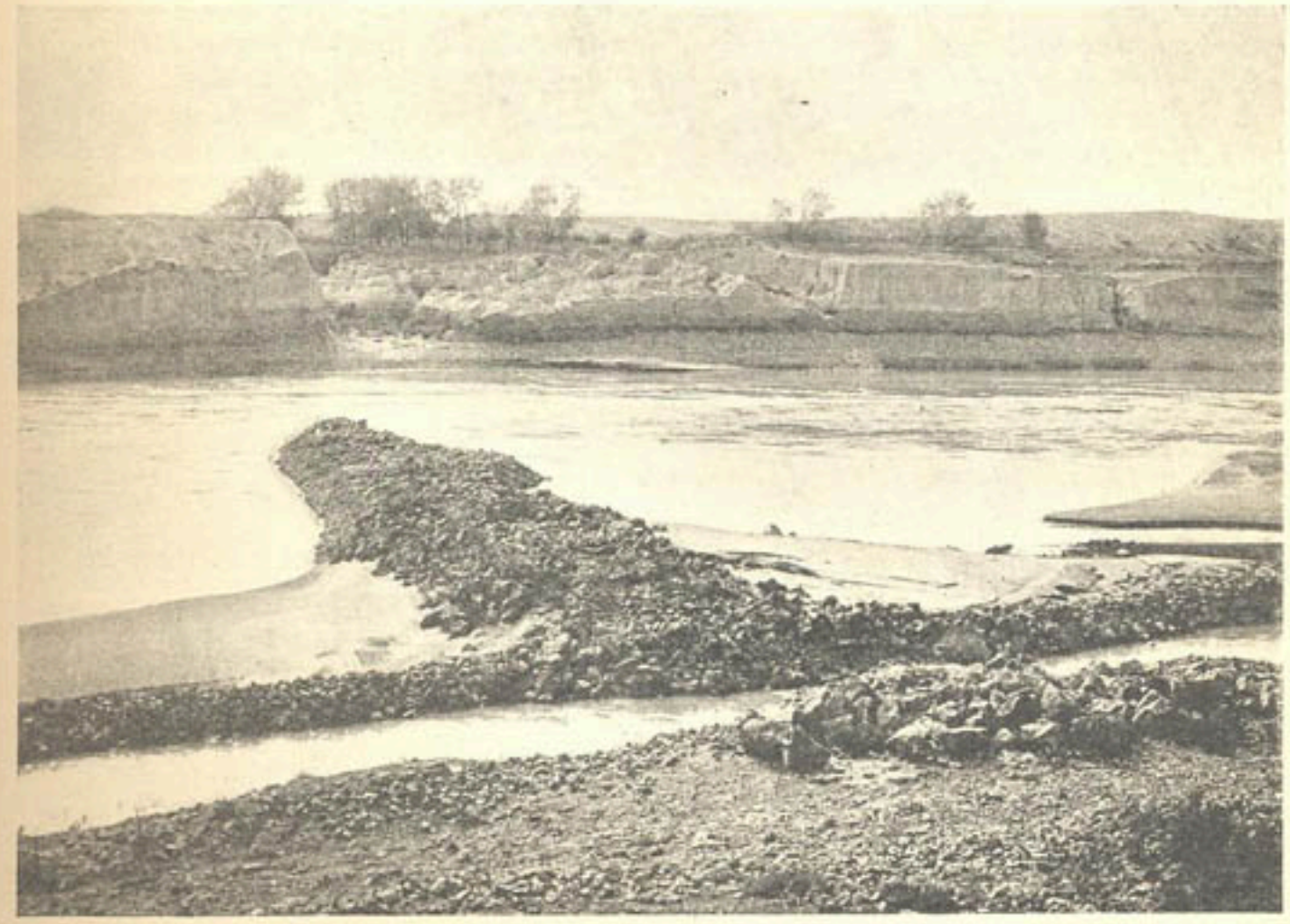


The Begovat canal. A view at the village of the same name.
Канал Беговат. Вид у селения того же названия.



Outlets of conglomerates on the Syr-Daria river left bank at the site of Golodnaya Steppe head structures (at the time when the sluice-regulator of the North canal did not exist).

Выходы конгломератов на левом берегу реки Сыр-Дарьи у места головных сооружений Голодностепской системы (до постройки существующего шлюза-регулятора).



The uncomplished „Tzar-weir" on the Syr-Daria river and the dam of the Dalverzin canal.

Незаконченная „Царь-плотина" на реке Сыр-Дарье и дамба Дальверзинского канала.

2. The reach of the canal running along the banks of the river was exposed to the danger of being hollowed, and required constant work for the strengthening of its right embankment.

3. The irrigation network was badly arranged and required for its feeding artificial backing up of the water in the main canal, which encouraged its rapid silting.

**The concentration of the irrigation work in the hands of the Government and the irrigation work of the north-eastern part.**

With the opening of the traffic on the Central Asiatic railway, the idea of developing irrigation in the Golodnaya Steppe by the government means became still stronger.

In connection with this there were begun governmental investigations both for ascertaining the area possible to be irrigated by the constructed Nicholas the I canal and for working out a wider project of the irrigation of the whole north-eastern part of the Golodnaya Steppe.

As the result of all these investigations it was ascertained that under present conditions, Nicholas the I canal could irrigate not more than 7,600 hectares and for this there would be required rather large yearly expenses, and the laying out of the necessary additional network, the cost of which was estimated at 185,000 roubles.

On a line with these preliminary suppositions of regulating the irrigation on an area of about 7,600 hectares there was formed a general irrigation project of 49,000 hectares in the north-eastern part of the Golodnaya Steppe and both projects were entered for the final dicision of the Interservice Committee for the examination of the irrigation projets in Turkestan.

At the same time, the chief of Turkestan pointed out the necessity for this country of a possibly quicker instillation of Russian colonists, offering at the same time to commence the realization of both projects, taking the necessary sums for this from the released credits on the construction of Uch-Kurgan aryk, which construction remained unachieved.

However the Interservice Committee of the Department of Agriculture did not altogether agree with this offer, finding that the project of irrigating 7,600 hectares by means of enlarging the canals, laid out by the grand duke, is covered by a wider project, providing for the irrigation of 49,000 hectares of the same region and therefore it is unproductive, and so suggested the unification of both projects, rejecting the independent irrigation of a district of 7,600 hectares outside the general project for all areas proposed for irrigation at the Golodnaya Steppe. The Ministery of Finance fully agreeing with these suggestions, it was decided at last to maintain by temporary repairs the Nicholas the I canal only, and to start the construction of a new independent canal for the future irrigation of the Golodnaya Steppe.

On the 7-th of February 1900 this decision of the Interservice Committee was approved of and confirmed, and for the construction of the new canal a credit of $2^1/_4$ million roubles was allotted.

At the same time, in December 1899 was realized the passing over to the State of all the irrigation structures achieved by the grand duke, with the replacement of the expenses to the amount of 340,000 roubles.

New canal construction works were commenced in 1900, but owing to the absence of a good worked out plan and the insufficient amount of yearly assignments, the construction was slowly advancing.

During that time new investigations had to be made and in result of these in 1909 there was worked out a final project of a new irrigation system.

The principal features of this project consisted in main canal run along the left bank of the Syr-Daria river from the Zaporojie to the Konnoguardeisky village, where the canal divided into two branches: the Right branch, deviating on a parallel with the current of the river to the North-West and irrigating an area of about 30,500 gross hectares and the Left branch wending its way to cross the railway line along the channel of the Nicholas the I canal and then turning to the North-West. The area designed to be irrigated by the Left branch was about 58,000 hectares, so the region irrigated by the new canal reached 88,500 hectares, whereas the irrigation area was estimated at 49,000 hectares and, in time of lower irrigation water requirement foreseen in future, it could be brought up to 71,000 hectares; the ramaining 17,500 hectares consisted of roads, unusable lands etc.

в северо-восточной части Голодной Степи и оба проекта были внесены на заключение междуведомственной комиссии по рассмотрению проектов орошения земель в Туркестанском крае.

При этом туркестанский генерал-губернатор, указывая на необходимость для края возможно скорого водворения русских поселенцев, предлагал одновременно приступить к осуществлению обоих проектов, взяв необходимые для этого суммы из освободившегося строительного кредита по устройству неоконченного Уч-Курганского арыка.

Однако, междуведомственная комиссия при Министерстве Земледелия не вполне согласилась с этим предложением, находя, что проект орошения 7.600 гектар посредством разработки каналов, предложенных великим князем, покрывается проектом более широким, составленным для орошения в той же местности 49.000 гектар, а потому является непроизводительным, и высказалась за объединение обоих проектов, отклонив самостоятельное орошение участка в 7.600 гектар вне общего проекта для всей намеченной к орошению площади Голодной Степи. С такой постановкой дела вполне согласилось Министерство Финансов и в конце концов было решено лишь временно поддерживать ремонтом канал Николая I, а для будущего орошения Голодной Степи приступить к устройству нового самостоятельного канала.

7-го февраля 1900 года такое постановление междуведомственной комиссией было одобрено и утверждено и на постройку нового канала отпущен кредит в $2^1/_4$ милл. рублей.

Одновременно с этим, в декабре 1899 года был осуществлен и переход в казну всей ирригационной системы канала Николая I, устроенной великим князем, с возмещением понесенных им издержек в размере 340.000 рублей.

К работам по постройке нового канала было приступлено в 1900 году, но, вследствие отсутствия хорошо разработанного проекта и недостаточного размера ежегодных ассигнований, постройка затянулась.

За это время пришлось произвести новые изыскания и в результате их в 1909 году был выработан окончательный проект новой оросительной системы.

В основных чертах проект этот заключался в проведении магистрального канала по левому берегу р. Сыр-Дарьи от поселка Запорожского до пос. Конногвардейского, где канал разделялся на две ветви: правую, отходящую параллельно течению реки на северо-запад и орошающую площадь приблизительно в 30.500 валовых гектар, и левую, направляющуюся на пересечение с железной дорогой по руслу канала Николая I, а затем поворачивающую на северо-запад. Площадь, отводимая левой ветви, составляла приблизительно 58.000 гектар и, таким образом, район орошения нового канала достигал 88.500 гектар, причем орошаемая площадь исчислялась в 49.000 гектар, а при предвидимом в будущем понижении количества потребной для орошения воды — могла быть доведена до 71.000 гектар; остальные же 17.500 гектар составляли неудобные земли, дороги и пр.

1-го июня 1911 года этот проект был утвержден и, затем, немедленно приступлено было к окончанию начатых в 1900 году работ, которые за 10 лет производства их выразились в прорытии русла канала на протяжении в 35 километров.

Новые работы пошли гораздо быстрее. Они были сданы с подряда крупному контрагенту казны, велись более усовершенствованными приемами и при достаточном числе рабочих, в результате чего 5-го октября 1913 г. оказалось возможным открыть магистральный канал, наименованный Романовским, и пустить воду в Степь на расстояние около 100 километров.

Таким образом, первое крупное дело русского государственного строительства в области орошения в Средней Азии было осуществлено, и после этого оставалось урегулировать систему канала Николая I и закончить мелкую сеть на предположенной к орошению площади.

За время постройки новой магистрали, роль канала Николая I существенно изменилась. Предположенная поддержка его текущим ремонтом на практике оказалась недостаточной, и, так как канал этот до 1913 года являлся единственным оросителем Степи, необходимо было значительно переустроить его, что и было исполнено в 1911 году. После этого на месте возникла мысль сохранить за этим каналом самостоятельное существование, отведя ему под орошение площадь в 16—20 тысяч гектар, расположенную отчасти в Степи, отчасти в тугаях, к востоку от района орошения Правой ветви магистрального канала.

On June the I-st, 1911, this project was approved; immediately afterwards they started to finish the work begun in 1900, which work during its ten years execution, consisted of canal digging on a stretch of 35.5 kilometers.

New works advanced much quicker. A contract was awarded to a bid's man of importance and the works were conducted by more improved methods with a sufficient number of workers, in result of which it was possible to open on the 5-th of October 1913 the main canal, called the Romanov canal, and to let water into the Steppe on a distance of about 100 kilometers.

So the first great enterprise of the Russian Government engineering in the line of irrigating Central Asia was realized and after that there were left only the regulation of the system of the Nicholas the I canal and the finishing of the ditch network on the area proposed for irrigation.

During the time of constructing the main canal the role of the Nicholas the I canal had greatly changed.

Its maintainance by current repair proved insufficient in practice and as this canal was the only source of supply of the Steppe up to 1913, its complete reconstruction was necessary, this being fulfilled in 1911. After this there arose the idea of keeping an independent existence for this canal giving it at area of 16—20 thousand hectares for irrigation, partly situated in the Steppe and partly in the tugai, to the East of the irrigated region of the right branch of the main canal.

When working out a suitable project, it appeared however that it would be more expedient and economical to convert the Nicholas the I canal into a branch of the newly constructed main canal with an increase of the latter's capacity and by that annulling the existing independent head works of the Nicholas the I canal.

After clearing up the question from all sides, the given variant was put at the basis of the project for the final reconstruction of the Nicholas the I canal. This project was entered in the State Duma on the 27-th February 1914, with a demand for credit of 1,230,000 roubles, but met with opposition from the Budget Committee, which found it necessary to temporarily keep the independent head of the Nicholas the I canal and to delay its final reconstruction until the general reconstruction of the main canal in connection with the widening of it, for the proposed irrigation of the whole northern part of the Golodnaya Steppe.

**The problem of irrigating the whole Golodnaya Steppe.**

Finishing on this the synopsis of the beginning of irrigation in the Golodnaya Steppe and giving further a more detailed description of the system of the new main canal (called „the North" at the present time) from the laying of which the Golodnaya Steppe received an important state significance and occupied a suitable honorable place among other cotton production districts of the Union, it is necessary to note that by the named measures the first period of the enterprise beginning of the Golodnaya Steppe irrigation was concluded, characterized by all the projects being planned without sufficiently thought out scheme of irrigation and colonization of the whole Steppe and without making sufficiently detailed researches and investigations but providing irrigation for separate parts of the Steppe only.

From 1911 the problem of the Golodnaya Steppe irrigation received a new direction as it was found necessary not to be limited by the examination of the irrigation planned for separate parts, but to design a general scheme of irrigating the whole Steppe, an area over 550,000 hectares after which to work out in detail the first turn irrigation in accord with the adopted scheme.

In connection with this several schemes of irrigation of the whole Steppe were presented to the attention of the Reclamation Department of the Ministry of Agriculture suggesting the diversion of the water from the river by means of constructing a weir at different points of the river near the village Kaznak, and differring from each other also by the way of irrigating the north-western part (by utilizing the above mentioned Romanov sluice and canal).

These schemes are as follows:

1. the S. P. Maximov scheme for irrigating the whole of the Golodnaya Steppe (autumn 1910);

2. the S. F. Ostrovsky and G. C. Riesenkampf scheme for irrigating the whole of the Golodnaya Steppe (the end of 1911 — beginning of 1912);

При выработке соответствующего проекта оказалось, однако, что более целесообразным и экономным явилось бы превращение канала Николая I в отвод вновь сооружаемой магистрали с соответствующим увеличением пропускной способности последней и с упразднением, таким образом, существующего самостоятельного головного сооружения канала Николая I.

После всестороннего выяснения этого вопроса, означенный вариант и был положен в основание проекта окончательного переустройства канала Николая I. Проект этот 27 февраля 1914 года был внесен в Государственную Думу с исходатайствованием кредита в размере 1.230.000 рублей, но встретил возражения со стороны бюджетной комиссии, которая нашла нужным временно сохранить самостоятельную голову канала Николая I, а окончательное переустройство его отложить до общего переустройства магистрального канала в связи с расширением его для предположенного орошения всей северной части Голодной Степи.

**Постановка проблемы орошения всей Голодной Степи.**

Заканчивая на этом общий обзор истории возникновения орошения в Голодной Степи и давая в дальнейшем более подробное описание системы нового магистрального канала, именуемого в настоящее время Северным, с проведением которого Голодная Степь получила важное государственное значение и заняла подобающее место среди других производительных хлопковых районов Союза, необходимо отметить, что перечисленными мероприятиями был завершен первый период начинаний по орошению Голодной Степи, характеризующийся тем, что все проекты составлялись без достаточно хорошо продуманной схемы орошения и заселения всей Степи и без производства достаточно подробных изысканий и исследований, касаясь обводнения лишь отдельных частей Степи.

С 1911 г. проблема орошения Голодной Степи получает новое направление, так как было признано необходимым, не ограничиваясь рассмотрением предположений об орошении отдельных частей Степи, составить общую схему орошения всей Степи площадью свыше 550.000 гектар, а затем уже по принятой схеме разработать подробный проект орошения первой очереди.

В связи с этим было предложено вниманию Отдела Земельных Улучшений Министерства Земледелия несколько схем орошения всей Степи, проектирующих захват воды из реки путем устройства плотины в разных пунктах вблизи кишлака Казнак и отличающихся друг от друга также способами орошения северо-западной части (способами использования б. Романовского шлюза и канала). К таковым относятся:

1. схема С. П. Максимова об орошении всей Голодной Степи (осень 1910 г.);
2. схема С. Ф. Островского и Г. К. Ризенкампфа об орошении всей Голодной Степи (конец 1911 — начало 1912 г.);
3. схема Ф. П. Моргуненкова об орошении всей Голодной Степи (начало 1912 г.).

Главным недостатком перечисленных схем являлось то обстоятельство, что все они базировались на данных старых изысканий (1898—1899 г.г.), так как еще не было возможности использовать новые материалы более поздних изысканий. Последние были организованы в 1911 году и продолжались с той или иной интенсивностью до 1916 г.

Весною 1914 года Отделу Земельных Улучшений была представлена инженером Г. К. Ризенкампфом схема орошения всей Голодной и Дальверзинской Степей, по которой предполагалось устройство головного узла на реке у кишлака Беговат.

После тщательного рассмотрения всех представленных схем, Отдел Земельных Улучшений остановился на Беговатской схеме Г. К. Ризенкампфа. Беговатская схема предусматривала сооружение на р. Сыр-Дарье, непосредственно ниже существующего Романовского шлюза, разборчатой плотины с подпорной отметкой 300,41 метр. (140,80 саж.).

На правом берегу к плотине должен был примыкать Дальверзинский регулятор и канал с пропускной способностью $Q = 28$ *м³/с.* для орошения валовой площади около 44.000 гектар в Дальверзинский Степи, а на левом — существующий б. Романовский шлюз. Последний, а также и б. Романовский канал предполагалось переустроить для пропуска расхода в 199 *куб. метр. в сек.*, необходимого для орошения всей северной части Голодной Степи площадью 280.000 валовых гектар, из которых 89.000 гектар падали на район существующего орошения в северо-восточной части Степи.

Для орошения же центральной части Голодной Степи намечалось сооружение, приблизительно в 380 метрах выше существующего шлюза, Центрального Голодностепского регулятора для пропуска расхода $Q = 274$ *м³/с.*, в целях самотечного орошения площади в 286.000 валовых гектар в центральной части Степи и машинного орошения

3. the Ph. K. Morgunenkov scheme for irrigating the whole of the Golodnaya Steppe (the beginning of 1912).

The chief defect of the above given projects was the fact, that they were all based on the data of the old surveys (of the years 1898—1899), as so far, it was impossible to utilize the new material of the new investigations. The last were organized in 1911 and with more or less intensiveness continued up to 1916.

In the spring of 1914 engineer Riesenkampf proposed to the Reclamation Department a scheme for irrigating the whole of the Golodnaya and Dalverzin Steppes, by which scheme the construction of the head works at the Begovat village was proposed.

After a detailed study of all the schemes the Reclamation Department approved the Begovat scheme of G. C. Riesenkampf. The Begovat scheme contemplated the construction on the Syr-Daria river (immediately below the existing Romanov sluice) a folding shutter weir, with the head water level at 300,41 meters (140.80 sagenes).

The Dalverzin head sluice and canal should be located close to the weir on the right bank, the canal capacity being 28 cubic meters per second designed to irrigate an area of about 44,000 gross hectares in the Dalverzin Steppe; whereas on the left bank the existing former Romanov head sluice and canal were intended to be reconstructed to a capacity of 199 cubic meters per second required for the irrigation of the whole area of the northern part of the Golodnaya Steppe, totaling 280,000 gross hectares out of which 89,000 gross hectares belong to the region of the existing irrigation in the north-eastern part.

For the irrigation of the central part of the Golodnaya Steppe there was in view to construct, about 380 meters above the existing sluice, a central Golodnaya Steppe (head sluice) regulator with carrying capacity 274 cu. meters per second, being able to irrigate by gravity flow an area of 286,000 gross hectares in the central part of the Golodnaya Steppe and by pumping an area of 63,800 gross hectares in the southern part of the Golodnaya Steppe, for which purpose the construction of two electric pumping stations, one at the 10-th and the other at the 11-th kilometer of the Central canal was planned, the electric power being transmitted from hydro-electric plant proposed at the 37-th kilometer station of the reconstructed Romanov canal.

The above given scheme provided for the irrigation of the whole of the Golodnaya Steppe totaling 540,800 gross hectares to be realized in 4 turns as follows:

In the first turn—the irrigation of the North-Western part, totaling 191,000 gross hectares.

In the second turn—the irrigation of the Central part, totaling 286,000 gross hectares.

In the third turn—the irrigation of the lower strip, of pumping-irrigation region in the Southern part, totaling 37,400 hectares.

In the fourth turn—the irrigation of the upper strip, of the pumping-irrigation region in the Southern part, totaling 26,400 hectares.

This scheme was examined in 1915 together with the project of the head works and main canals, and met with the full approval of a special expert committee, later examined and accepted by the Technical Committee of the Reclamation Department of the Ministry ot Agriculture („Journal of the Technical Committee of the Reclamation Department", № 1378 of June 13-the 1915).

The conclusion of the Expert Committee was as follows: „The Committee at the sittings from the 10-th of February to the 11-th of March 1914 after getting detailedly acquainted with the data on the Golodnaya and Dalverzin Steppes collected by the investigation parties (such as topography, soil, climate etc.), with the regime of the Syr-Daria river, as well as with the different existing projects of the general utilization of the Syr-Daria river for irrigation and after a detailed discussion of the different proposed variants of the Golodnaya Steppe irrigation, acknowledged the scheme of the Golodnaya and Dalverzin Steppes irrigation, proposed by the author of this project, to be the most expedient one, both from the technical and economic standpoint. and come to the following conclusions:

„1. To acknowledge it necessary that a detailed project of the Golodnaya Steppe irrigation should be based on the following scheme:

63.800 валовых гектар в южной части Голодной Степи; для машинного орошения предположено было соорудить две электро-насосных станции на 10-м и 11-м километрах Центрального канала, с получением энергии от гидроэлектрической станции, намеченной на 37-м пикете переустраиваемого Романовского канала.

Орошение всех 540.800 валовых гектар новых земель в Голодной Степи по указанной схеме предположено было осуществить в 4 очереди, а именно:

| | | |
|---|---|---|
| В первую очередь — орошение Северо-Западной части . | 191.000 | гект. |
| Во вторую очередь — орошение Центральной части . . | 286.000 | „ |
| В третью очередь — орошение нижней полосы машинного орошения Южной части . . . . . | 37.400 | „ |
| В четвертую очередь — орошение верхней полосы машинного орошения Южной части . . . . . | 26.400 | „ |

Эта схема вместе с проектом головных сооружений и главных каналов была рассмотрена в 1915 году и полностью одобрена специальной экспертной комиссией, а затем рассмотрена и утверждена Техническим Комитетом Отдела Земельных Улучшений Министерства Земледелия (см. Журнал Технического Комитета при Отделе Земельных Улучшений за № 1378 от 13 июня 1915 г.).

Заключение экспертной комиссии было нижеследующее: „Комиссия в заседаниях с 10 февраля по 11 марта 1914 г., детально ознакомившись с собранными изыскательными партиями данными по Голодной и Дальверзинской Степям (как-то: топографическими, почвенными, климатическими и др.), с режимом р. Сыр-Дарьи, а также с различными существующими проектными предположениями по общему использованию р. Сыр-Дарьи в целях орошения и подробно обсудивши различные намечавшиеся варианты орошения Голодной Степи, признала предложенную составителем проекта схему орошения Голодной и Дальверзинской Степей наиболее целесообразной, как в техническом, так и в экономическом отношении и пришла к нижеследующим заключениям:

„I. Признать необходимым, чтобы детальное проектирование орошения Голодной Степи имело в своем основании нижеследующую схему:

„Непосредственно ниже Романовского шлюза в русле реки Сыр-Дарьи устраивается разборчатая плотина, подпирающая горизонт воды до отметки около 140.80. На правом берегу к плотине непосредственно примыкают Дальверзинский регулятор и канал с расходом максимум 3 *куб. саж./сек.* Существующие Романовский шлюз и Романовский канал приспособляются к пропуску всего расхода воды, необходимого для орошения всей Северной части Голодной Степи (около 20,5 *куб. саж./сек.*). Для орошения Центральной части Голодной Степи на левом берегу устраивается, приблизительно в 150 саж. выше Романовского шлюза, особый Центральный Голодностепский регулятор (шлюз), пропускающий до 28,2 *куб. саж./сек.* воды. От Центрального регулятора между железной дорогой и обрывом киата идет Центральный канал для орошения около 260.000 валовых десятин земли Центральной части самотеком и около 60.000 дес. Южной части Голодной Степи; последняя орошается посредством механического подъема воды, для чего в начальной части Центрального канала устраиваются насосные станции, подающие воду в количестве свыше 5 *куб. саж./сек.* в особые машинные каналы. Таким образом, из всего забираемого каналом из реки расхода около 23 *куб. саж./сек.* идут на самотечное орошение Центральной части Голодной Степи и свыше 5 *куб. саж./сек.* на машинное орошение Южной части Голодной Степи.

„Энергия для насосных станций передается с гидроэлектрической станции, устраиваемой около 37 пикета нынешнего Романовского канала.

„В первую очередь орошения включается северо-западная часть Голодной Степи, площадью около 175.000 десятин.

„II. Признать вполне рациональным предложенное составителем проекта оставление резервов внутри каждого хозяйства, находя нецелесообразным оставление внешних резервов.

„III. Признать, что положенный в основание проекта гидромодуль вполне соответствует имеющимся в настоящее время данным и разработан целесообразно, применительно к местным условиям.

„IV. Признать правильным исчисление площади, пригодной для орошения земли в Северной части Голодной Степи, в размере 256.000 дес., определенных инструментальной съемкой и являющихся, по утверждению почвоведа-агронома Димо, за исключением

„Immediately lower than the existing Romanov sluice across the Syr-Daria river a folding shutter weir is to be designed backing the water to the elevation of about 300.41 R. L. On the right bank the Dalverzin (head sluice) regulator and canal with a maximum carrying capacity of 29 cubic meters per second adjoin directly to the weir. The existing Romanov sluice and Romanov canal are fitted for letting through all the discharge required to irrigate the whole of the North part of the Golodnaya Steppe (about 200 cubic meters per second). A separate Central Golodnaya Steppe head-sluice, with a carrying capacity of 274 cu. meters per second is provided on the left bank, 300 meters above the Romanov head sluice, intending to irrigate the Central part of the Golodnaya Steppe. From the Central (head sluice) regulator between the railway line and the „Kyat" (escarpment of the Steppe) passes the Central canal for the irrigation of about 284,000 gross hectares of land of the Central part of the Golodnaya Steppe by gravity flow, and about 65,000 hectares of the Southern part of the Golodnaya Steppe; the latter is irrigated by water pumping, for which pumping stations were provided at the beginning of the Central canal for water lifting over 49 cubic meters per second into special lift irrigation canals. So, out of the whole discharge diverted from the river into canals, about 225 cubic meters per second are used to irrigate the Central part of the Golodnaya Steppe by gravity flow and about 49 cubic meters per second are used for above mentioned lift irrigation in the Southern part of the Golodnaya Steppe.

„The power for the pumping stations is transmitted from the hydroelectric plant projected at the 40-th kilometer station of the present Romanov canal.

„The North-Western part of the Golodnaya Steppe (an area of about 191,000 hectares) is included into first turn irrigation.

„II. To acknowledge the designer's proposal to leave the reserves inside of each of the holdings as quite rational, not finding it expedient to leave outer reserves.

„III. To acknowledge the duty of water put at the basis of the project, as quite answering to the present day data, and is expediently worked out in correposponding with local conditions.

„IV. To acknowledge as right the estimation of land area suitable for irrigation in the Northern part of the Golodnaya Steppe, totaling 279,000 hectares defined by instrumental survey and being by the assertion of the soil-agronomist Dimo with the exception of a small number of mounds at the boundary of Kizil-Kum and „solonchak" in the North-Eastern part of the Golodnaya Steppe, as perfectly fit land.

„V. To acknowledge the 50 per cent water losses in the irrigation system from the head works to the irrigated fields accepted in the project not exaggerated and based on data on this question available.

„VI. To acknowledge the proposed by the author of the project types of weir with Stoney gates and scour escapes at the banks, and also the types of head works as being quite rational and securing a safe irrigation both for the Dalverzin Steppe and for the Northern and the Central parts of the Golodnaya Steppe; it is recomended in detailed planning to lower the apron of the Dalverzin scouring sluice to the level of the second spillways and to found it on the conglomerate underlaying the gravel.

„VII. To acknowledge that the weir designed by flooding the Begovat rapids, will make the Syr-Daria river navigable in its stretches above the weir, impeded by cataracts at the present time; to acknowledge also that the accepted scheme of the weir layout connected with the head works in case of the Syr-Daria river being controlled for navigation, will not require in future unprofitable expenditures to provide the passage of ships from the head-water to the tail-water as the ship passage could be provided through a special derivation canal. Therefore at the present time provision of a special section in the central part of the weir, designed for future construction of a navigation sluice, the Committee found inexpedient.

„VIII. To acknowledge that the accepted location and type of weir and head works will in future, after the discharge of the Syr-Daria river has been controlled by means of reservoirs, fully allow of a rational utilization (if needed) of the energy of water, which has to pass through the weir, and this without any unprofitable expense.

небольшого количества холмов на границе Кызыл-Кумов и солончаков в Северо-Восточной части Голодной Степи, идеально пригодной землей.

„V. Признать принятую в проекте потерю воды в ирригационной системе от головного сооружения до полей орошения, в размере 50%, непреувеличенной и основанной на имеющихся по этому вопросу данных.

„VI. Признать предложенные составителем проекта типы плотины со щитами Стонея и промывными пролетами у берегов, а также и головных сооружений, вполне целесообразными и обеспечивающими надежное орошение как Дальверзинской Степи, так и Северной и Центральной частей Голодной Степи с тем, чтобы при детальном проектировании флютбет Дальверзинского промывного шлюза был понижен до уровня флютбетов вторых водосливных отверстий и флютбет всюду был заложен на подстилающем гальку конгломерате.

„VII. Признать, что проектируемая плотина, затопляя Беговатские пороги, сделает р. Сыр-Дарью выше плотины, в ныне порожистой ее части, судоходной и принятая схема расположения плотины в связи с головными сооружениями каналов не потребует в будущем, в случае приведения р. Сыр-Дарьи в судоходное состояние, непроизводительных затрат на устройство пропуска судов из подпертого бьефа в нижний за плотиной, так как судовой ход возможно будет устроить в специальном деривационном канале. Посему в настоящее время устройство специального пролета в средней части плотины, для помещения в нее впоследствии судоходного шлюза, Комиссия нашла нецелесообразным.

„VIII. Признать, что принятые расположение и тип плотины и головных сооружений вполне позволят в будущем, после регулирования расходов р. Сыр-Дарьи посредством водохранилищ, в случае потребности в энергии, без непроизводительных затрат рационально использовать энергию воды, имеющей быть пропущенной через плотину.

„IX. Признать, что представленная Комиссии схема головных сооружений Дальверзинского, Северного и Центрального Голодностепских каналов в достаточной степени обеспечивает каналы от занесения их наносами крупных фракций.

„X. Признать необходимым разработать в детальном проекте возможно полное использование гидравлической энергии в Северном Голодностепском канале на перепаде, при выходе из глубокой выемки, с соответствующим приспособлением существующих сооружений в головной части канала.

„XI. Признать необходимым при проектировании Беговатской гидроэлектрической станции предвидеть устройство сбросного шлюза со сбросным каналом в р. Сыр-Дарью для промывки возможных отложений наносов в верхнем участке канала с тем, однако, чтобы осуществление этого промывного шлюза и сбросного канала было отложено до того времени, когда эксплоатация канала покажет действительную необходимость устройства этих сооружений.

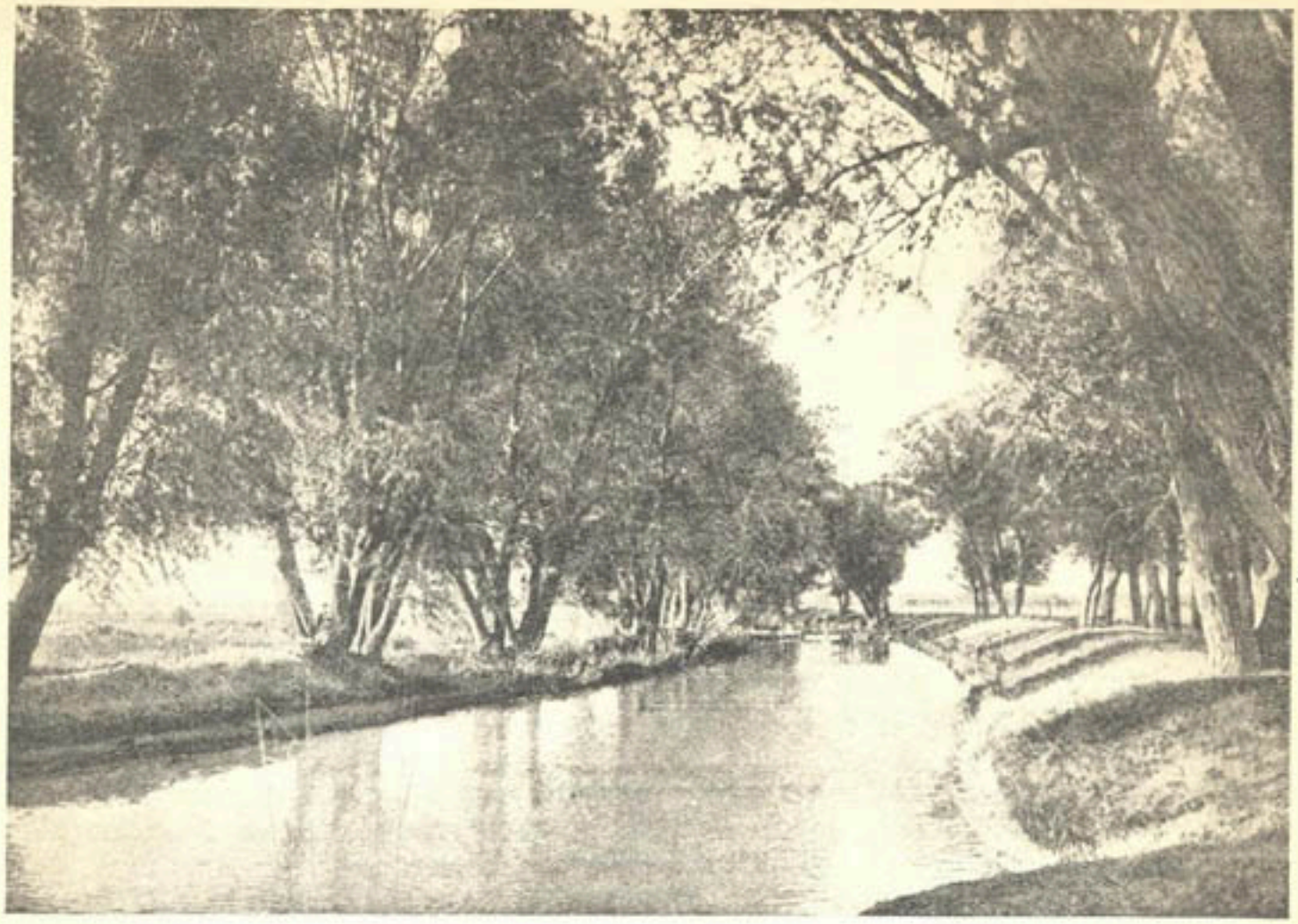
„XII. Признать вполне правильным предположенный составителем проекта принцип бетонирования дна и откосов при проектировании Северного Голодностепского канала, дающий возможность, при наименьших затратах по приспособлению существующего канала к пропуску около 20 *куб. саж./сек.*, сберечь обычно теряющуюся на фильтрацию воду и обеспечивающий, благодаря большим допускаемым скоростям, холостую часть канала от занесения наносами и, таким образом, от обычно больших эксплоатационных расходов. При проектировании бетонированного канала принять боковые откосы в верхней половине 1 : 1, а в нижней 2 : 1, при толщине слоя бетона от 6 до 4 дюймов.

„XIII. Предположенные составителем проекта в некоторой части Северного канала большие глубины, доходящие до 14 фут., признать допустимыми при условии соблюдения тех мер, которые предусмотрены в предварительном проекте.

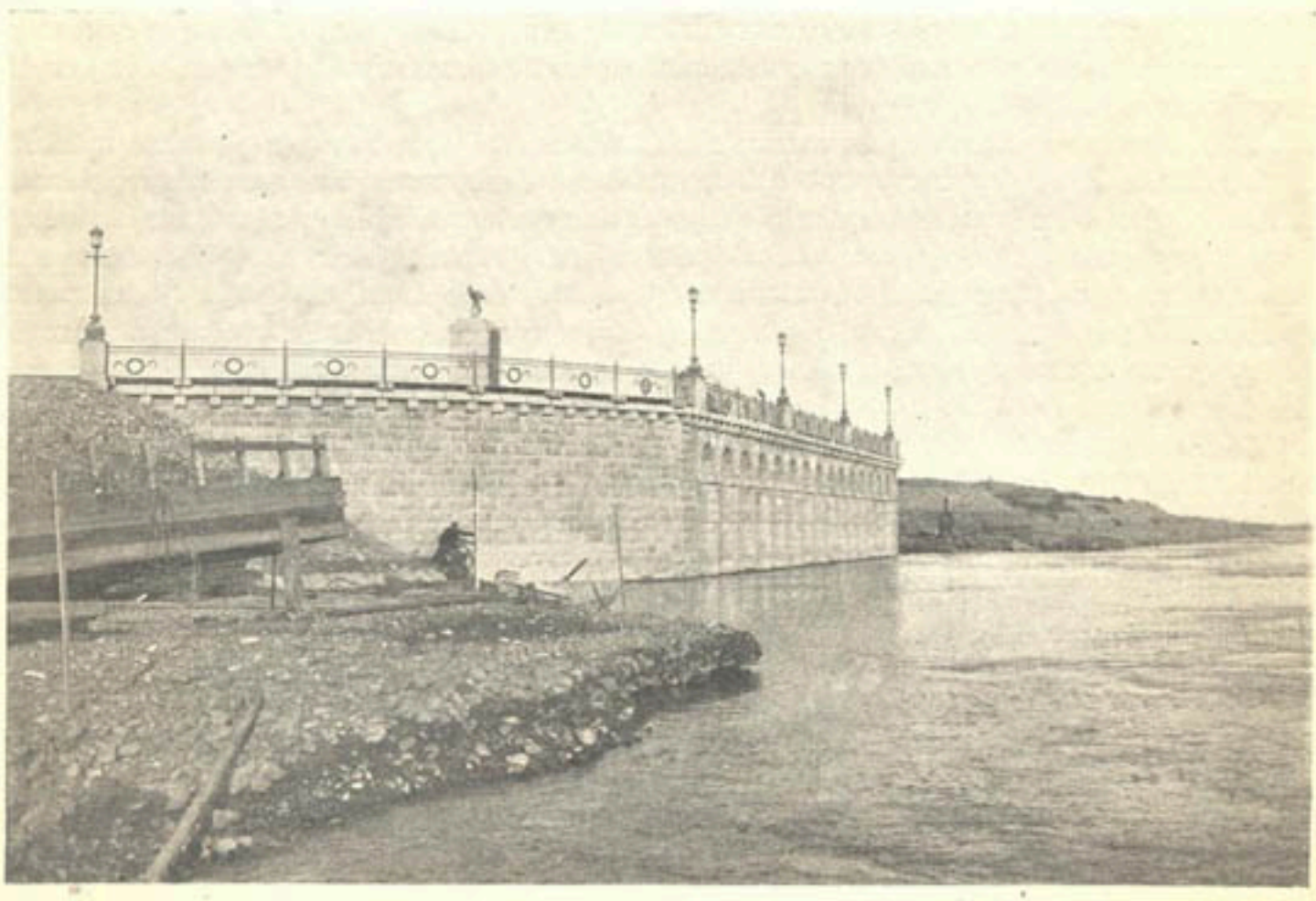
„XIV. Признать необходимым предвидеть устройство у Конногвардейского поселка перед входом канала в зону своего орошения сбросного шлюза и канала в р. Сыр-Дарью, с пропускной способностью до 18 *куб. саж./сек.*

„XV. Признать необходимой разработку возбужденного составителем проекта вопроса об устройстве у Конногвардейского поселка гидроэлектрической станции для утилизации энергии воды, которая будет сбрасываться осенью, зимой и весной из Северного Голодностепского канала в р. Сыр-Дарью в будущем, после урегулирования расходов р. Сыр-Дарьи работой водохранилища и по появлении спроса на энергию, которого не сможет удовлетворить Беговатская станция.

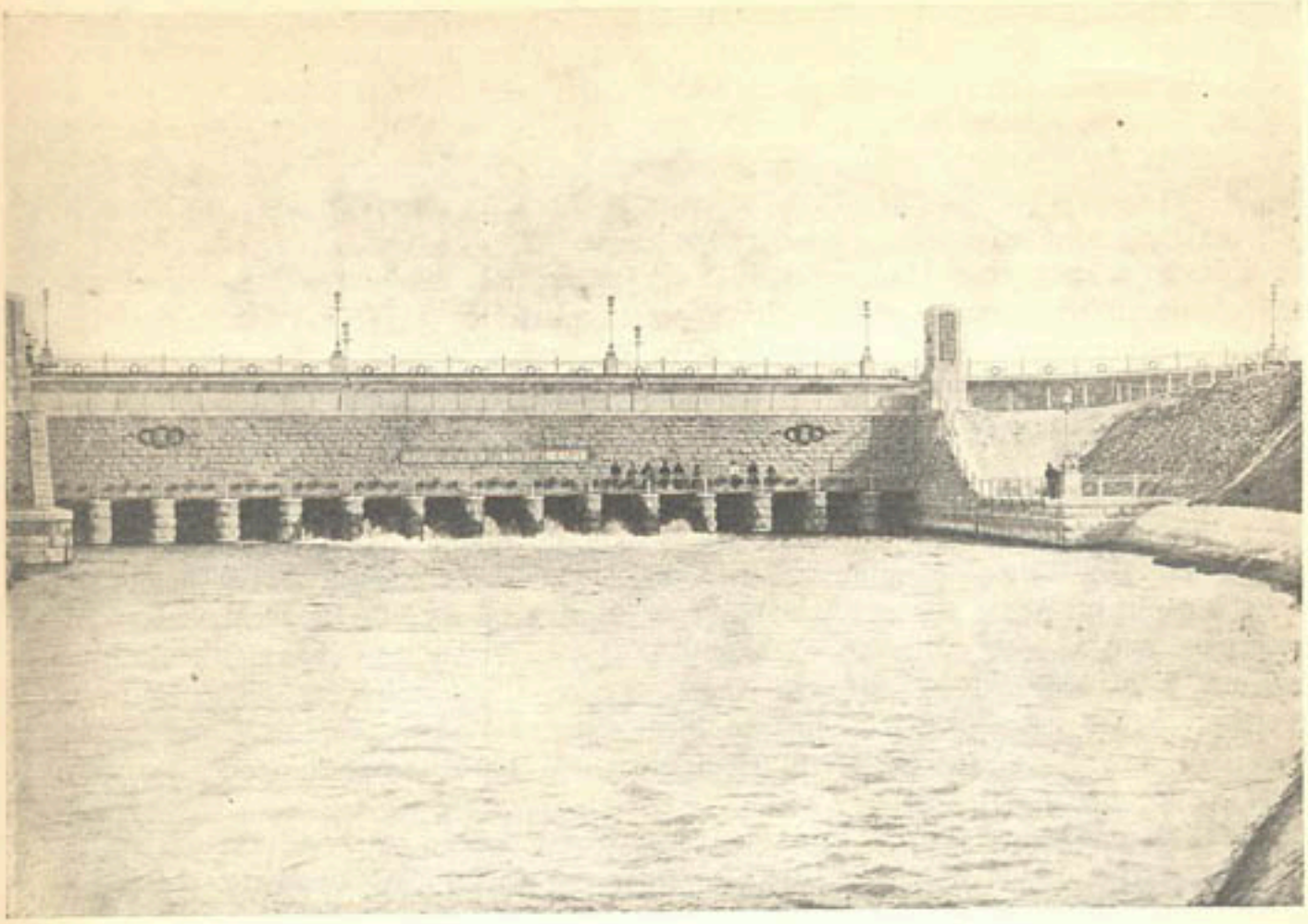
„XVI. Признать правильным, принятое при разработке предварительной схемы, положение, что затрачивать средства на устройство глубокого сбросного канала, сосредото-



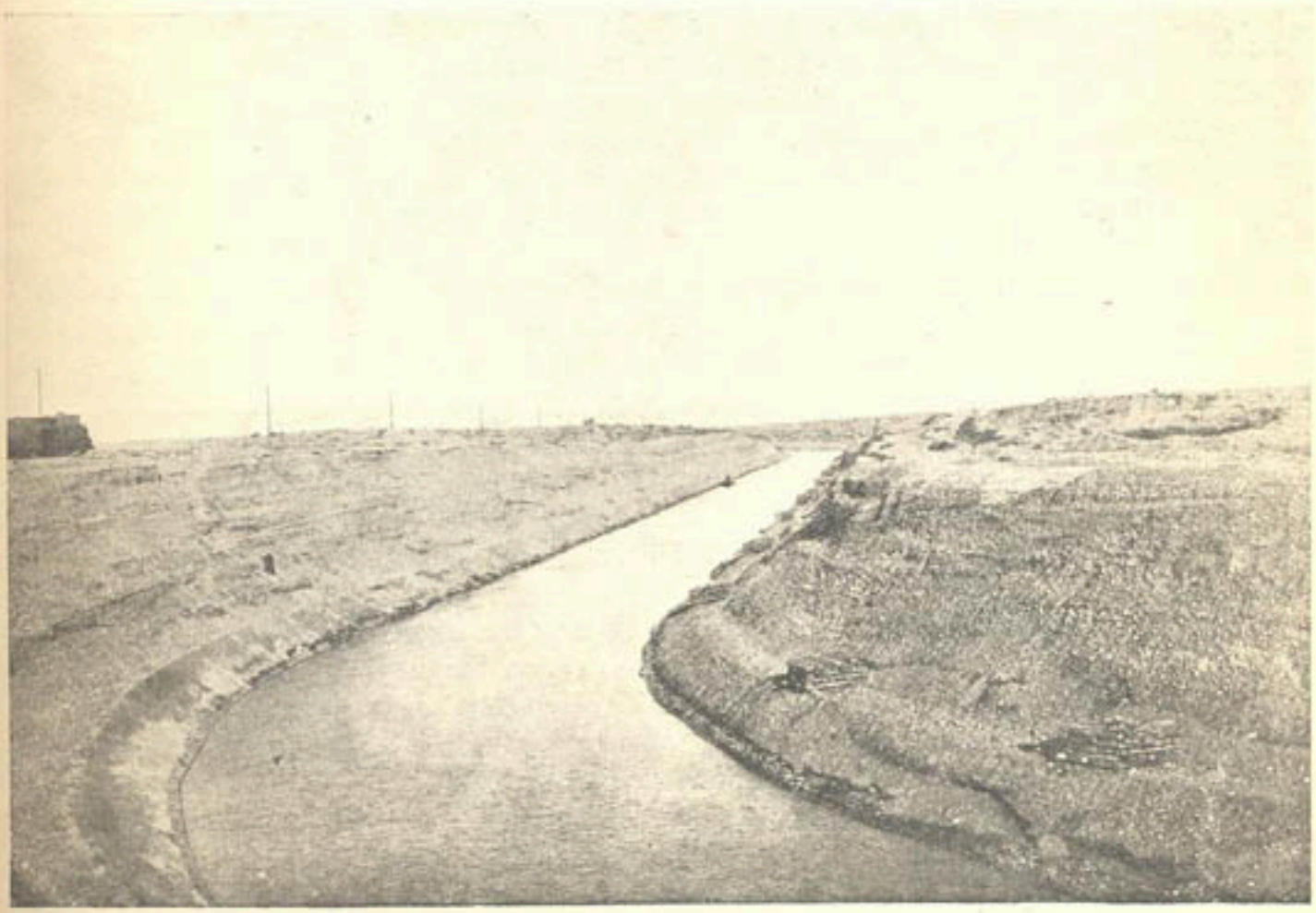
The Begovat canal. A view near the Nikolsky village.
Канал Беговат. Вид вблизи селения Никольского.



The North canal. The head sluice. A view from the Syr-Daria river.
Северный канал. Головной шлюз. Вид со стороны реки Сыр-Дарьи.



The North canal. The head sluice looking upstream.
Северный канал. Головной шлюз. Вид с низовой стороны.



The North canal. The 1-st kilometer of the diversion part.
Северный канал. 1-ый километр холостой части.

„IX. To acknowledge that the scheme of the head works of the Dalverzin, Northern and Central Golodnaya Steppe canals presented to the Committee, sufficiently secures the canals from being silted by coarse particles.

„X. To acknowledge as indispensable the working out in the detailed project of a possible full utilization of the hydraulic energy of the Northern Golodnaya Steppe canal, at the drop below the exit out of the deep cut providing an adequate reconstruction of the existing structures at the head of the canal.

„XI. To acknowledge the necessity in projecting the Begovat water-power station, of providing a waste-sluice with a waste-canal into the Syr-Daria river, for washing down the possible silt accumulation in the upper stretch of the canal, so that the realization of this scouring sluice and waste-canal should be delayed to that time, when the exploitation of the canal shows the actual necessity of these structures been made.

„XII. To acknowledge as quite correct the principle proposed by the author, of concrete-lining the bed and sides of the Golodnaya Steppe canal, which principle enables, under conditions of minimum expenses for the adaptation of the existing canal to the capacity of about 194 cubic meters per second, to save the water usually lost by seepage and to secure due to high velocities permissible, the diversion stretch of the canal being chocked by silt, and thereby from the usually large maintainance expenses. When projecting the concrete-lined canal, to adopt the side slopes in the upper half as 1:1, and in the lower half as 2:1, the thickness of the concrete layer averaging from 6 to 4 inches.

„XIII. To acknowledge the great depths proposed by the author of the project at a certain section of the Northern canal, reaching up to 14 feet as admittable under conditions of taking those measures which are foreseen in the preliminary project.

„XIV. To acknowledge the necessity of providing a waste-sluice and canal into the Syr-Daria river with a carrying capacity up to 175 cubic meters per second at the point near Konnoguardeisky village before the entrance of the canal into the zone of its irrigation.

„XV. To acknowledge the necessity of the working out of the question (initiated by the author of the project) of providing the Konnoguardeisky village of a water-power station for the future utilization of the energy of the water which will be wasted during the autumn, winter and spring from the North Golodnaya Steppe canal into the Syr-Daria river, such utilization to take place after the control of the Syr-Daria river flow by storage reservoirs will be accomplished, when a demand for power exceeding the output of the Begovat water-power station will appear.

„XVI. To acknowledge as correct the statement accepted during the working out of the preliminary scheme that there are no reasons of spending money on the construction of a deep waste-canal, concentrating the whole of the drop at the waste-sluice, in view of the large expenses involved by constructing such waste canal immediately.

„XVII. To acknowledge the alignment of the Central canal adopted in the first main variant of the project through a deep cut is correct and to recognize it desirable to augment the carrying capacity of the Central Canal for both irrigation by gravity flow and by pumping, up to 274 cubic meters per second.

„XVIII. To acknowledge that the irrigation of the heavy alkali lands of an area of 28,180 hectares (classification VIII by the map of the soil-agronomist Dimo), must be delayed to the last turn, and that for the irrigation of this area of land it is unnecessary to provide in the project an enlargement of a carrying capacity of the Central canal.

„XIX. To acknowledge as correct and necessary the organization of a state cement factory a year prior to beginning constructions on the further irrigation of the Golodnaya Steppe, in order to lower the cost of cement to its possible minimum, taking into consideration that concrete and reinforced concrete during future progress of works projected should be the material most needed.

„XX. The examined by the Committee calculative coefficients and safe loads given in the report of the author of the project, to be acknowledged correct and permissable under conditions that in the detailed project there would be taken into consideration as much as possible the probable recent data of the hydraulic station of

чивающего весь перепад у сбросного шлюза, нет оснований в виду больших затрат, которые подобный вариант устройства сбросного канала вызвал бы в настоящее время.

XVII. Признать принятую в проекте трассу Центрального канала по первому основному варианту в глубокой выемке целесообразной и доведение пропускной способности Центрального канала, суммарно для самотечного и машинного орошения, до 28,2 *куб. саж./сек.* желательным.

XVIII. Признать, что орошение тяжелых солончаков, площадью 25.830 дес. класс. VIII по карте почвоведа Димо, должно быть отложено на последнюю очередь и что для орошения этой площади земли не нужно предвидеть в проекте увеличения пропускной способности Центрального канала.

XIX. Признать правильным и необходимым устройство казенного цементного завода за год до начала постройки по дальнейшему орошению Голодной Степи для понижения стоимости цемента до возможного минимума, принимая во внимание, что бетон и железобетон должны при будущем исполнении работ по проекту явиться наиболее распространенным материалом.

XX. Рассмотренные Комиссией по докладу составителя проекта расчетные коэффициенты и нормы для напряжений признать правильными и допустимыми с тем, чтобы при составлении подробного проекта по возможности были бы учтены могущие оказаться новые данные Гидравлической станции Гидрометрической части и с тем, чтобы, при расчете давления на диаметральную плоскость в цилиндрических цапфах и в катках и при проверке по Герцу при неплотном касании в крупных металлических конструкциях нормы напряжений были бы разработаны каждый раз отдельно в соответствии с новейшими данными практики существующих сооружений".

Технический Комитет Отдела Земельных Улучшений Министерства Земледелия, признав, что „предлагаемый составителем проекта (Г. К. Ризенкампфом) Беговатский вариант схемы орошения всей Голодной и Дальверзинской Степей, наиболее целесообразно решая вопрос об орошении упомянутых Степей, заслуживает предпочтения по сравнению с другими возможными вариантами", одобрил его. Отметка подпора Беговатской плотины была установлена Комитетом в 300,41 метр (140,80 *саж.*).

В следующих заседаниях Технического Комитета Отдела Земельных Улучшений были рассмотрены:

а) Основные задания и расчетные нормы для составления проекта орошения около 600.000 гектар в Голодной и Дальверзинской Степях (журнал № 1345, от 22 ноября 1914 г.).

б) Водные запасы источника орошения — реки Сыр-Дарьи — и проектный гидромодуль в связи с планом водного хозяйства в проектируемой системе орошения (журнал № 1377, от 18 марта и 4 апреля 1915 г.).

в) Общая проектная схема главных сооружений и работ для орошения всей Голодной и Дальверзинской Степей (журнал № 1378, от 13 июня 1915 г.).

г) Проект портланд-цементного завода для нужд будущего ирригационного строительства в Голодной Степи (журнал № 1336, от 7 мая 1915 г.).

Дальнейшее рассмотрение проекта Техническим Комитетом было прервано последующими событиями, хотя комиссией, рассматривавшей проект, были подготовлены к докладу проекты главных каналов, насосных станций, Беговатской гидроэлектрической станции, а также проекты распределительной и водосборной сетей.

В конце 1915 г. было приступлено к осуществлению проекта: было построено вспомогательное предприятие — цементный завод на ст. Хилково, вблизи проектируемых головных сооружений, и произведен заказ строительных машин. Начавшаяся революция задержала осуществление проекта.

В конце 1918 года было вновь решено уже Советским Правительством приступить к осуществлению Голодностепского проекта, но Туркестан вскоре оказался фронтом гражданской войны.

С началом восстановления промышленности, пришедшей в упадок во время гражданской войны, потребность в хлопке стала ежегодно быстро возрастать и встал снова во всей своей остроте вопрос о развитии отечественного хлопководства, а в связи с этим и вопрос об орошении новых хлопковых земель. Естественно, что Голодная Степь начала опять привлекать к себе внимание соответствующих учреждений, как объект наиболее изученный и уже рассмотренный техническими инстанциями. Осенью 1925 года Управлением Водного Хозяйства Средней Азии и Правительством Казакстана было поручено

the Hydrometrical Service in Turkestan and also under condition that all calculations of pressure on the diametric cross-section of cylindrical pins and of rollers and all estimations by formules of Hertz in case of incompact adjustment in the heavy metallic constructions should be based on safe loads evaluated individually for each case, in accordance with the latest data of practice on existing structures".

The Technical Committee of the Reclamation Department of the Ministry of Agriculture acknowledged that „the proposed by the author of the project (G. C. Riesenkampf) Begovat variant of the whole of the Golodnaya and Dalverzin Steppes irrigation scheme deserves preference in comparison with all other possible variants, as it solves the problem of the irrigation of the mentioned Steppes in a most expedient way", therefore it was approved of the Committee. The head water level of the Begowat weir was fixed by the Committee at 300.41 meters (140.80 sagenes).

In the following sittings of the Technical Committee of the Reclamation Department, were examined:

a) The principal data and the safe loads put at the base of the project designed to irrigate about 600,000 hectares in the Golodnaya and Dalverzin Steppes (Journal № 1345 of 22 November, 1914).

b) The water volumes of the source of irrigation—the Syr-Daria river—and the estimated duty of water in connection with the plan of the water economy in the projected system of irrigation (Journal № 1377 of the 18-th March and 4-th April, 1915).

c) The general project scheme of the main structures and works for the irrigation of the whole of the Golodnaya and Dalverzin Steppes (Journal № 1378 of 13-th June, 1915).

d) The project of the cement factory for the needs of future irrigation work of the Golodnaya Steppe (Journal № 1336 of 7-th May, 1915).

The further examination of the project by the Technical Committee was interrupted by the events that followed, although the projects of the main canal, pumping stations, Begovat water power station, and also the projects of the distribution and drainage networks were sufficiently prepared to be reported by the Commission examining the whole project.

At the end of 1915, the realization of the project was commenced: there was built a subsidiary enterprise, the cement factory at Khilkovo railway station near the projected head works, and the mechanical equipment for construction work was ordered.

The revolution detained the realization of the problem.

At the end of the year 1918, the Soviet Government again decided to begin the realization of the Golodnaya Steppe project, but Turkestan soon became the arena of the civil war.

With the revival of industry which had fallen into decline during the civil war, the need for cotton each year began to rapidly increase, and the problem of the development of the native cotton cultivation, arose anew to its full height, and in connection with this there also arose the problem of irrigating new cotton lands. Of course the Golodnaya Steppe again began to attract the attention of interested organizations, as an object best studied, and already examined by the technical instances. In autumn 1925 the Central Asiatic Water Economy Department and the Kazak Government proposed the State Scientific Institute of Amelioration under the direction of Prof. G. C. Riesenkampf, to re-examine the project from the standpoint of the new attainments of irrigation technics and new economic, social and political conditions, and to prepare it for its realization, diminishing to its possible minimum the cost of irrigating one hectare in first turn irrigation work.

As the result of this work, after a careful and critical re-examination of the project of 1913, there was composed a new project of the Golodnaya Steppe irrigation with a new scheme somewhat altered, in comparison to the old one proposed, and also with new solutions of problems of water-use, of canal silting reduction, of measures against water-logging and salification.

A detailed description of the scheme of the new project and of the chief structures designed is given below in the VIII$^{th}$ chapter of this paper; whereas here finishing the history of the commencement and all the further stages of the development of the Golodnaya Steppe irrigation problem, we shall now give a short outline of the existing system of the Northern (former Romanov) Main canal, the constructing of which was

Государственному Научно-Мелиорационному Институту, под руководством проф. Г. К. Ризенкампфа, пересмотреть проект в свете новых достижений ирригационной техники и новых экономических, социальных и политических условий и подготовить его к осуществлению, сократив до возможного минимума стоимость орошения одного гектара в работах первых очередей.

В результате этих работ после тщательного критического пересмотра проекта 1913 г. был составлен новый проект орошения Голодной Степи с установлением новой, несколько измененной по сравнению с прежней, схемы, а также с новым решением вопросов о водопотреблении, о борьбе с заилением каналов, о мерах против заболачивания и засоления земель и некоторых других.

Подробное описание схемы нового проекта и главнейших проектируемых сооружений приведено ниже, в VIII главе; здесь же, заканчивая на этом историю возникновения проблемы орошения Голодной Степи и все этапы дальнейшей ее разработки, дадим краткое описание существующей системы Северного (б. Романовского) Магистрального канала, законченного постройкой в 1913 году, отметим современное ее состояние, а также те технические дефекты, допущенные при ее постройке и дальнейшей эксплоатации, которые вместе с причинами обще-государственного значения, связанными сначала с международной, а затем гражданской войной, способствовали расстройству этой системы и массовой порче орошаемых земель.

**Описание существующей системы. а) Холостая часть Северного Магистрального канала.**

Северный Магистральный канал начинается у пос. Запорожского головным шлюзом-регулятором, представляющим из себя каменное капитальное сооружение. Он состоит из каменной стены, высотою с речной стороны в 8,75 *м* (4,10 саж.) под порогом, с боковыми крыльями и 15-ю отверстиями, имеющими пролет в 1,9 метра каждое, закрываемыми деревянными шандорами и железными щитами.

Шлюз придвинут к реке и расположен перпендикулярно к направлению течения. Порог шлюза заложен очень низко на уровне дна реки и при том в пониженном месте последнего, что сделано с целью обеспечить поступление воды в канал при самых низких горизонтах воды в реке, без устройства на ней плотины.

Общее протяжение Северного Магистрального канала, имеющего на первых 27 километрах довольно значительные уклоны и запроектированного в головной части со скоростями выше предельных, равно 40 километрам; до 35-го километра он не имеет никаких выпусков, так как для орошения прилегающих к нему тугайных земель служит канал Николая I.

После 35-го километра от Магистрального канала отходят два небольших выпуска с бетонными головными сооружениями.

На 41-ом километре, где от него отходит выпуск „Царевна", Магистральный канал подходит непосредственно к орошаемому району и разделяется на Правую и Левую ветви.

**б) Правая ветвь.**

Правая ветвь начинается у Конногвардейского поселка на 41-ом километре Магистрального канала и идет в северо-западном направлении почти до границы поймы, сперва совершенно по прямой линии, а затем поворачивает к западу и на 47-ом километре от своей головы пересекает железную дорогу, продолжаясь по левую сторону ее до ст. Сыр-Дарьинской и дальше на север к речной пойме. За железной дорогой, которая проходит над каналом по железному на каменных опорах мосту, Правая ветвь имеет значительно меньшие размеры. В 7 километрах за ст. Сыр-Дарьинской заканчивается сбросным шлюзом, через который сбрасывает остатки вод в Шур-Узякский водосбор.

Правая ветвь на всем своем протяжении оборудована двумя поперечными перегораживаниями на 42-м и 47-м километрах, тремя сбросами на 2-м, 27-м и 47-м километрах и имеет 22 выпуска распределителей, из которых 13 расположены с левой стороны, а 9—с правой. Все упомянутые искусственные сооружения—бетонные. Помимо распределительной сети, район Правой ветви был оборудован также сетью оросителей и водосборов, но, так как вся разбивка сети делалась без определенной системы, обеспечивающей возможность осуществления правильного водооборота, а также необходимый отвод отработанной воды, работа ее в дальнейшем оказалась неудовлетворительной и привела к тому, что почти весь район орошения Правой ветви в настоящее время оказался заброшенным и требующим для приведения в культурное состояние как коренного переустройства оросительной сети, так и применения ряда дополнительных мелиоративных мероприятий против засоления и заболачивания.

finished in 1913. We shall note its present-day condition and also those technical defects which were allowed during its construction and its further exploitation: these together with the causes of a general government significance, at first in connection with the world war, and afterwards the civil war, helped to the desarrangement of this system and to a damage of vast areas of irrigated soils.

**Description of the existing system.**

**a) The diversion part of the Northern Main canal.**

The Northern Main canal takes off at the Zaporojie village by a head sluice regulator which represents a fundamental masonry structure. It consists of a mesonry wall 8.75 meters (4.10 sagenes) high above the sill from the river-side with side wings and 15 openings, of about 1.9 meters each, which may be closed by wooden stop logs and iron gates.

The sluice projects into the river and is situated perpendicularly to the current. The sill of the sluice is fixed very low, at the river-bed level, and, moreover, at the lowered place of the latter; this being done with the aim of securing the water running into the canal in case of the lowest water stages in the river, without constructing a weir on it.

The whole length of the Northern Main canal equals to 40 kilometers, the first 27 kilometers having rather steep slopes and being designed at its head stretches with velocities exceding upper limit. Up to the 35-th kilometer it has no outlets as the adjoining Tugai lands (over-flow lands) are irrigated by the Begovat canal.

Below the 35-th kilometer two small turn-outs with concrete head structures take off from the Main canal.

At the 41-st kilometer, where the outlet „Tzarevna" takes off, the Main canal directly approaches the irrigated regions and divides into the Right branch and the Left branch.

**b) The Right branch.**

The Right branch originates at the Konnoguardeisky village at the 41-st kilometer of the Main canal and runs in the north-western direction to almost the border of the over-flow lands first in quite a straight line,— afterwards curving to the West. At the 47-th kilometer from its head it crosses the railway line and runs on the left side of the latter to the Syr-Daria railway station, and further to the North, to the over-flow-lands. Beyond the railway line which crosses the canal by an iron bridge on masonry piers, the cross-section of the Right branch is considerably smaller and 7 kilometers beyond the Syr-Daria station it finishes by a waste-sluice through which it discharges the remaining water into the Shur-Uziak water-collector.

The Right branch throughout all its length is equipped with two check-sluices, on the 42$^{d}$ and 47$^{th}$ kilometer, with three waste-sluices at the 2$^{nd}$, 27$^{th}$ and 47$^{th}$ kilometers and has 22 outlets of distributaries from which 13 are situated on the left side and 9 on the right bank. All the mentioned artificial structures are of concrete. Beside the distributing network the region of the Right branch was also supplied with a network of laterals and drains but as all the laying out of the network was made without a definite system, which would guarantee the possibility of realizing correct water rotation and also the necessary draining off of the return water, its work proved further to be unsatisfactory and brought about this fact, that almost the whole irrigation region of the Right branch is at present deserted and requires in case of its restoration to a cultured state, a fundamental reconstruction of the irrigation network as well as the application of a series of complementary reclamation measures against salification and water-logging.

**c) The Left branch.**

As to the Left branch, which also begins at the 41-st kilometer of the Main canal, it forms in reality its continuation and crosses the region it commands from the Konnoguardeisky village straight westwards to the highest points of the watershed at the Golodnaya Steppe railway station, and further along this watershed to the North-West.

Although at first it seemed quite possible to make use of the already existing channel of the Begovat canal for the Left branch, however the disaccord between water levels and dimensions of the canals and chiefly the weakness of the existing dams, constructed of alkali earths and the desire to avoid the construction of new dams from the same bad material, compelled to align the first 10 kilometers of the Left branch somewhat more South to make use of the channel of the Begovat

**в) Левая ветвь.** Что касается Левой ветви, начинающейся также с 41-го километра Магистрального канала, то она составляет собственно его продолжение, проходящее по командуемому району от Конногвардейского поселка прямо на запад к высшим точкам водораздела у ст. Голодная Степь и далее по этому водоразделу на северо-запад.

Хотя в начале казалось вполне возможным воспользоваться для Левой ветви уже существующим руслом канала Николая, однако, несоответствие в уровнях воды и размерах канала, а также, главным образом, слабость существующих солончаковых дамб и желание избегнуть устройства новых из такого же плохого грунта, заставили протрассировать первые 10 километров Левой ветви несколько южнее и использовать русло канала Николая I лишь на последующих 11 километрах. Таким образом, с 11-го километра ось Левой ветви совпадает с осью канала Николая и по этому каналу идет до 26-го километра. От 26-го километра Левая ветвь поворачивает на северо-запад и на 28-м километре пересекает железную дорогу в 4 километрах к северу от ст. Голодная Степь, проходя под железным мостом. За железною дорогой она опять идет на северо-запад по водоразделу, давая ряд выпусков до 46-го километра, после которого она исполняла пока назначение конечного сброса, отводящего излишнюю воду в сторону урочища Карой и Кызыл-Кумских песков, к Арна-Саю; в дальнейшем предполагалось, при развитии орошения, использовать этот участок для подачи воды в северо-западную часть.

Это последнее соображение было принято также во внимание и при сооружении Левой ветви до 46-го километра и отразилось в том, что поперечные сечения Левой ветви были запроектированы, а затем и построены с оставлением широких берм, а перегораживающие сооружения были сделаны временного типа из дерева. Всего поперечных преграждений было устроено 2: одно на 32-м километре, в 4 километрах ниже пересечения с железной дорогой, а второе на 46 километре — конечное.

По всей длине Левой ветви отходят 16 распределителей, из которых 5 являются довольно большими с расходом, превосходящими 7,5 куб. метра в секунду; самым большим выпуском Левой ветви является Малекская ветвь с расходом в 11 куб. метров в секунду, отходящая на 46-ом километре. Все головные сооружения распределителей — бетонные с плоскими железными щитами. На 18-ом километре Левой ветви отходит Шур-Узякский сбросной и водосборный канал с пропускной способностью около 10 куб. метров в секунду, выходящий в Шур-Узякский водосборный коллектор.

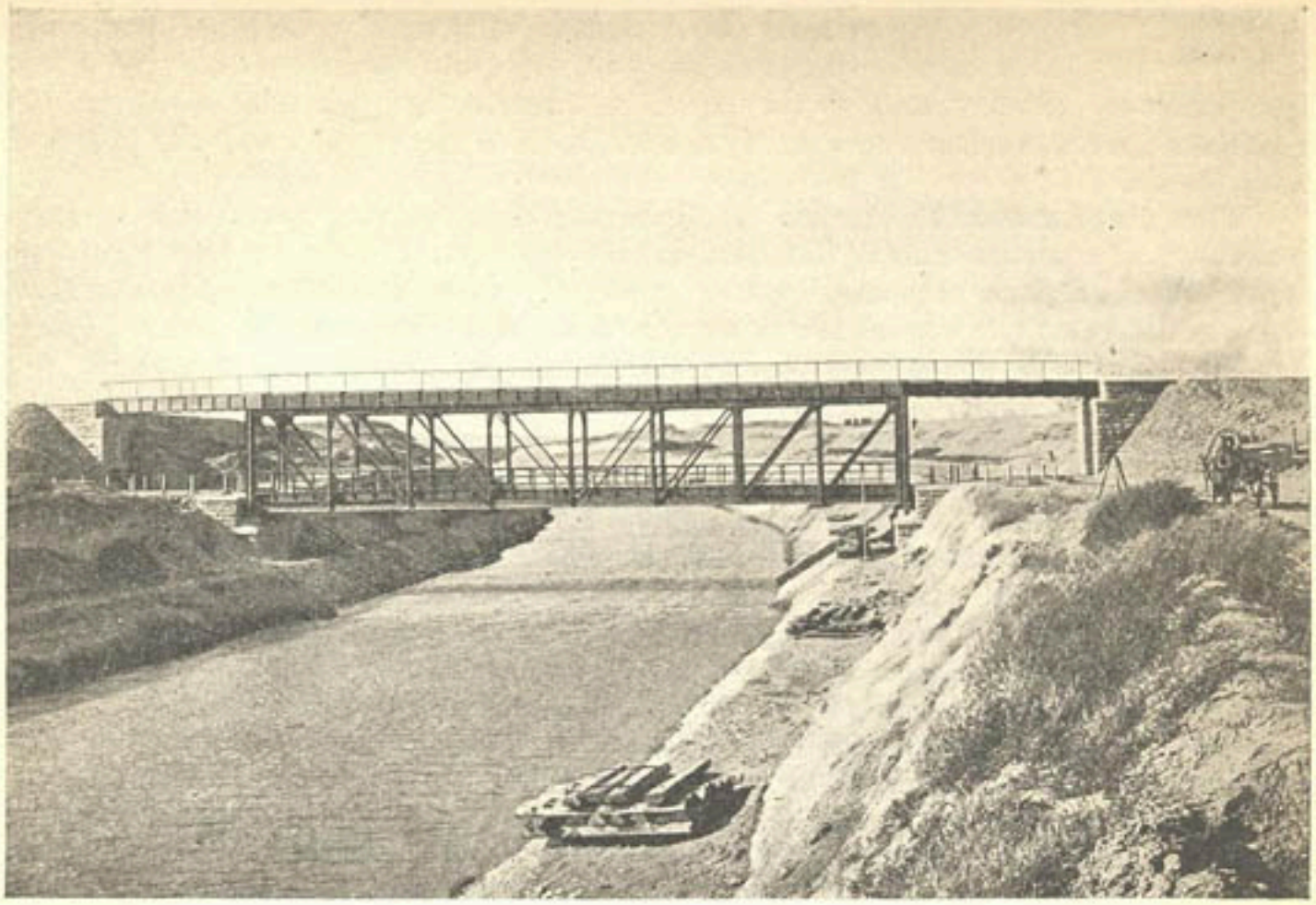
Весь район орошения ветви был оборудован также оросительной и водосборной сетью, но постройка ее была выполнена с теми же дефектами, на которые указано выше при описании Правой ветви.

**г) Шур-Узякский коллектор и водосборная сеть.** Чтобы закончить описание вновь выстроенной в 1913 году Голодностепской оросительной системы, остается упомянуть о главном водосборном коллекторе и впадающих в него главных водосборных а лах, а также о концевых сбросах распределителей и оросителей.

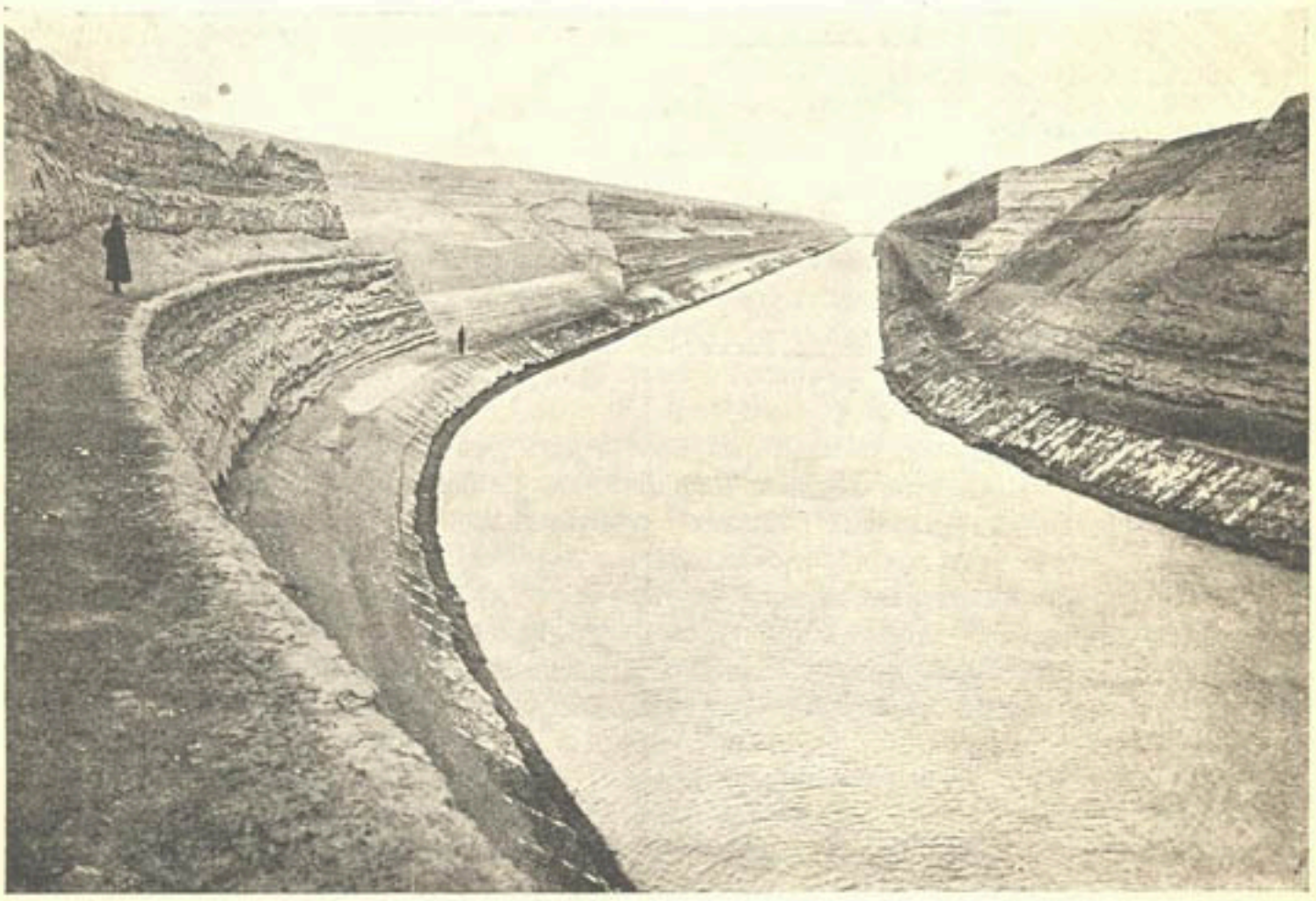
Главной водоотводной линией является Шур-Узякский коллектор, идущий по Шур-Узякскому понижению и разделяющий весь орошаемый район на 2 части. Этот коллектор на 32-ом километре пересекает железную дорогу и на 55-ом километре оканчивается в пойме, местами не будучи прорыт до полного сечения и не будучи доведен до водоприемника, которым является р. Сыр-Дарья.

Кроме Шур-Узякского коллектора, орошаемый район обслуживался водосборными каналами, впадающими в последний: Койбатканом, Кендыком, Железнодорожным, Пограничным и Малекским, значение которых в значительной степени умалялось указанной выше незаконченностью главного коллектора. Что же касается концевых сбросов распределителей и оросителей, то таковые во многих случаях осуществлены не были и излишне поданная на участок вода просто разливалась по поверхности, вызывая, при наличии тяжелых, с несколько повышенным содержанием солей, почво-грунтов, подъем уровня грунтовой воды и сосредоточение солей при действии палящих лучей солнца в верхних слоях почвы.

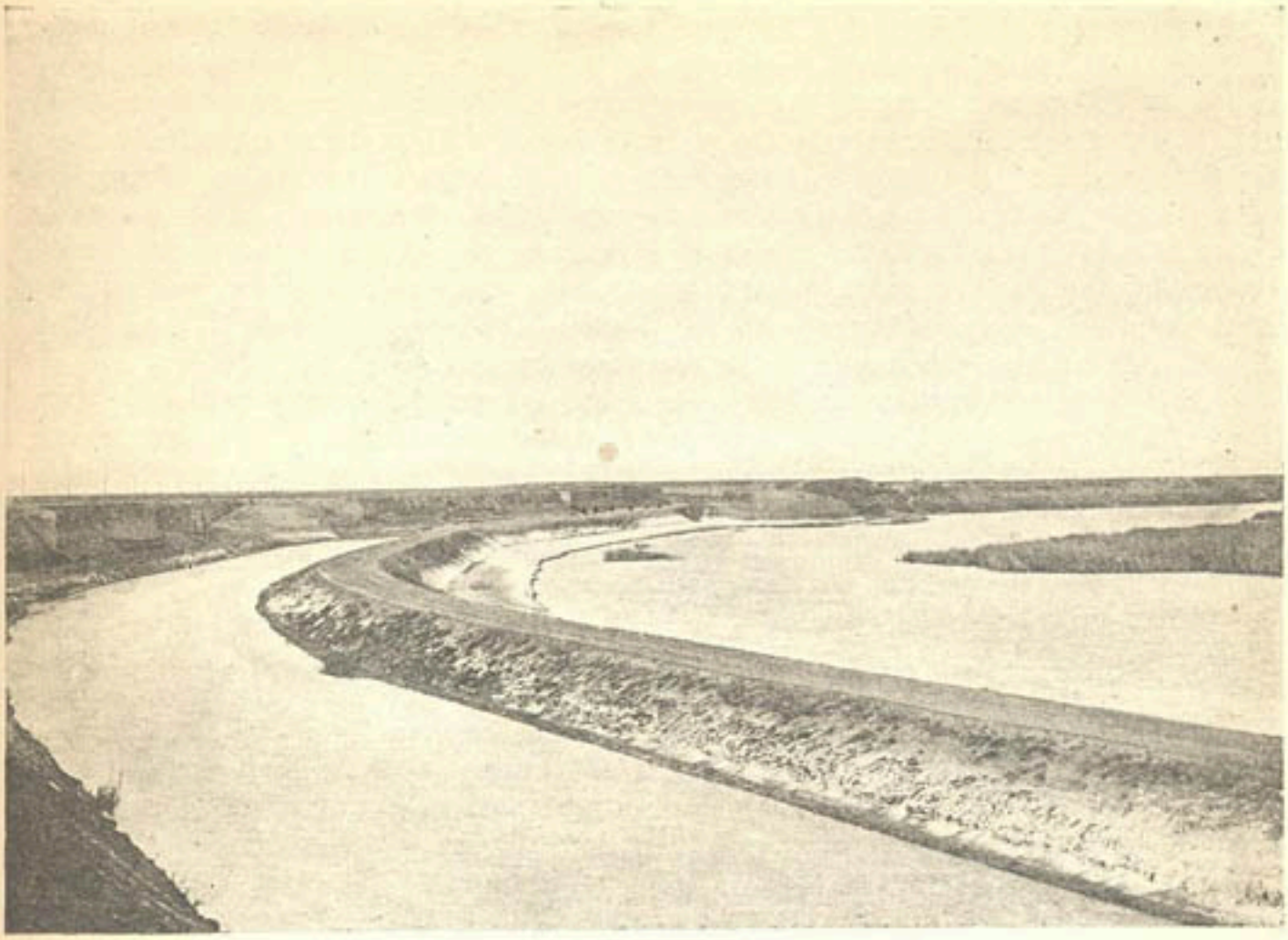
**Дефекты существующей системы и современное ее состояние.** Таково было состояние Голодностепской оросительной системы в 1917 г. В последующем, вследствие затруднений, связанных с наличием сперва международной, а затем гражданской войны, всякие работы были прекращены и, таким образом, все дефекты, допущенные при постройке, не только не были устранены, а наоборот, благодаря неправильной эксплоатации, а временами и полного отсутствия ее, усугубились и привели всю систему в полное расстройство.



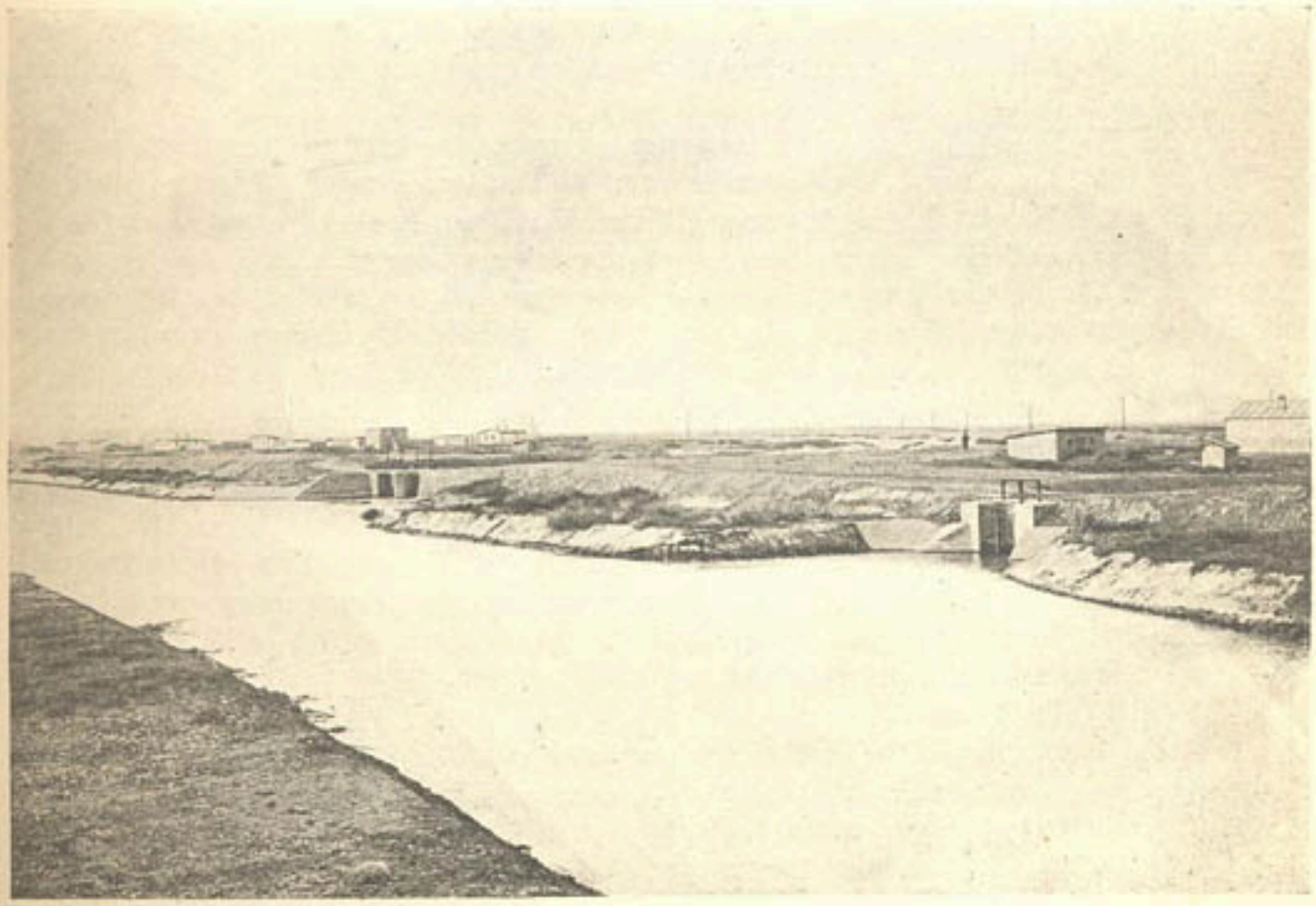
The North canal. 2-d kilometer of the diversion part. The iron via-aqueduct.
Северный канал. 2-ой километр холостой части. Железный виа-акведук.



The North canal. 27-th kilometer. The deep cut.
Северный канал. 27-ой километр. Глубокая выемка.



The North canal. The diversion part. A view at the Alka-Kul lake.
Северный канал. Холостая часть. Вид у озера Алка-Куля.



The North canal. A view at the Konnoguardeisky village.
Северный канал. Вид у селения Конногвардейского.

canal only on the following 11 kilometers. Thus from the 11th kilometer, the axis of the Left branch coincides with the axis of the Begovat canal and follows this canal to the 21st kilometer; from the 21st kilometer the Left branch turns to the North-West and at the 28th kilometer crosses the railway line on 4 kilometers to the North from the Golodnaya Steppe station, passing under the iron bridge. Beyond the railway line it runs again to the North-West along the watershed, emanating a series of outlets up to the 46th kilometer after which it served as yet as the terminal wasteway, conducting the surplus water towards the Karoy land and Kizil-Kum sands to the Arna-Say; it is supposed later with the further development of irrigation to utilize this stretch for supplying water to the north-western part.

This last consideration was also taken into account when constructing the Left branch down up to 46th kilometer through which the cross-sections of the Left branch were first designed and afterwards constructed with wide berms and the check-sluices were made of wood of a temporary type. In total there were constructed two check-sluices: the first at the 32-d kilometer, 4 kilometers downstream from the crossing with the railway-line, the second, and terminal one, at the 46th kilometer.

Along the whole of the length of the Left branch 16 distributaries take off, 5 of which are rather large with a discharge of 7.5 cubic meters per second. The largest outlet of the Left branch is the Malek branch with a discharge of 11 cubic meters per second, taking of at the 46th kilometer. All the head works of the distributaries are of concrete with flat iron gates. At the 18th kilometer of the Left branch there takes off the Shur-Uziak wasteway and drainage canal with a discharge capacity of about 10 cubic meters per second discharging into the Shur-Uziak water collector.

All the irrigation region of the Left branch was equipped also with both irrigation and drainage networks and its construction was fulfilled with the same defects as in the case of the Right branch described above.

**d) Shur-Uziak collector and the drainage network.**

In order to finish the description of the newly constructed in 1913 Golodnaya Steppe irrigation system there remains but to mention the main drainage collector and the discharging into it main drainage canals, also terminal wasteway distributaries and laterals.

The main line collecting water is the Shur-Uziak collector. It runs along the Shur-Uziak depression and divides the whole irrigated region into two parts. The Shur-Uziak collector crosses the railway line at the 32d kilometer and terminates at the 55th kilometer in the overflow lands; in some places this collector is not yet cut to its full cross-section and is not brought up to the Syr-Daria river, being its return water reservoir.

Besides the Shur-Uziak collector the irrigated region is served with drainage canals discharging into the latter. These canals are: Koitbatkan, Kendyk, Jelezno-Dorojny, Pogranichny and Malek. The significance of these canals was in great degree diminished by the above mentioned incompleteness of the main collector. As to the terminal wasteways of the distributaries and laterals, these were not constructed in many cases, and the surplus water delivered to the plot simply flooded the surface, causing, due to presence of heavy soils and subsoils with a rather high percentage of salts, the rise of the ground water table and the concentration of salts under the effect of the burning sun-rays in the upper layers of soil.

**The defects of the existing system and its present-day state.**

Such was the state of the Golodnaya Steppe irrigation system in 1917, when on consequence of the difficulties connected with the world war and arterwards the civil war, all the works had to be stopped, and so all the defects allowed during the construction, were not eliminated, but through irregular exploitation, and at times a full lack of it, these defects were increased and disorganized the whole system.

The chief defects were:

1. A too low laying of the head-sluice regulator sill allowing considerable amount of suspended materials to enter into the system, especially from the lowest water strata.

2. The rather steep slopes of the Main canal, which contributed to its being hollowed.

3. The incorrect laying out of the distributaries and laterals that rendered a regular exploitation impossible and required to discharge surplus water in order to maintain the necessary levels and to work during a considerable part of the vegetative period with artificially raised level which encourages silting of backed-water stretches.

Главнейшими из дефектов были:

1. Слишком низкое расположение порога головного шлюза-регулятора, допускающее поступление в систему значительного количества взвешенных наносов и при том из нижних слоев воды.

2. Значительные уклоны Магистрального канала, приведшие к его размыву.

3. Неправильная разбивка распределителей и оросительной сети, приведшая к невозможности правильной эксплоатации и требовавшая пропуска излишней воды для поддержания нужных горизонтов и работы в течение значительной части вегетационного периода на подпоре, вызывающем заиление подпертых участков.

4. Недостаточность, незаконченность, а подчас и полное отсутствие водосборной и сбросной сети, усиливающие заболачивание и засоление орошаемых земель.

5. Отсутствие мероприятий по понижению уровня грунтовых вод на достаточную глубину и по поддержанию их в таком состоянии в целях борьбы с заболачиванием и засолением.

6. Неправильная разбивка распределительной и мелкой оросительной сети, осложняющая ведение правильного водооборота в системе.

Все это при отсутствии надзора и текущего ремонта (1917 — 1923 г.), а также возможность хищнической эксплоатации земли при наличии свободных участков, привело, с одной стороны, к сильному заилению всей системы и массовому засолению первопачально предназначенного для орошения района, а с другой — к захвату целинных земель северо-западной части с удлинением рабочей части Левой ветви и с устройством целого ряда временных деревянных выпусков из нее.

Таким образом, к настоящему времени мы видим, что орошаемый район отодвинулся далеко на запад (восточная часть системы почти заброшена), распространившись на общую площадь в 127.000 валовых гектар при действительно орошаемой площади, не превосходящей 50.000—60.000 вал. гектар. Такая разбросанность привела к значительному уменьшению фактического гидромодуля всей системы, потребовала форсировки Магистрального канала и Левой ветви с устройством на последней целого ряда подпруд, привела к сильному размыву этих каналов и, при наличии вышеуказанных дефектов в отношении оросительной и водосборной сетей, способствовала дальнейшему засолению и заболачиванию и поставила вопрос о немедленном и коренном переустройстве всей системы.

---

Более подробные данные, касающиеся возникновения и развития орошения в Голодной Степи, можно найти в следующих книгах и материалах:


В. Ф. Караваев. Голодная Степь в ее прошлом и настоящем. Петроград. 1914 г.

А. Курсиш. Голодная Степь. Очерк работ по орошению северо-восточной ее части. С.-Петербург. 1913 г.

Н. К. Ярошевич. Сельское хозяйство и ирригация Средней Азии. Том III. Часть 1-я. Голодная Степь, как хлопководческий район, и ее значение в хлопководстве СССР Ташкент. 1925 г.

„Вестник ирригации". Ташкент. 1923 — 1928 г.г.

Журналы Технического Комитета О. З. У. №№ 1336, 1345, 1377 и 1378 за 1914 и 1915 г.г.


---

4. The insufficiency, incompleteness, at times even a full lack of drainage and waste network which increases the waterlogging and alkalization of the irrigable soils.

5. The lack of measures for lowering the ground water surface to a sufficient depth and for maintaining it at this elevation in order to struggle against the water-logging and alkalization.

6. The incorrect laying out of the distributaries and small irrigation network which impedes the regular water-rotation.

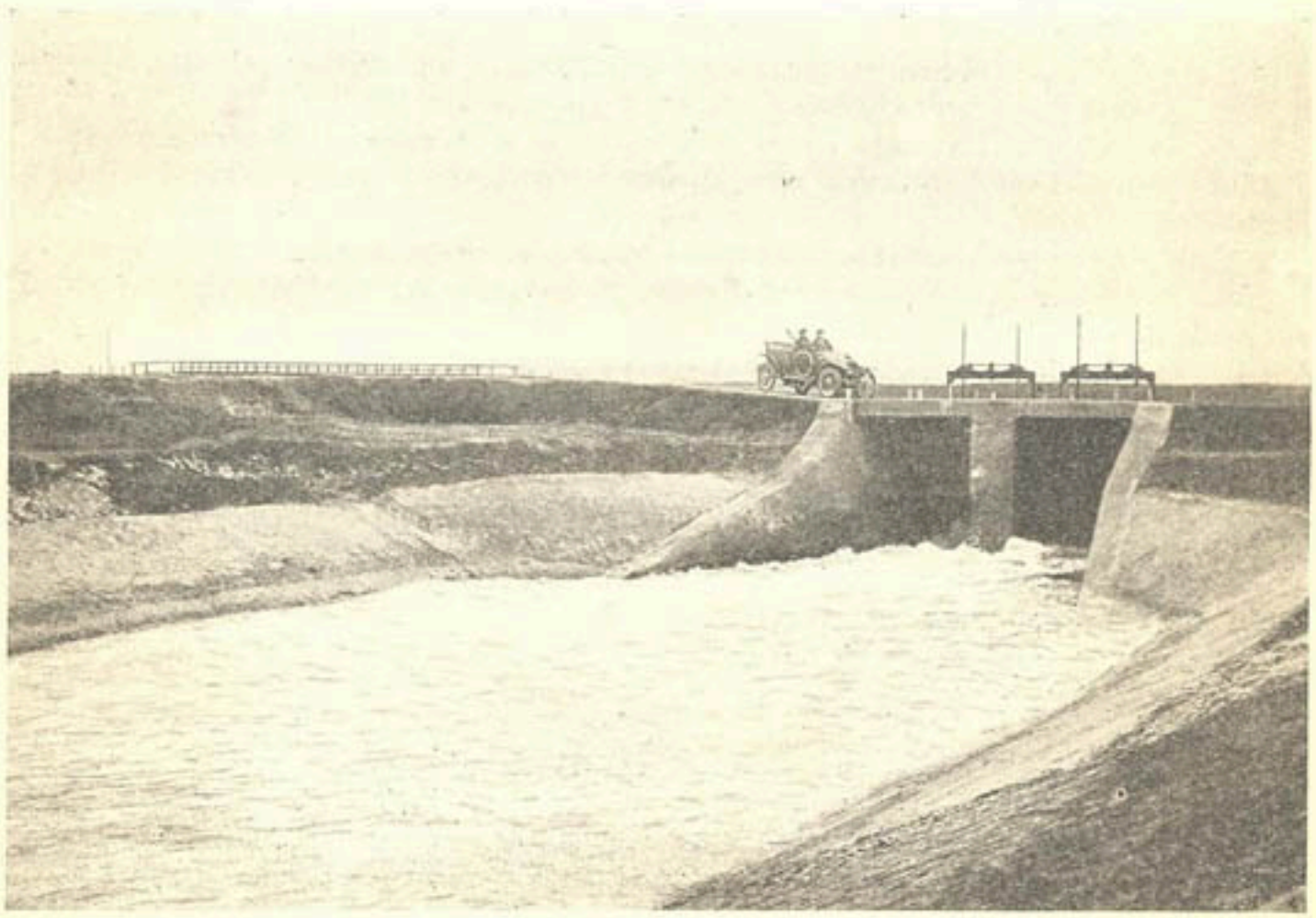
All this with the absence of control and of current repairs (1917 — 1923) also the possibility of a plundering exploitation thanks to the existence of free allottments, caused on one hand a thorough silting of all the system and a frequent alkalization of the portion primary designed for irrigation, and on the other — to the usurpation of virgin soils of the north-western part, with the lenhtgening of the working part of the Left branch and with the arrangement of a whole series of temporary wooden outlets from it.

Thus at the present time we see, that the irrigated region has moved far to the West (the eastern part of the system is almost deserted) and covers a total area of 127,000 gross hectares, the actually irrigated area not exceeding 50,000 — 60,000 gross hectares. Such a dispersion diminished the actual duty of water of the system and required the forcing of the Main canal and of the Left branch with the construction on the latter of a series of submerged dams, caused vast hollowing of the mentioned canals and under the condition of the above mentioned defects of the existing irrigation and drainage networks, encouraged further alkalization and water-logging, causing to arise the question of an immediate and radical reconstruction of the whole system.

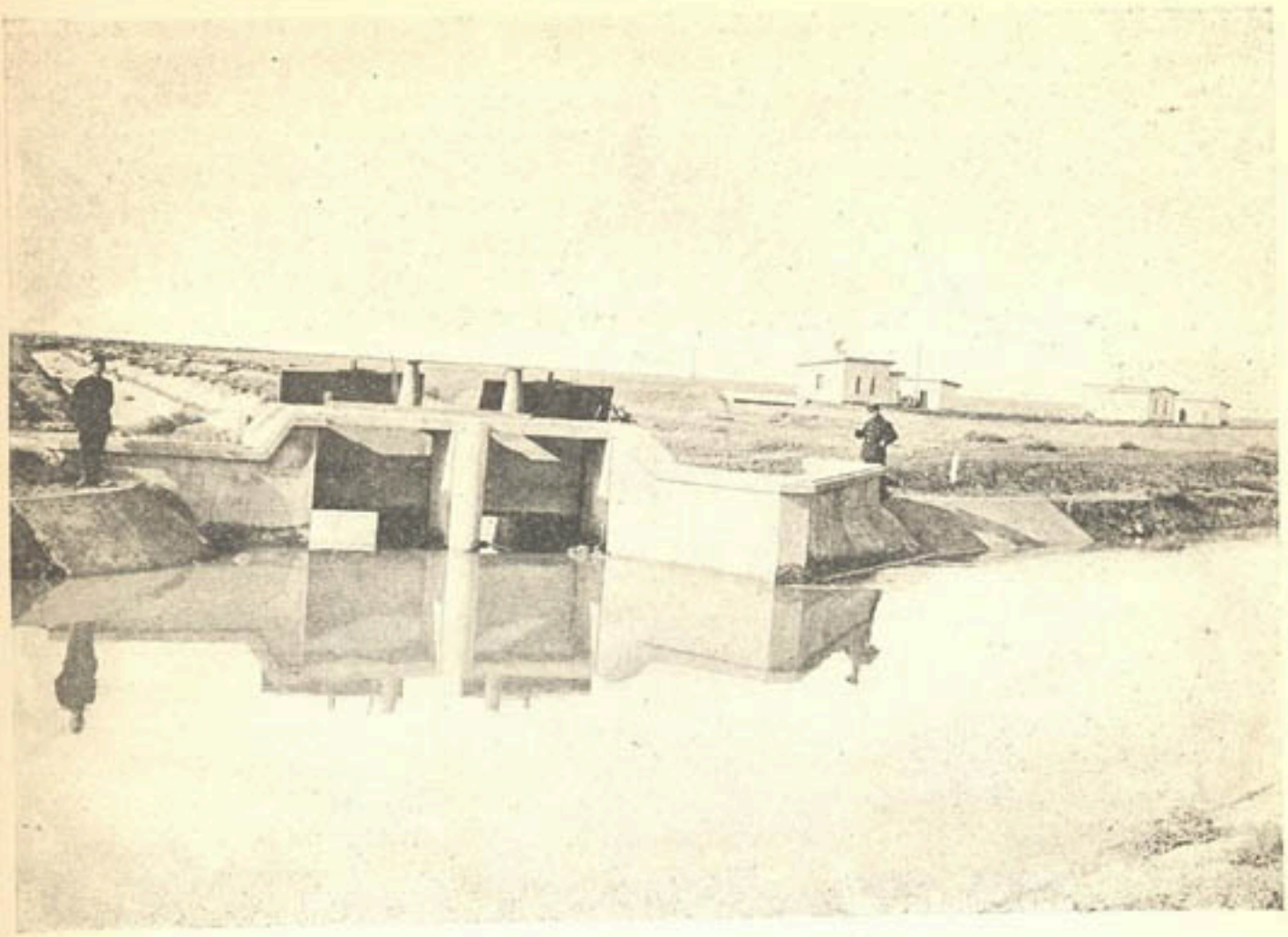
---

There are the books, papers and periodical editions to find more detailed information relating to the development and present-day state of the Golodnaya Steppe (See Russian text, the end of this chapter).

---



The Right branch. The head sluice looking upstream.
Правая ветвь. Головной шлюз ветви. Вид с низовой стороны.



The Right branch. The head sluice of the Shur-Uziak distributary.
Правая ветвь. Головной шлюз Шур-Узякского распределителя.



The Right branch. The 6-th kilometer. A reinforced concrete arch bridge.
Правая ветвь. 6-ой километр. Железо-бетонный арочный мост.

## CHAPTER VI.

## Population and settlements.

Native population of the Golodnaya Steppe before 1914.

The Golodnaya Steppe — an object of irrigation activities during the last years, presented itself at the time when Russians came as an absolutely uninhabited country; there were only a few winter camps of nomadic Kazak and Uzbek tribes, situated along the upper and middle parts of the Syr-Daria river, where in autumn they could find sufficient pasture for their cattle. The rest of the Golodnaya Steppe lands was not used even for temporary settlements. All these lands belonged, on the base of individual or common use, to certain nomadic communities which from time to time herded their cattle there. At the conquest of Turkestan, Russian Government promised the natives to preserve all their customary laws, including land rights. This promise has been formulated in a law enacted in 1886 which, stating as general principle that all uncultivated lands belong to the State declared, however that the natives have the right of use for indefinite period of time of all areas occupied by winter camps, summer pasture grounds and those under cultivation. Thus although the territory of the Golodnaya Steppe appeared uninhabited, the presence of seasonal pasture there, established certain land rights for the natives, and therefore made impossible all operations with land even for the purposes ot irrigation, before the time when necessary investigations will have been made showing the areas really occupied and character of use of lands by natives, or before the consent of the native population to such operation would be obtained. This fact did not, however, prevent the starting up of russian settlements in the Golodnaya Steppe, which took place just at the time of enactment of the above mentioned law. The statistical investigations concerning nomadic tribes, have been started in 1911, in connection with the construction of new irrigation system [1]).

About 1914 there existed in the Golodnaya Steppe region two villages, Begovat and Segiz-Sary, which have been there from far ancient time and were situated near the south-eastern extremity of the region, using the water of two aryks, one of which takes its supply from Ak-Su river, the other is fed by springs. Except these two villages there were only 9 Kirguiz auls (villages) belonging to Karapchi-Parchaiuz commune, which may be considered as agricultural settlements. These villages were situated near the Syr-Daria river, their water-supply as well as land and water-rights had not been settled for some time and their evolution from winter-camps is explained by the fact of construction of the canal of Nicholas the I from which canal in preference the inhabitants of these villages took the water in case of need.

Beside the canal they utilized some primitive aryks and wells and their aspiration to agriculture was so great that, in spite of unfavourable conditions, some of the auls in 1911 irrigated more than 50 hectares; total irrigated area of the whole commune consisting of 216 holding units amounted to 300 hectares; 39 of these units were by that time finally settled and 104 units — half-settled, renting about 200 hectares of

[1]) See „Statistical data of lands of native nomadic population of the Golodnaya Steppe" edited by Colonization Departement, Tashkent, 1914. It is seen from this data, by the way, that during spring and summer 752 household units moved into the territory of the Golodnaya Steppe proper from the Savat, Fistali-Tau and Golodnaya Steppe (there being only 16 nomadic households) and during the winter about 500 households (from Fistali-Tau) had herded their cattle there.

## ГЛАВА VI.

## Население и населенные пункты.

**Туземное население Голодной Степи до 1914 г.**

Голодная Степь представляла собой, ко времени появления в Туркестане русских, совершенно пустынную местность и лишь по верхнему и среднему побережью Сыр-Дарьи встречались немногие зимовки кочевников, казаков и узбеков, находивших в тугаях осенью достаточный корм для скота. Прочие пространства Голодной Степи не были освоены даже и временной оседлостью: все они представляли собою кочевые площади обособленного и общего пользования некоторых киргизских общин, отгонявших сюда скот спорадически.

При завоевании Туркестана русское правительство обещало туземному населению сохранить за ним все его обычные права, в том числе и права по землепользованию, что и было впоследствии формулировано в законе 1886 года, согласно которому, наряду с признанием всех вообще неосвоенных культурой земель государственными, зимовые стойбища, летние пастбища и обрабатываемые земли кочевников объявлялись предоставленными им в бессрочное пользование. Таким образом, поскольку в Голодной Степи все же имели место, несмотря на видимую пустынность, сезонные пастбища, т.-е. реальное выражение кочевого землепользования, постольку, очевидно, никакие операции с землей здесь производиться, даже в целях ирригации, не могли, впредь, во всяком случае, до выяснения фактического объема и характера использования территории со стороны коренного населения, либо до прямого согласия последнего. Однако, именно ко времени издания закона об управлении Туркестана относится начало возникновения русских поселков в Голодной Степи; статистические исследования хозяйства и землепользования здешних кочевников были поставлены с 1911 года, в связи с постройкой новой ирригационной системы [1]).

К числу же коренных земледельческих поселений Голодностепского района в 1914 году представлялось возможным отнести, не считая расположенных смежно с юго-восточной оконечностью этого района селений Беговат и Сегиз-Сары, возникших с незапамятных времен на двух древних — из р. Ак-Су и родникового происхождения — арыках, в сущности только 9 киргизских аулов Карапчи-Парчаюзского общества в тугайной части. Эти аулы, вначале никак не устроенные ни в водном, ни в земельном отношениях, начали свое здесь оседание в порядке обычного углубления процесса зимовых стойбищ, в связи с проведением канала Николая I, преимущественно из которого они и добывали себе, от случая к случаю, воду.

Кроме того они пользовались примитивными арыками и колодцами, причем стремление к земледелию было настолько велико, что несмотря на все неблагоприятные условия, отдельные аулы уже имели в 1911 году по 50 с лишним гектар полива, а все общество около 300, при 216 наличных хозяйствах, 39 из которых окончательно перешли на оседлость, а 104 — на полуоседлость, арендуя около 200 гектар у русских соседей. Из одного, хотя бы, факта закрепления, в 1914 году, за входящими в Карапчи-

[1]) Материалы по землепользованию туземного кочевого населения района Голодной Степи. Изд. Переселенческого Управления, Ташкент, 1914 г. В частности, по этим материалам видно, что в собственно Голодную Степь вкочевывали на весну и лето 752 хозяйства Сават ского, Фисталитаусского и Голодностепского районов (кочевых хозяйств по последнему насчитывалось только 16), а на зиму в нее отгоняли скот около 500 хозяйств (Фисталитаусского района).

their russian neighbours. The rapid development of agricultural needs of even semi-nomadic social organisms may be, for instance, demonstrated by the fact that the auls belonging to Karapchi-Parchaiuz group secured in 1914 water-rights to irrigate more than 900 hectares, the water to be taken from the new irrigation system. The water-users of these auls along with the pasturing herds, also the cattle-breeding and the ploughing on land started the intensive horticulture. The complete uncertainty, however, as to land and water rights, prevented the regular evolution of native agriculture.

There were no other settlements in the Golodnaya Steppe up to 1914 and the ancient aryks along the Syr-Daria river in its middle reach as in central part of the Steppe, remained not reconstructed and not utilized.

The general line of government policy, as regarding the development of natural resources of Turkestan, lacked steadfastness and the questions pertaining to this policy were always subject to discussions in central, as well as in local government circles. Political interests predominated of course everything else and these interests mostly were cause of the construction of the Central-Asia railway. Economical questions have begun to attract real attention only in XX$^{th}$ century, and, as we have seen, have not been solved. One of the most important problems was that of immigration. It is very characteristic, that local authorities insisted upon the closure of all Turkestan for immigration, which closure was officially declared in 1897. In spite of this up to 1910 about 35.000 russians came and settled here. Owing to the irresistible current of russian peasants-immigrants and in order to use this movement for political ends, there had been enacted in 1911 a law, providing an expropriation for colonization purposes of surplus lands, belonging to the native nomadic population.

**Russian settlements in the Golodnaya Steppe founded before 1914.**

Properly speaking the Golodnaya Steppe before development of irrigation works, did not present anything too attractive for the settlers and russian immigrants directed their steps mostly towards other parts of Turkestan. But since the installation, though involuntary in that country, of the grand duke, who displayed considerable initiative in the irrigation development of the Steppe and in populating it by russians, this region begins to acquire importance as a possible center of cotton cultivation and immigration.

The following russian villages were founded by and by within the commanding zone of the Nicholas the I canal.

1. Zaporojie — was founded in 1885 with exclusive purpose to settle the workers employed on the construction of Bukhar-Aryk; afterwards (in 1897) this village has lost all agricultural significance, because its inhabitants had no land allotments and dispersed.

2. Nadejdinsky — founded in 1886 for similar purposes; this village has been, however, provided in later years with 6,000 hectares of land, 1,500 of which could be irrigated from the turn-out „Tzarevna". It consisted in 1914 of 109 houdeholders.

3. Romanovsky — founded in 1887 for similar purposes. It counted (in 1914) 127 householders who had 5,000 hectares of land, 1,600 hectares of which were irrigated.

4. Nikolaievsky — founded in 1891; to this village 2,400 hectares of land sufficient for 150 holding units were alloted in 1895 (the actual number of householders being at that time equal to 14). The delivery of water for 840 hectares of these lands had begun several years afterwards only. To 1911 the village counted 69 householders.

5. Obetovanny — formed in 1896 by 15 families transplanted there from Zaporojie by the grand duke. The land alloted to them was very unsuitable, situated 25 kilometers from the manor and was not accepted by the commune. Besides the alloted land they were allowed to use an indefinite area of „tugai" lands (situated on the river banks). This village counted 47 householders to 1914.

6 and 7. Verkhne-Volynsky and Nijne-Volynsky, formed in 1896 and 1897 by the grand duke from the workers belonging to religious sects and afterwards supplemented with newcomers. These two villages have been, like Obetovanny, unsuccessfully arranged, had only tugai lands in the amount of 3,900 hectares and counted 196 householders in 1914.

8. Konnoguardeisky, the last of the villages founded by the grand duke (in 1897) and formed by the settlers from Romanovsky village, all sectarians. 10,000 hectares of and were alloted to this village, 460 hectares of which were irrigated. In 1914 the number of householders reached 28.

Парчаюзскую группу аулами воды из новой системы уже на 900 с лишним гектар достаточно явствует, как быстро шло развитие хозяйственных потребностей даже полуоседлых социальных организмов, заведших, наряду с пастбищным скотоводством и земледелием на небольших площадях, также и интенсивное, между прочим, садоводство. Однако, полная неустроенность коренного населения в земельном отношении исключала до последнего времени его прочную и правильную хозяйственную эволюцию.

Других туземных поселений в Голодной Степи вплоть до 1914 года не возникло и арыки древнего орошения, как на берегах Сыр-Дарьи на ее среднем течении, так и в центральной Степи, остались невосстановленными и туземным населением неиспользованными.

Общая политика в отношении развития производительных сил Туркестана не была вообще строго выдержанной, и как в центре, так и в местах соответствующие вопросы подвергались постоянной дискуссии. Над всем, естественно, довлели интересы собственно политические: им, в значительной степени, Туркестан оказался обязанным проведением железной дороги; проблемы же экономические стали на очередь, как таковые, лишь в XX веке, при чем, как мы видели, разрешения они получить не успели. Одним из актуальнейших вопросов в этой области оказался вопрос переселенческий: характерно, что по настоянию местных властей весь Туркестан, начиная с 1897 года, был объявлен официально закрытым для переселения извне; тем не менее сюда успело притечь и осесть к 1910 году до 35.000 душ русского населения. В связи с такой неудержимой тягой сюда русского крестьянства и желанием использовать эту тягу в политических целях, в 1911 году был издан закон об изъятии для целей переселения излишков туземного кочевого землепользования.

**Русские поселки Голодной Степи, возникшие до 1914 г.**

Собственно Голодная Степь не представляла собою, до развития ирригационных работ, особо притягательного в этом отношении района, и русское переселение тянулось, по общему правилу, в другие места Туркестана. Но со времени водворения здесь, хотя и не по своей воле, великого князя, проявившего значительную инициативу в деле орошения Степи и заселения ее русскими,—этот район начинает приобретать силою факта значение возможного центра хлопководства и переселения.

В районе Голодной Степи, в районе действия канала Николая I, возникли постепенно следующие русские поселки:

1. Запорожский — возникший в 1885 г. исключительно для рабочих по постройке Бухар-арыка, потерявший затем (в 1897 г.) всякое хозяйственное значение за отсутствием земельных наделов и разбредшийся.

2. Надеждинский — возникший в 1886 году — аналогичного происхождения, но уже обеспеченный впоследствии администрацией края 6.000 гектар земли при 1.500 гектар поливной, с подачей воды из отвода „Царевна" и насчитывавший в 1914 г. 109 домохозяев.

3. Романовский — возникший в 1887 г. — того же характера, с 127 (1914 г.) домохозяевами, обеспеченный общей площадью в 5.000 гектар и орошенной площадью в 1600 гектар.

4. Николаевский — возникший в 1891 г. и получивший в 1895 г. надел на 150 дворов (при наличии 14) в 2.400 гектар, из которых лишь через несколько лет начало орошаться 840 гектар; к 1914 году насчитывалось 69 дворов.

5. Обетованный — образовавшийся в 1896 г. из переселенных сюда великим князем из Запорожья 15 семей казаков, с крайне неудобным и формально непринятым обществом полевым наделом в 25 *км* от усадебной оседлости и с тугайной землей неопределенной меры. К 1914 г. насчитывалось 47 дворов.

6 и 7. Верхне и Нижне Волынские — образованные в 1896 и 1897 гг. великим князем из рабочих-сектантов, впоследствии пополнившихся пришлыми; столь же неудачно устроенные, как и Обетованный, только с тугайным наделом, площадью около 3.900 гектар при 196 хозяйствах к 1914 г. в обоих.

8. Конногвардейский — возникший в 1897 г. — является последним поселком, образованным великим князем и составленным из поселенцев пос. Романовского, исключительно сектантов, с наделом в 10.000 гектар, из коих орошаемых — 460 гектар. К 1914 г. насчитывалось 28 дворов.

9. Духовской — основанный в 1898 г. — из 10 семей, поселенных близ ст. Голодная Степь администрацией края для охраны жел.-дор. линии, и слившийся впоследствии со Спасским, организованным Переселенческим Управлением в 1906 году на смежной

9. Dukhovskoy, formed in 1898 by 10 families, established by the administration near the Golodnaya Steppe railroad station to guard the railroad line. Later this villlage coupled with another one, named Spassky which had been organized in 1906 by the Colonization Department on the lands adjacent to the railroad line. 3,000 hectares of land were alloted to these two villages, which counted 260 householders in 1914.

10. Akhman-Kul which had grown up spontaneously, the first settlers coming in 1908 from the Nijne-Volynsky and afterwards from other places. This village was situated outside the zone of irrigation and was of a semi-agricultural type. It was proposed in 1913 to allot to the village up to 1,700 hectares of land for 112 householders that land to be taken by litigation from the fund of Kirguiz lands. This proposition however had not been accomplished, and the inhabitants of Akhman-Kul (100 householders) in 1914 were in possession of only 230 hectares of non-irrigated land.

11. Syr-Dariinsky or Nakhalovka, of industrial type, originated spontaneously in 1908 near the Syr-Dariinskaya railroad station by various new-comers. Later in 1913, this village was included into the general plan of a large settlement of urban type, which it was proposed to create at the site, alloting for this purpose about 7,000 hectares of land the purpose being to settle in these lands about 2,000 householders, as tenants. To 1914, the number of householders was equal to 82 with 13 hectares of land really used.

12. Veliko-Alexeievsky, the first village planned in 1913, in accordance with the proposed law which provided for the allotment of Golodnaya Steppe lands in the region of new irrigation. The area given to the village amounted to 1,800 hectares situated betwen Syr-Dariinskaya and Zolotaya Orda railroad stations, the whole area to be divided among 181 holding units on the basis of private ownership (in other villages the whole area of land was owned by the commune and was redistributed for use from time to time). Notwithstanding the fact, that at the time when the land was ready for settlement (up to digging ditch network for each separate lot), the above mentioned law had not been ratified, the number of householders amounted in 1914 to 179, all of them being russians and holding the land as temporary tenants.

Except the villages already mentioned, there sprang up a few settlements at some railroad stations, namely: a) Kniajesky, near the Golodnaya Steppe station; it consisted of 122 small trading enterprises and had 342 inhabitans, mostly natives; b) Cherniaievo (new-day Ursatievskaya) trading settlement consisting of about 100 householders, all railroad men and c) Sretensky, formed by local administration already in 1886, within the boundaries of the Dalverzin Steppe.

All above stated shows outwardly the general stages of the colonization of the Golodnaya Steppe since 1885 and demonstrates, first of all, the lack of proper planning in this process. First villages sprang up when and where it appeared convenient to the grand duke; he now bought lands from the native communes (for Zaporojie village, for instance), and even built houses; now the villages were founded by him for workers along the proposed location of the canal on lands supposedly belonging to nobody. And these villages had neither definite rights on lands nor adequate water-supply. Two or three families were considered as a sufficient number for forming a settlement; on such cases families were either transplanted from existing villages, or invited from outside, were then supplemented by newcomers, then, often, moved to some other place and founded new settlements, making their countrymen to come. As the result of all this, the russian immigrants settled at random, found themselves isolated from one another and scattered outside of the zone of actual irrigation, mostly in the immediate vicinity of „tugai" lands.

The history of these old settlements, in connection with all said above, presents a bright example of the perseverance of people, who, in place absolutely unsimilar to their native country, in spite of extremely unsuccessfull organization and lack of financial support from the state, could nevertheless firmly settle in the Golodnaya Steppe. Among the various „inconveniences" from which the settlers suffered, the following may be mentioned: lack of lands (Zaporojie), especially difficult conditions of life and work in places situaed on „tugai" lands, on account of malaria and the unsuitability of those lands for agricultural work without irrigation (Nadejdinsky, Nikolaievsky, etc.), incertitude of their land-rights (Obetovanny, Volynsky) owing to

с полотном железной дороги земле. Надел обоих поселков — 3,300 гектар при 260 домохозяевах в 1914 году.

10. Ахман-Куль — 1908 г. — возникший самовольно из переселенцев сначала Нижне-Волынского, а затем других мест, вне сферы орошения, полуземледельческий; в 1913 году ему предполагалось нарезать из состава киргизских земель в порядке спора до 1.700 гектар на 112 дворов. Фактически, к 1914 году это предположение не осуществилось и ахманкульцы в составе 100 хозяйств оказались владельцами 230 гектар неорошаемой земли.

11. Сыр-Дарьинский („Нахаловка") — 1908 г. — также самовольный, промышленного характера, из разного пришлого элемента у самой станции того же наименования, включенный впоследствии (1913 г.) в общий план намеченного здесь же крупного поселения городского типа на общей площади около 7 тысяч гектар, с расчетом поселить здесь на арендном праве около 2000 хозяев; к 1914 году число таковых определилось в 82; фактически использовывалось 13 гектар.

12. Велико-Алексеевский — 1913 г. — первый из запроектированных в соответствии с представленными в законодательные учреждения предположениями об отводе участков в Голодной Степи в районе нового орошения. Площадь земель, отведенных поселку, была равна 1800 гектар и расположена между ст. Сыр-Дарьинской и разъездом Золотая Орда; емкость — 181 хозяйство отрубного и хуторского типов; хотя ко времени окончания работ по подготовке участков для заселения (с подводом мелкой сети к каждому наделу) закон еще не получил утверждения, тем не менее в 1914 году здесь уже числилось 179 хозяйств русских поселенцев — временно на арендном праве.

Кроме указанных поселков, при отдельных станциях железной дороги возникло еще несколько оседлостей: а) Княжеский, против ст. Голодная Степь, в составе 122 мелких торговых заведений с 342 жителями, главным образом туземцев, б) Черняево — железнодорожный торговый поселок в составе около 100 дворов и в) пос. Сретенский, образованный администрацией края еще в 1886 году в пределах уже Дальверзинской степи.

Этим исчерпываются, с внешней стороны, основные этапы заселения Голодной Степи за время с 1885 года, свидетельствующие прежде всего об отсутствии в данном процессе должной планомерности; первые поселки возникали постольку и там, поскольку и где это казалось удобным великому князю: последним то покупалась для этого земля у туземных обществ (напр., для поселка Запорожского), то поселки устраивались по пути предполагавшегося канала — на как бы „ничьих землях", без прямой возможности обеспечить эти поселки определенным наделом и водой. Двух-трех семей было достаточно для образования оседлости; такие семьи либо переводились сюда из ранее заложенных поселков, либо призывались извне, пополнялись новыми, перекочевывали далее и уже сами затем основывали новые поселки, выписывая сюда земляков. В результате, вместо постепенного освоения территории, русские засельщики оказывались изолированными в своих соединениях и рассыпанными вне сферы действительного орошения, главным образом по притугайной части Голодной Степи.

История жизни каждого из старых поселков, в соответствии с этим, есть вместе с тем и блестящий пример того, как, несмотря на все абсолютно неблагоприятные организационные условия, несмотря на отсутствие экономической поддержки со стороны государства, — даже чуждые краю по всему укладу и навыкам элементы все же держались Голодной Степи и успели здесь, в конце концов, устроиться на-крепко. В числе „нестроений" всякого рода тут имело место и просто отсутствие земли (пос. Запорожский), и особо трудные условия хозяйствования в малярийных и неудобных для богарного земледелия тугаях (пос. Надеждинский, Николаевский и др.), и неурегулированность землепользования (пос. Обетованный, Волынские), в связи со всякого рода спорами, и хаотическое расположение усадеб (пос. Обетованный), и явно непригодные для земледелия почвы (Верхне-Волынский), и совершенно неправильные оросительные устройства.

При почти полном отсутствии у первоначального населения поселков представления не только о местных, но и вообще о способах ведения земледельческого хозяйства, неудивительно, что оно сразу не приняло стационарных форм. Не раз отдельные поселки почти совершенно опустевали, затем вновь заполнялись более или менее переменным и случайным составом, и лишь немногие из них (Конногвардейский) проявили относительную устойчивость в этом отношении. В частности, за 15 лет (с 1899 г.)

litigations of every kind, chaotic situation of manors (Obetovanny), evidently unsuitable for agriculture (Verkhne Volynsky) and very badly built irrigation systems.

It is not wonderful then, that the population of those villages was not stable, especially considering that most of the first settlers had no idea of agricultural practice generally and of its local peculiarity particularly. Some villages at different times were almost completely left, then gradually new population came, this population being of accidental and variable composition. Only few of the villages were relatively stable in that respect. During the 15 years period (since 1899), for instance, in 8 old settlements 35.2 per cent of settlers came away and in most unsuccessful villages (Nikolaievsky and Nadejdinsky) — 80 and 48 per cent respectively; the total amount of population remaining more or less unchanged for the period of 30 years. In all villages, at 1914, there remained only an insignificant percentage of families, which lived there from origine of the respective settlements. In Obetovanny, for instance, not a single such family remained, in Romanovsky — 10, in Volynsky — 20 per cent etc. The increase of householders' number if it took place, was effected chiefly by new settlers, coming in most cases from Ukraine, Volga-Sura and Central Agricultural regions. Only 2.6 per cent of population consisted of first settlers, most of the newcomers, before being established here, migrated for some time in different part of Siberia, Kirguizia and Turkestan and larger part of them (75 per cent) had nothing to do with agriculture, before they came to the Golodnaya Steppe.

Villages of more recent origine were, generally, in the same conditions. In Spassky, for instance, during 7 years, 16.2 per cent of settlers came away owing mainly to malaria, locust, want of agricultural training, poorly built ditch network and alkalization of soils. In Akhman-Kul, during one year (1909 — 1910) the number of holdings decreased from 170 to 27, because of incertitude of their land rights; in three subsequent years, however thes number again increased to 112.

All these and similar data show of course that the process of colonization of the Golodnaya Steppe was not properly organized. In spite of all unfavourable circumstances, however, this process, as already stated above, went on, and in 1914 the number of European household units amounted to 1300, there being 11 (not counting Sretensky) russian agricultural settlements with population of 6000 and total area of land equal to about 65,000 hectares about 1/3 of which area (mostly on its outskirts) was actually used.

Three of these villages (Syr-Dariinsky, Veliko Alexeievsky and Spassky with Dukhovskoy) have been situated near the railway line, on the sublimated part of the plain; the remaining 8 along the Syr-Daria river, on „tugai" lands, 4 northern villages (Obetovanny, Nijne-Volynsky, Verkhne-Volynsky and Akhman-Kul) being situated outside the irrigated zone. Accidentalness of their origin laid a distinct impress on their subsequent history, as in part we have already seen from above, and this refers particularly to the question of irrigation. In this connection it will suffice to note how long a period of time elapsed from the origin of some villages to the moment when the water delivery for irrigation was started, this time being respectively: for Romanovsky — 10 years, for Nadejdinsky — 14 years, for Nikolaievsky — 9 years, and for Konnoguardeisky — 4 years. To say more, water supply was very uneven, and the settlers were not instructed as to proper arrangement of that ditch network, which resulted in some undesirable defects, existing even now. In some years water was not supplied at all, in some years the periods during which the water was delivered and the quantity supplied did not correspond to actual needs, which created of course real disasters for holdings. There are other instances when water supply was superabundant and, the settlers not being trained in proper irrigation practice, chains of lakes and swamps had formed (Romanovsky) or part of lands became waterlogged and alkalized (Konnoguardeisky, Spassky, Veliko-Alexeevsky).

As the result of all this, about 40 per cent of irrigated household units could not be considered as secured as to regular water supply; for a country, where life and productiveness depend entirely upon water, this percentage is very significant. The distribution of water up to recent times was absolutely uncontroled and did not suit to the actual needs, as determined by a proportion of crops adopted by various settlers. This and the lack of properly built system of ditch network hampered the economic development of almost all villages, caused interruptions, crisis etc., — the

в 8 старых поселках убыло 35,2% прежних хозяйств, а в наиболее незадачливых (Николаевском и Надеждинском) — 80% и 48%, при более или менее неизменном тридцатилетнем общем балансе. С другой стороны, к 1914 году во всех поселках оказался лишь незначительный процент семей, живущих здесь с основания: в Обетованном, напр., ни одной, в Романовском 10%, в Волынском 20% и т. д.; увеличение числа хозяйств если и происходило, то главным образом за счет новых пришельцев, преимущественно из Украины, Волжско-Сурского и Центрально-земледельческого района. Только 2,6% населения составляли элемент местный (первопоселенцы), пришельцы же большей частью блуждали перед тем по разным местам Сибири, Киргизии и Туркестана, и большая их часть (75%) не имели до этого никакого отношения к с.-х. промыслу.

Поселки более нового образования являли ту же, в общем, картину. Здесь, как например, в Спасском, за 7 лет выселилось 16,2 хозяйств главным образом из-за саранчи, малярии, неумения вести хозяйство, неудовлетворительности мелкой сети, засолонения почвы; в Ахман-Куле — вследствие неопределенности в землеобеспеченности число хозяйств за один год (1909 — 1910) уменьшилось с 170 до 27, а через три года таковых вновь оказалось 112.

Все эти и аналогичные им данные могли, конечно, свидетельствовать только о неорганизованности процесса заселения Голодной Степи, который, несмотря, как сказано, на все внешние неблагоприятные условия, все же привел к наличию здесь к 1914 году 1300 европейских хозяйств и 11 (без Сретенского) русских земледельческих поселков, при 6000 человек населения, с охватом общей площади земли около 65.000 гектар и с фактическим освоением около 1/3 последней — по окраинам этой площади.

Три из этих поселков расположились у железной дороги, т.-е. на возвышенной плато равнины (Сыр-Дарьинский, Велико-Алексеевский и Спасский с Духовским), остальные 8 — вдоль реки Сыр-Дарьи по тугаям, при чем северные 4 поселка (Обетованный, Волынские и Ахман-Куль) оказались вовсе вне района орошения. Случайность их образования наложила яркий отпечаток на всю последующую, как мы уже отчасти и видели, историю развития каждого из них и прежде всего в области ирригации. Достаточно в этом последнем отношении указать, что вода в пос. Романовском начала подаваться спустя 10 лет после его возникновения; в Надеждинский спустя 14 лет, в Николаевский спустя 9 лет и в Конногвардейский после 4 лет, притом крайне неравномерно и без должного инструктирования в организации мелкой сети, в результате чего в некоторых поселках последняя и до сих пор заключает в себе нежелательные дефекты. Бывали годы, когда вода не подавалась вовсе, или не тогда и не в том количестве, когда это было нужно, и хозяйства поселенцев испытывали, конечно, жесточайшие потрясения, а в других случаях — при излишестве воды или неумении пользоваться ею — образовывались целые цепи озер и болот (Романовский), обнаруживалось заболочение и засоление почвы (Конногвардейский, Спасский, Велико-Алексеевский).

В конечном итоге оказывалось, что 40% хозяйств орошаемых поселков не могли считать себя гарантированными в правильном течении поливного хозяйства; там, где жизнь и продукция всецело зависят от воды, указанный процент представляется достаточно показательным. Распределение воды до самого последнего времени было совершенно неурегулировано и не приведено в согласование с хозяйственными в ней потребностями в соответствии с пропорцией культур домохозяина; к тому же при отсутствии правильно построенной мельчайшей сети — это обстоятельство угнетающе влияло на экономическую эволюцию почти всех поселков, обусловливало перебои, кризисы и т. п.— на общем, притом, фоне длительных споров о самой земле и ликвидированного только в 1910 г. всеобщего бедствия — нашествия саранчи.

Разрозненные, как сказано, в экономическом и пространственном отношениях и неодинакового типа поселки боролись за лучшее будущее каждый своими силами, пока в этот общий мучительный процесс земельных и хозяйственных недоразумений не было решено, в связи с окончанием ирригационных работ в Голодной Степи и предстоящим ее заселением, ввести соответствующий корректив. В соответствии с этим, в начале 1913 года был разработан план разбивки района будущего орошения на земельные участки, согласованный с планом разбивки мелкой оросительной сети, подводящий воду до каждого надела в 8,7 — 10,9 гектар. Первый опыт такой предварительной трассировки был произведен на участке в 2185 гектар между ст. Сыр-Дарьинской и разъездом Золотая Орда. Здесь, на новых уже основаниях, и был образован в том же 1913 году

general conditions being still more aggravated by prolonged litigations about land rights and the invasion of locust, which latter disaster had been liquidated only in 1910.

In such a manner those different in type and scattered over a large area villages, struggled for better future, each one by its own strength, until, at last, it was decided, in connection with the completion of irrigation works and proposed colonization, to regulate this painful and disorderly process. In accordance with this decision, at the beginning of 1913, a new plan has been elaborated; it foresaw the exact coordination between divisions of the area to be irrigated and a ditch network, reaching to every separate land share (8.7 to 10.9 hectares). The first preliminary experiment of such alignement has been made on a square containing 2185 hectares lying between Syr-Dariinskaya railway station and Zolotaya Orda siding. According to these new principles, a village named Alexeievsky has been formed here in the same year (1913); it was to serve as a model in irrigation as well as in other respects, and as a forerunner of future planned use of Golodnaya Steppe lands.

**Census of 1914.**

In 1914 under G. C. Riesenkampf's direction the census has been made of villages in the Golodnaya Steppe; that has made possible a more precise knowledge of their economic situation. The results of census are therefore of great interest for us and may be summarized as follows:

**a) Average composition of families and use of allotments.**

An average size of a family taking into account all villages has been determined as equal to 5.28 souls, 2.38 out of this number being full worker-age. Also was stated that 84 out of 1300 families had no men-workers at all and 942 families had only one man-worker for each family. It is not to be wondered therefore, that overwhelming majority of the families could not manage the task of cultivation of their allotment (generally not less than 8.74 hectares for a holding). There were various forms of land-lease (21,8 per cent of total area of lots [1]) as a result of the above described situation; in addition it may be noted that 31 per cent of the alloted land was not used at all [2]). Only in three villages more than one half of alloted land was cultivated by the settlers themselves (taking into account also employed help) namely in Konnoguardeisky (76), Romanovsky (69) and Nadejdinsky (60 per cent). In all other villages this percentage ranged from 46.1 to 16.2 per cent. The number of holdings which did not lease part of their land and did not use hired hands was insignificant: in Spassky 26 households out of 222, in Veliko-Alexeievsky 16 out of 137, in Romanovsky 38 out of 122, in Nadejdinsky — 11 out of 104 etc., on the average hardly 20 per cent of the total number of agricultural holdings. Out of 13,128 hectares of land belonging to 12 villages, 3823 hectares were not at all under cultivation. At the same time, however, certain part of settlers in Obetovanny and Volynsky stood in need of land and rented it, for instance, in 1912 from the grand duke.

**b) Quantity of agricultural implements.**

The situation regarding agricultural implements was sufficiently good, 910 holdings out of 1300 (70 per cent) having in their possession such implements, as an average there was 1.5 ploughs per one holding. From the implements used for cultivation of cotton, there began to spread the cultivators (201 in Spassky only), and special seeding machines (total number equal to 196). Average value of implements for one household has been determined as equal to 108.8 roubles, the villages situated on the river banks having higher percentage of more expensive machinery, such as reaping-machines and haymowers. Still 17.5 per cent of holdings, of those which cultivated land, had no implements at all. In villages where the settlers were not provided for with land most of the households did not use their implements (in Akhman-Kul 53 out of 100 and in Syr-Dariinsky 72 out of 82). Comparison of the above mentioned average value of implements for russian household in the Golodnaya Steppe (108.8 roubles) with a similar average value for Uzbek holding in Fergana (32.34 roubles) shows that in this respect more favourable conditions prevailed in the Golodnaya Steppe.

---

[1]) This percentage was highest in Nikolaievsky (44), Veliko-Alexeievsky (32.7) and Spassky (23.7 per cent) villages.

[2]) This percentage was highest in Obetovanny (52.5), Nikolaievsky (39.8), Spassky (30.2) and Nadejdinsky (28.3 per cent) villages.

поселок Велико-Алексеевский, который должен был, по идее, явиться показательным — как в ирригационном, так и в прочих отношениях — прообразом предстоящего в будущем планомерного использования Голодной Степи.

**Перепись 1914 года.** В 1914 году Г. К. Ризенкампфом была поставлена подворная перепись голодностепских поселков, еще более уточнившая познание их хозяйственного положения; основные ее результаты могут быть сведены к следующему:

**а) Средний состав семьи и использование наделов.** Средний состав семьи по всем поселкам определился в 5,28 человек, при 2,38 человек полных работников, при чем в 84 из 1300 семей не оказалось вовсе работников мужчин, а в 942 — по одному. Отсюда представляется неудивительным, что громадное большинство семей не было в состоянии справиться с обработкой своей земли (в общем не менее 8,74 гект. на двор), почему здесь и процветали различные виды аренды (21,8% всего надела) [1]), при чем, сверх того, 31% отведенной земли вовсе не использовывалось [2]). Таким образом, средствами самих поселенцев (личный и наемный труд) более половины площади надела обрабатывалось только в трех поселках — Конногвардейском (76%), Романовском (69%) и Надеждинском (60%), а во всех прочих — от 46,1% и ниже (до 16,2%); что же касается количества дворов, обрабатывавших землю без сдачи в аренду и без найма посторонних рабочих, то таковое было незначительно: в Спасском поселке из 222 хозяйств — 26, в Алексеевском из 137 — 16, в Романовском из 122 — 38, в Надеждинском из 104 — 11 и т. д., в общем лишь едва 20% всех обрабатывавших землю хозяйств. Во всяком случае, из 13.128 гектар принадлежавшей 12 поселкам земли — 3.823 гектар не обрабатывалось вовсе, но на ряду с этим часть наиболее нуждавшихся в земле поселенцев (Обетованного и Волынских) арендовала в 1912 г. землю у великого князя.

**б) Обеспеченность с.-х. инвентарем.** Достаточно благополучно обстояло дело с сельско-хозяйственными орудиями. 910 из 1300 хозяйств (70%) обладало таковыми, при чем на одно хозяйство приходилось около полутора плуга, из орудий же, применяемых при культуре хлопка, начали получать распространение и культиваторы (в одном Спасском 201), и специальные сеялки (общим числом 196), и пропашники. Стоимость мертвого инвентаря определилась в среднем на 1 хозяйство в 108,8 рублей, при наибольшей насыщенности дорого стоящими орудиями притугайных поселков (жатки и сенокосилки). При всем том, 17,5% сеявших хозяйств вовсе инвентаря не имели, большая же часть дворов в земельно-необеспеченных поселках (Ахман-Куль, Сыр-Дарьинский) инвентарем совершенно не пользовались (53 и 72 из 100 и 82). Сопоставление указанной средней стоимости инвентаря на русское голодностепское хозяйство (108 руб. 80 коп.) с таковой же средней по узбекскому хозяйству Ферганы (32 руб. 34 коп.) выгодно отличает Голодную Степь и ее засельщиков.

**в) Обеспеченность живым инвентарем.** Голодностепские хозяйства оказались еще более обеспечены живым инвентарем. В среднем на одно хозяйство из числа имеющих скот приходилось: 2,8 голов рабочего скота при минимуме в 2,1 головы; дойных коров от 3,5 до 6,9 голов для тугайных поселков, обеспеченных кормовой площадью, и от 0,6 до 1,5 голов для поселков степных, как Ахман-Куль, Сыр-Дарьинский, Велико-Алексеевский и Спасский, не имеющих лугов и выпаса. Количество рабочего скота находилось в прямом отношении с площадью запашки, а продуктивного — с наличием лугов и запаса.

В отношении указанной выше нормы рабочего скота следует, что она является мало показательной, так как при ее выводе были приняты хозяйства поселков Ахман-Куля и Сыр-Дарьинского, среди которых 43 из 74 рабочего скота вовсе не имели. Тем не менее указанная выше норма в 2,8 рабочего скота представляется значительной по сравнению с обеспеченностью скотом хозяйств Ферганы, где, по данным К. В. Космачевского, на одно хозяйство в среднем приходится 1 голова рабочего скота, при чем сеющие выше 3,6 гектар не достигают голодностепской нормы (2,2 против 2,8).

Это опять является значительным плюсом в пользу интересующего нас района.

**г) Общая площадь орошаемых земель и величина наделов.** Наибольшую пестроту явили собою, как и следовало ожидать, голодностепские поселения в земельном отношении. Нижеприводимая таблица достаточно ярко представит всю неодинаковость землеобеспечения по поселкам.

---

[1]) Более всего по Николаевскому (44%), Алексеевскому (32,7%) и Спасскому (23,7%) поселкам.

[2]) Более всего по Обетованному (52,5%), Николаевскому (39,8%), Спасскому (30,2%) и Надеждинскому (28,3%).

c) Quantity of live-stock.

The Golodnaya Steppe holdings are still better supplied with live-stock. There was observed as the average for one holding possessing cattle: 2.8 heads of working cattle, the minimum being 2.1 heads; from 3.5 to 6.9 heads of milk cows for the villages situated near the tugai, where they are secured with pasture land, and from 0.6 to 1.5 heads for steppe villages, as Akhman-Kul, Syr-Dariinsky, Veliko-Alexeevsky and Spassky, which possess of no meadows or pastures. The number of working cattle was in direct relation to the cultivated area, the number of productive cattle depending directly on the area of meadows and pastures.

It is to note the average number of working cattle mentioned above is little illustrative, because in computing it holdings of the villages of Akhman-Kul and Syr-Dariinsky, among which 43 out of 74 have no working cattle at all, have been taken into consideration. Nevertheless the above figure 2.8 heads of working catlle seems to be high in comparison with the quantity of cattle at Fergana, where by data of K. V. Kosmachevsky the number of cattle per one household averages one head; moreover farms cultivating more than 3.6 hectares do not reach the Golodnaya Steppe average figure (2.2 against 2.8).

This is another point of advantage of the region which we are studying.

d) Total area of irrigated lands and size of allotments.

Diversity of conditions in various villages of the Golodnaya Steppe stands out most emphatically, when we consider the question of land amount. The table printed shows distinctly enough the uneven character of land distribution.

| Name of village | Number of holdings | Total area alloted (in hectares) | Area of unusable land included in to preceding column (in hectares) | Area of usable land per one holding (in hectares) | | | | Irrigated area of fields (in hectares) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Buildings, yards etc. | Arable area | Pasturage | Total | For the whole village | Average per one holding |
| Nikolaievsky . . . . | 69 | 2410 | 843 | 1.63 | 12.64 | 8.39 | 22.66 | 871 | 12.62 |
| Konnoguardeisky . . | 28 | 1007 | 387 | 1.09 | 15.26 | 5.78 | 22.13 | 458 | 13.36 |
| Romanovsky . . . . | 127 | 5062 | 803 | 1.09 | 12.54 | 20.17 | 33.80 | 1642 | 12.93 |
| Nadejdinsky . . . . | 109 | 5919 | 2088 | 1.63 | 12.54 | 20.82 | 34.99 | 1523 | 13.97 |
| Obetovanny . . . . . | 47 | 872 | 255 | 0.11 | 6.65 | 6.10 | 12.86 | 149 | 3.17 |
| Verkhne-Volynsky . . | 93 | 1068 | 265 | 0.87 | 5.45 | 2.50 | 8.82 | — | — |
| Nijne-Volynsky . . . | 103 | 2798 | 1099 | 1.09 | 2.94 | 12.43 | 16.46 | — | — |
| Akhman-Kul . . . . | 100 | 234 | — | 1.09 | 1.20 | — | 2.29 | — | — |
| Syr-Dariinsky . . . . | 82 | 13 | — | 0.22 | — | — | 0.22 | — | — |
| Veliko-Alexeievsky . . | 179 | 1822 | 24 | 0.55 | 9.59 | — | 10.14 | 1797 | 10.04 |
| Spassky and Dukhovskoy . . . . . | 260 | 3258 | 279 | 0.43 | 11.01 | — | 11.44 | 2979 | 11.46 |
| Sretensky . . . . . | 175 | 5521 | 487 | 0.43 | 18.20 | 10.14 | 28.77 | 3257 | 18.61 |
| Total . . | 1372 | 29984 | 6530 | — | — | — | — | 12676 | — |
| Same in per cent . . | — | 100 | 21.8 | — | — | — | — | 42.3 | — |

We may see from this table, that of total area per one household, the greatest part falls on arable lands (42.3 per cent), then follow pasturage, tugai lands and hayfields (30.5 per cent), then unusable lands (21.8 per cent), then buildings, yards etc (3.4 per cent). The most characteristic feature, namely norm of allotments is exceedingly variable not only if we compare villages situated on tugai lands and on the plain, which difference may be easily explained, but within each of those groups. For instance, Verkhne-Volynsky and Nijne-Volynsky had the norm of 8.8 and 16.5 hectares, respectively, while Konnoguardeisky — 22.1 and Nadejdinsky — 35.0 hectares. Similar conditions for agricultural work did not beget the similar norms of allotment and the above table emphasizes the difficulty we had already encountered in the preceding pages.

| Название селения | Число хозяйств | Фактическая площадь землепользования в гектарах | В том числе неудобной в гектарах | На удобной земли на 1 хозяйство приход. гектар | | | | Из полевой земли орошалось гектар | В среднем на 1 хозяйство орошалось гектар |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Усадебной | Полевой | Выгона | Всего | | |
| Николаевский . . | 69 | 2410 | 843 | 1,63 | 12,64 | 8,39 | 22,66 | 871 | 12,62 |
| Конногвардейский | 28 | 1007 | 387 | 1,09 | 15,26 | 5,78 | 22,13 | 458 | 16,36 |
| Романовский . . . | 127 | 5062 | 803 | 1,09 | 12,54 | 20,17 | 33,80 | 1642 | 12,93 |
| Надеждинский . . | 109 | 5919 | 2088 | 1,63 | 12,54 | 20,82 | 34,99 | 1523 | 13,97 |
| Обетованный . . . | 47 | 872 | 255 | 0,11 | 6,65 | 6,10 | 12,86 | 149 | 3,17 |
| Верхне-Волынский | 93 | 1068 | 265 | 0,87 | 5,45 | 2,50 | 8,82 | — | — |
| Нижне-Волынский | 103 | 2798 | 1099 | 1,09 | 2,94 | 12,43 | 16,46 | — | — |
| Ахман-Куль . . . | 100 | 234 | — | 1,09 | 1,20 | — | 2,29 | — | — |
| Сыр-Дарьинский . | 82 | 13 | — | 0,22 | — | — | 0,22 | — | — |
| Велико-Алексеевский . . . . . | 179 | 1822 | 24 | 0,55 | 9,59 | — | 10,14 | 1797 | 10,04 |
| Спасский и Духовской . . . . | 260 | 3258 | 279 | 0,43 | 11,01 | — | 11,44 | 2979 | 11,46 |
| Сретенский . . . | 175 | 5521 | 487 | 0,43 | 18,20 | 10,14 | 28,77 | 3257 | 18,61 |
| Итого . . . | 1372 | 29984 | 6530 | — | — | — | — | 12676 | — |
| В %% . . . . | — | 100 | 21,8 | — | — | — | — | 42,3 | — |

Соответственно переводя в абсолютные величины данные на 1 двор, получаем, что из всех бывших в распоряжении переселенцев угодий наибольшую площадь, 42,3% занимали полевые участки, 30,5% — выпасы, туган и сенокосы, 21,8% — неудобия всякого рода и 3,4% — усадьбы. Но самое характерное здесь — это „норма наделения", резко варьирующаяся не только между притугайными и степными поселками, — что, вообще говоря, совершенно понятно, — но и в пределах каждой из этих групп. Так, напр., надел в Верхне-Волынском поселке равнялся 8,8 гектара, в Нижне-Волынском — 16,5 гектара, поднимаясь в Конногвардейском до 22,1 и в Надеждинском — до 35 гектар. Одинаковые условия хозяйствования не явились предпосылкой для соответственно одинакового землеобеспечения, и таким образом вышеприведенная таблица резко вообще подчеркивает затруднительность каких бы то ни было обобщений, с чем мы уже и имели случай встретиться выше.

**д) Постройки.** К моменту переписи большая часть хозяйств имела собственные жилые постройки и лишь 16,7% из общего числа хозяйств, принадлежащих к наиболее молодым и находящихся еще в периоде организации, не имели собственных построек. Характер построек голодностепских поселков отличался большой пестротой и наряду с прекрасными деревянными строениями у некоторых хозяев (поселки Спасский и Конногвардейский) в тех же поселках наблюдались и примитивные глинобитные мазанки. Особой убогостью жилищ отличался один из наиболее старых поселков — Обетованный.

**е) Величина площади, используемой хозяйствами под посевы, главнейшие культуры и их урожайность.** В результате всей вышеуказанной неодинаковости в основных внешних чертах голодностепских поселков, естественной оказывается здесь и значительная дифференцированность засельщиков в хозяйственном отношении, уже обнаруженная выше при анализе данных о составе семьи и о проценте хозяйств, обрабатывающих землю. Суммарно эта дифференцированность выразилась в следующем: 20,4% всех хозяев ничего не сеяли, 10,4 сеяли менее 3,2 гектар, 30,9% — от 3,2 до 8,7 гектар и 38,3% — свыше 8,7 гектар; таким образом при одной пятой, от всех хозяйств, явной бедняцкой группы, более трети всех хозяев представляли из себя столь же явно зажиточных: 38,3% хозяйств сеяли свыше 5,5 гектар хлопка, при чем на долю одной шестой части всех хлопководов приходится половина всей площади хлопковых посевов.

Выше уже указывалось, что притугайные поселки были поставлены самим фактом их образования здесь в условия, способствующие ведению преимущественно зернового хозяйства. Действительно, тогда как у них зерновые хлеба составили 47,2% посева, а хлопок 26,1% — в степных поселках последняя культура заняла первое место (67,1% всей

e) Buildings.

At the time of census most of the holdings possessed of their own dwelling buildings; only 16.7 per cent of the total number of holdings, being the most young ones and remaining still in the period of organization, possessed of no own buildings. The Golodnaya Steppe buildings display a highly diversified character: whilst some proprietors have perfect wooden houses (at the villages Spassky and Konnoguardeisky), others at the same villages have but primitive mud-wall huts. The poorest dwellings were observed at the Obetovanny, one of the oldest villages in the Golodnaya Steppe.

f) Amount of land used for crops cultivation, main kinds of crops and their yields.

As the result of the above mentioned variableness, as to main outward features of settlements in the Golodnaya Steppe, there can naturally be demonstrated a considerable differentiation of settlers in agricultural respect. This differentiation had already been shown in the preceding lines, where the composition of a family and the percentage of holdings, cultivating land, was investigated. Summarily this differentiation may be illustrated by the following figures: 20.4 per cent of the total number of holdings did not cultivate at all, 10.4 per cent cultivated less than 3.2 hectares, 30.9 per cent from 3.2 to 8.7 hectares and 38.3 per cent — more than 8.7 hectares. Thus one fifth of the total number belonged to the ostensibly poor group, while more one third were evidently wealthy: holdings having more than 5.5 hectares of cotton culture amounted to 38.3 per cent also. One sixth of the total number of cotton cultivators used half of the whole area occupied by cotton.

It was already mentioned above that the villages on tugai lands, due to circumstances, which accompanied their formation, were put into conditions favourable for grain-cultivation in preference. Really, while here the cereals constituted 47.2 of all crops and cotton — 26.1 per cent, in settlements situated on the plain the latter culture occupied the first place, 67.1 of total area, and in Alexeievsky even 78.1 per cent. This fact, however, may be accounted for by the easily explained greediness at the first year of cultivating. In Spassky the percentage of cotton after 9 years of practice stabilized at 59.8 per cent. It is interesting to note, anyhow, that during the last 9 years the cotton cultivating shows a big increase in tugai settlements as well as in those situated on the plain. In 1906 in tugai villages there were 8.7 hectares of cotton crops; in 1914 they amounted to 1439.8 hectares, that is they increased 165 times. For the villages situated on the plain the corresponding figures (not including Alexeievsky) are 60 hectares and 2774 hectares. Even in villages which were not well established cotton area increased 25 times during 9 years. The yield of cotton amounted from 46 to 58 poods per hectare. For other crops the following yields were observed: for alfalfa 260 poods, for wheat — 42, for barley 61.5, for oat and mash (Phaseolus Mungo) — 47 per hectare. Gross return from one hectare of cotton varied on the average from 279.6 to 381.8 roubles, the net profit — from 151.8 to 227.2 roubles from one hectare. Such rates of profit taking into account all existing circumstances should have been entirely satisfactory for the settlers, but the exceedingly heavy (one may say, enslaving) conditions on which almost all settlers (93 per cent) inevitably had to get their money from various private firms, entangled the settlers completely in short time. Only not long before the war these firms moderated their appetites, thanks to the spreading of cooperative organizations, which loaned money to their numbers. The auxiliary occupations among the Golodnaya Steppe settlers due to comparatively large land allotments and the development of cultivating highly productive crops—cotton—did not naturally widely spread.

Summary referring to the irrigated part of the Golodnaya Steppe for the period up to 1914.

Such is the summarized sketch of the history and results of the Golodnaya Steppe colonization up to the beginning of the period, when regular planned development of the Steppe had been undertaken, i. e. up to 1914. 6000 russian peasants and 2207 half-settled natives present the first positive result, with respect to population of the new irrigated system, built according to the European methods.

Cotton-cultivation, the most important problem of Turkestan, had also developed to some extent: in 1914 total area occupied by cotton and cultivated by immigrants mostly, amounted to about 5500 hectares, which constitutes approximately one per cent of the whole area occupied by cotton sowing in Turkestan.

площади), а в Велико-Алексеевском — в частности — 78,1%, что объясняется, впрочем, понятным для первого года азартом; в поселке Спасском процент хлопка остановился, в результате 9-ти летней практики, на 59,8%. Примечательно, во всяком случае, что за 9 последних лет посев хлопчатника необычайно вырос как в степных, так и в притугайных поселках. С 8,7 гектар хлопка, засевавшихся в последних в 1906 году, площадь хлопчатника выросла в них же к 1914 году до 1439,8 гектар т.-е. в 165 раз; с 60 гектар хлопка в степных поселках с того же начального момента — к последнему оказалось (без поселка Алексеевского) 2774 гектар и даже в неустроенных поселках площадь хлопчатника возросла за 9 лет в 25 раз. Урожайность различных культур определялась: хлопчатника — 46—58 пудов, люцерны — 260 пудов, пшеницы — 42 пуда, ячменя — 61,5 пуда, овса и маша — 43 пуда с гектара. Валовой доход с гектара хлопчатника определился, в среднем, от 279,6 до 381,8 рублей, чистый же — от 151,8 до 227 2 рублей, что при всех данных условиях прекрасно устраивало бы хозяина, если бы не совершенно кабальный характер почти неизбежного для всех крестьян (93%) монопольного кредита со стороны разных частных фирм, опутывавших кредитующегося в короткое время полностью и лишь в последнее, перед войной, время, умеривших свои аппетиты под влиянием развития кредитных товариществ. При сравнительно больших наделах и развивающихся интенсивных культурах, отхожие промыслы (внеземледельческие) в среде самих засельщиков особого развития не получили.

**Итоговые цифры по орошенной части Голодной Степи за период до 1914 г.**

Таков наиболее сжатый, суммарный абрис истории и результатов заселения Голодной Степи ко времени приступа к ее планомерному оживлению, т.-е. к 1914 году. 6000 человек русских крестьян и 2207 человек полуоседлых коренных обитателей края — это первый актив по статье „людские рессурсы", вновь построенной европейской системы орошения.

Насущнейшая потребность Туркестана — развитие хлопковых посевов — также получила здесь некоторое развитие и выражение: к 1914 году здесь было засеяно под эту культуру, главным образом переселенцами, около 5,5 тысяч гектар, что составило прирост приблизительно в 1% к общей по всему Туркестану площади посева хлопчатника.

**Жизнь системы в период 1914 — 1922 г.г.**

Развернувшиеся затем события мирового значения, катастрофически отразившиеся на отдельных сторонах народно-хозяйственной жизни России, не могли не сказаться и на Голодной Степи. Прежде всего — вовсе и сразу же отпала надежда на сколько-нибудь быстрое ее заселение. Затем, по мере углубления вызванных войной социально-экономических процессов, здесь постепенно сокращались работы по завершению системы и вместе с тем фактически постепенно же утрачивал смысл и только что установленный порядок отвода орошенных участков; в марте — июне 1917 года в Туркестан шлются уже телеграммы о сохранении в действии только тех частей закона, кои не противоречат провозглашенным февральской революцией лозунгам равноправия, вслед же за октябрем — о прежних правилах уже вообще не упоминалось и дальнейшая судьба окончательно приостановленных временным правительством строительных работ и дальнейшего заселения Степи остается как бы под вопросом.

Так — извне. В самой же Голодной Степи уже в 1915 г. назревает серьезное бедствие в виде заболачивания и засолонения едва ли не большей части системы. С таким старанием устраивавшийся показательный поселок Алексеевский, столь резко в начале пошедший вперед по посеву хлопчатника, вдруг первый, в 70 своих процентах, засолонился, вследствие чрезмерно обильных поливов, в связи с малой пропускной способностью и незначительной глубиной водосборных каналов, при близости минерализованных почвенных вод. За ним последовали и другие поселки, в результате чего здесь спешно были организованы работы по отводу новых участков для потерпевших, старые же подлежали промыву, дренированию и другим способам мелиорации. Постепенно началось бегство с участков; развивалась поголовная и нередко смертельная малярия; забрасывались не только отдельные хутора, но и целые поселки, а тем временем стала разрушаться и сама система орошения северо-восточной части Степи. Заплились неправильно спроектированные каналы и вся Малекская ветвь, искусственные сооружения не поддерживались текущим ремонтом и, оставленные без всякого надзора, разрушались, русло Магистрального канала начало размываться и т. д. и т. д. Казалось, что удары войны и революции обращаются на систему непосредственно и вся она грозила обратиться в несовершенный тип туземного орошения. Неблагоприятные условия сооружения системы получили здесь как бы синтетическое выражение.

**Existence of the system during the period from 1914 to 1922.**

The events of world-wide importance, which occurred at that time and had catastrophical influence on certain lines of social and economical conditions of Russia, reverberated, naturally, in the Golodnaya Steppe also. First of all the hope of even moderately rapid colonization in the Steppe absolutely disappeared. The parallely to the development of social-economic processes, caused by the war, the construction work for the completion of irrigation system was gradually curtailed this fact making useless the recently established procedure of allotment distribution; in March-June of 1917 cables were sent to Turkestan, explaining that only those parts of the law must be considered as valid, which did not contradict to the principles of equality of rights, declared by the February Revolution. After the October Revolution nobody even remembered the old regulations, and the destiny of irrigation construction, stopped by the Provisional Government, and of further colonization of the Steppe remains, one may say, under question.

Such were the outward circumstances. Within the boundaries of the Golodnaya Steppe, already in 1915, begins the distressing process of waterlogging and alkalization of greater part of irrigated lands. Alexeievsky, which had been formed with much endeavour, to serve as a model village, and which, at the beginning, was in the first ranks as to cotton-area, discovered suddenly, that 70 per cent of its lands were spoiled by alkali, as the result of too much irrigation, aggravated by too small a carrying capacity and insufficient depth of drainage ditches and by the high level of mineralized ground water. Similar conditions developed in other villages and works to remedy this situation were hastily organized, new lands were being alloted, instead of those alkalized, and alkali lands were subject to leaching out, drainage and other forms of melioration. The people gradually began to leave their lots; whole villages were left and besides, there developed a general epidemy of malaria with rather frequent mortal cases. At the same time the north-eastern irrigation system began to show some signs of ruining. The incorrectly designed canals and the Malek branch on its entire length had been silted up, the artificial structures left without current repairs and supervision gradually demolished, Main canal bed was scoured etc., etc. The blow of the war and revolution seemed to fall directly on the system, and there was a menace that the whole enterprise will acquire the character of a primitive native irrigation system. These facts seemed to present a summarized expression of all unfavourable circumstances which accompanied the building of the irrigation system.

We see that irrigation, as well as colonization of the north-eastern part of the Steppe went on without a definite plan and system. Obeying to the will of the grand duke, villages sprang up in localities inconvenient for agriculture, one third of the total number of settlements, owing to this policy was situated beyond the zone of irrigation; the question of regular land-alloting was in absolutely defective state. Irrigation construction proceeded slowly and without proper firmness of purpose, — it required 15 years to reach the stage when irrigation could be started, but even at that moment nobody could clearly see, how would be arranged the exploitation of the system for there was no law concerning the colonization of irrigated lands nor were there laid out any principles regulating the local use of water. Constant delays occurred, during the whole period of construction, owing now to shortage of men, now to shortage of materials or money, or what is worse, to redesigning and alteration of the technical part of the project, — up to change of location and constructional principles of the Main canal. For illustrating all these impediments, let us remember the problem of old canal of Nicholas the I, the solution of which had to undergo so many changes.

No attempts of economical organization of the region as a whole can be traced in that enterprise. All the villages were poorly existing as before, without interconnection, without markets, where they could buy and sell, without roads and without solid social and economic center. Only during the last years preceding the war, there appeared various propositions, dealing with that question but they were not realized. A great of many questions, extremely important for the population (as for instance, the organization of regular system of loans, or the organization on a large scale of scientific agricultural help to the population) remained unsolved. Other very important problems had also not been studied; among such problems may be mentioned the

Мы видим, что как сама ирригация, так и заселение северо-восточной части Степи осуществлялись бессистемно, вне взаимной увязки. Волею великого князя поселки возникали не там, где было бы удобно хозяйствовать; в результате треть их оказалась вне сферы орошения, не говоря уже о полной земельной неустроенности населения. Работы по ирригации производились крайне медленно и неуверенно: 15 лет потребовалось для того, чтобы довести, наконец, всю систему до ее открытия; но и в этот момент ни для кого не представлялось ясным, как пойдет дальше эксплоатация оросительных сооружений, ибо закона о заселении орошенных участков еще издано не было, как не было и вообще положений, долженствовавших регулировать местное водопользование. В процессе ирригационных работ происходили постоянные заминки, связанные то с недостатком рабочих, то материалов, то, наконец, денег и еще хуже — с видоизменениями и переработкой, попутно, технической стороны проекта, вплоть до изменения направления и конструктивных оснований Магистрального канала. Достаточно в этом отношении вспомнить многократно по разному разрешавшуюся судьбу старого канала Николая.

Ни о какой экономической организованности района, как целого, не было и речи. Как и ранее, все прежние поселки остались разобщенными, без рынков сбыта и приобретения, без дорог, без опорных хозяйственных и общественных пунктов. Лишь в самое последнее до войны время в этом отношении возникают различные предположения, но таковые в жизнь не проводятся. Множество вопросов самого существенного значения, как, например, об организации правильного кредита для населения, широкой агрономической помощи и т. д. — остаются открытыми; совершенно так же недостаточно освещенной оказывается и существеннейшая проблема о наиболее рациональном по местным условиям типе хозяйств в Голодной Степи, об эволюционном развитии экономической жизни района как целого, о его меновых связях и пр.

Выше также указывалось, насколько мало проработанным оказывался финансовый план и план развития и загрузки системы: перспективы в этой области представлялись туманными.

Словом, все дело ирригации северо-восточной части Голодной Степи представилось невольным, к сожалению, примером того, как не следовало приступать к ее оживлению. Понятно, при этих условиях, что война и революция тем сильнее сказались на организме системы.

1922 год явился для всего Туркестана рекордным в смысле общей, вызванной внешними и внутренними событиями, хозяйственной депрессии. Общая площадь орошаемых земель в этом году составила здесь всего лишь 49% от довоенной (1286 тысяч гектар вместо 2616 тысяч гектар) при следующем распределении культур:

| Наименование главнейших культур | Площадь в тысячах гектар | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1915 г. | | 1922 г. | | |
| | Абсолютная площадь | В % от общей орошаемой площади | Абсолютная площадь | В % от общей орошаемой площади | В %% к площади 1915 г. |
| Хлопок | 654 | 25,0 | 47 | 3,6 | 7,1 |
| Рис | 164 | 6,3 | 145 | 11,3 | 88,4 |
| Прочие культуры | 1.798 | 68,7 | 1.094 | 85,1 | 60,8 |
| Итого | 2.616 | 100,0 | 1.286 | 100,0 | 49,2 |

Уменьшение на 93% посева хлопка — это, конечно, катастрофично для Туркестана; в катастрофическом, вообще, положении оказались повсеместно и оросительные устройства.

Голодная Степь со своей расчитанной свыше чем на 70.000 гектар оросительной системой оказалась, конечно, в состоянии полного хаоса, ибо наступили, как указано выше, условия, исключавшие возможность сколько-нибудь правильной ее эксплоатации. Только что устроенное здесь русское население бросило засоленные наделы и стало вразброд осваивать новые (при каналах) участки, — тот же процесс захватил и коренных обитателей края, в частности казаков, приступивших к использованию воды и земли,

establishment of the type of holdings most suited to the Golodnaya Steppe conditions, the economic evolution of the region as a whole, the trade exchange and s. o.

It has already been mentioned above, that the financial plan of the whole undertaking, as well as the scheme of the colonization and the charge of the system had not been thoroughly worked out. The future in this respect was very vague.

Summarizing, one may say, that the whole undertaking of the irrigation of north-eastern part of the Golodnaya Steppe shows, unfortunately, how this kind of enterprise should not be realized. The influences of the war and revolution redoubled all the mistakes and misfortunes of this region connected with incorrect irrigating system.

The year 1922 was record-breaking for all Turkestan in the sense of the general economical depression caused by the events occurred in the interior and abroad. The total irrigated area in that year amounted only to 49 per cent of pre-war one, namely 1,286,000 hectares as against 2,616,000 hectares. Distribution of crops on this area is shown by the following table:

| Kinds of crop | Area in thousands of hectares | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1915 | | 1922 | | |
| | Area under each crop | Same in percentage of total irrigated area | Area under each crop | Same in percentage | |
| | | | | Of total irrigated area | Of the area occupied before the war |
| Cotton . . . . | 654 | 25.0 | 47 | 3.6 | 7.1 |
| Rice . . . . . | 164 | 6.3 | 145 | 11.3 | 88.4 |
| Other cultures. | 1798 | 68.7 | 1094 | 85.1 | 60.8 |
| Total . . | 2616 | 100.0 | 1286 | 100.0 | 49.2 |

As we see the cotton-area decreased almost by 93 per cent; this shows how serious was the situation. The artificial structures everywhere had also come to the state of complete disorder.

In the Golodnaya Steppe with its irrigation system, calculated to serve more than 70,000 hectares, such conditions prevailed, as already explained above, which prevented any regular operation of that irrigation system. Russian population just settled here had left their lands spoiled by alkali and began to occupy new lots, situated along the canals; this process was going on without any plan, because the land and water were left uncared for. The natives, among them the Kazaks made the same thing. As a result of all these seizures the area irrigated yet in 1922 exceeded the area irrigated in prewar times (about 20,000 hectares against 16,300).

**The period of restoration of the system after 1922.**

Then a grandiose, complicated and difficult task came before the working mass of Central Asia. It was necessary to restore the irrigation of the whole Turkestan, along with the correction of mistakes made in previous period and to make a plan of harmonious utilization of the natural resources of the country, according to new aspects and possibilities.

The reports of corresponding central and local state organizations and the results really got show that the autonomous republics displayed exceptional activity in that respect. Considerable attention had been paid to the Golodnaya Steppe also; the present state of irrigation and colonization there may be summarized as follows.

The irrigated lands of the Golodnaya Steppe at the present time are situated in the commanding zones of two entirely independent systems — that of the North Golodnaya Steppe canal and that of the Begovat canal.

The water for the lands of the first zone is being delivered by the North Golodnaya Steppe canal (formerly Romanov canal), which takes off from the Syr-Daria river the head works being situated near the Begovat village.

This canal has two branches — Right and Left, the latter of which is substantially a continuation of the Main canal. At kilometer 46th, at the Left branch, another canal — the Malek branch takes off.

The second zone is irrigated by the Begovat canal, which takes water also from the Syr-Daria river, having its head works 1½ kilometers downstream from the head sluice of the North canal.

брошенных, в сущности говоря, на произвол стихии. В порядке всякого рода захватов, здесь в 1922 году поливалось все же больше, чем в довоенное время (около 20.000 гектар против 16.300 гектар).

**Период подъема и восстановления системы после 1922 г.**

Перед трудящимися народами Средней Азии встала, вообще говоря, грандиозная по сложности и трудности задача. Фактически предстояло восстановить ирригацию всего Туркестана, наряду с исправлениями ранее допущенных ошибок; мало того,—поставить производительные рессурсы всего края в плановое и гармоническое соответствие с вновь открывшимися горизонтами.

Отчеты соответствующих высших и специальных учреждений и реально достигнутые результаты свидетельствуют об исключительной энергии автономных республик в данной области. Не мало этой энергии было обращено и на Голодную Степь, состояние орошения и загруженности которой представляется к настоящему времени в следующем виде.

В настоящее время орошаемые земли Голодной Степи находятся в сфере командования двух совершенно самостоятельных систем: системы Северного Голодностепского канала и системы канала Беговат.

Подача воды в орошаемый район, находящийся в сфере командования первой системы, осуществляется посредством Северного Голодностепского канала (б. Романовского), питающегося из реки Сыр-Дарьи посредством головного сооружения, расположенного у кишлака Беговат, и двумя его ветвями, Правой и Левой, из которых последняя, являясь непосредственным продолжением Северного Голодностепского канала, отделяет в свою очередь на 46-м километре Малекскую ветвь. Подача воды во второй системе осуществляется каналом Беговат, питающимся также водами р. Сыр-Дарьи и имеющим головное сооружение на 1½ км ниже головного шлюза регулятора Северного Голодностепского канала.

Распределение орошаемых земель Голодной Степи между этими двумя системами представлено в приводимой ниже таблице.

| Наименование систем | Площадь командования в гектарах |
|---|---|
| Система канала Беговат | 5.462 |
| Непосредственно из Северного рабочего канала | 6.555 |
| Из Левой ветви | 80.190 |
| Из Правой ветви | 30.590 |
| Из Малекской ветви | 24.204 |
| Итого | 147.001 |

Как видно из этой таблицы, значение системы Беговат оказывается совершенно ничтожным; в системе же Северного канала центр тяжести орошения падает на Левую и Малекскую ветви, площадь командования которых превышает 100.000 гектар.

Из всей площади командования Северного Голодностепского канала в 1925 г. использовалось под полив лишь 44.180 гектар, составляющих 38,9% от всей площади земель, могущих быть вообще орошенными в указанном году; остальная площадь в размере 72.300 гектар в эксплоатацию не поступала, вследствие того, что 61,8% этой площади были засолены, а 38,2% находились под залежью и перелогами. Наибольшая площадь засоленных земель оказывается сосредоточенной в отдельных пунктах между Правой и Левой ветвями в районе понижения Шур-Узяка, частично на Правой ветви и по левую сторону Левой ветви, а также в районе орошения концевых частей Малекской и Правой ветвей. Общая площадь засоленных земель определена статистически

The distribution of irrigated area between these two systems is shown by the following table:

| Name of canals | Zone of commandment in hectares |
|---|---|
| Begovat canal system . . . . . | 5,462 |
| North Golodnaya Steppe canal straitly | 6,555 |
| Its Left branch . . . . . | 80,190 |
| Its Right branch . . . . . | 30,590 |
| Its Malek branch . . . . . | 24,204 |
| Total . . . . . | 147,001 |

As is seen from the table the Begovat canal plays insignificant part. In North canal system more importance has the Left branch with Malek branch, the zone of commandment of both being slightly more than 100,000 hectares.

From the lands under the North Golodnaya Steppe canal, there were actually irrigated in 1925 only 44,180 hectares or 38.9 per cent of the total area, which could possibly be irrigated in that year. The remaining area could not be used because 61.8 per cent of it were spoiled by alkali, and 38.2 per cent were waste and fallowlands Alkali lands are mostly encountered in separate spots between Right and Left branches in the region of Shur-Uziak depression, then partly along the Right branch, to the South from the Left branch and in the region, irrigated by tail reaches of Malek and Right branches.

Total area of alkali lands has been determined statistically (by testimony of the inhabitants) as equal to 27,000 hectares but more accurate figure and covering the whole area of commandment has been estimated as equal to 64,400 hectares of lands, requiring special reclamation.

In 1926 with the average maximum discharge of the North canal of 54 cubic meters per second, 52,722 hectares were irrigated at the system, out of which 27,078 hectares (51.4 per cent) were cotton lands; the efficiency of the system was 0.42.

In 1927 the Water Economies Institute worked out for the Golodnaya Steppe system a plan of water use which caused an average increase of efficiency by 14 per cent, i. e. its value reached the figure 0.48; in 1927 by the average maximum discharge at 52 cubic meters per second, 60,073 hectares were irrigated out of which 31,183 hectares (51.9 per cent) were under cotton.

In 1928 for the irrigable area of 63,306 hectares instead of 77 water rotations of 1927, there were planned but 27 water rotations, which were more bulky and complicated, owing to which the efficiency rose up to 0.54, i. e. it drew by 12 per cent against the efficiency observed in 1927.

The investigations of the Water Economies Institute displayed that a complete regulation of water use at the Golodnaya Steppe system together with the accomodation of the crop distribution and the irrigation schedule in accord with the maximum use of the canal carrying capacity and the rise of the system efficiency up to 0.6 will allow to irrigate up to 100,000 hectares.

Notwithstanding all unfavourable circumstances the process of colonization of the Golodnaya Steppe after the events of 1917 continued to go on steadily; but this time the natives, in preference, profited by it. In 1917 there were registered in the Golodnaya Steppe 35 villages, in 1920 already 67 villages and auls (settlements of the natives), in 1922 about 90 and in 1925 — 102 settlements of various types. This increase in number of settlements, however, was not proportional to the increase of population, for the inhabitants of several comparatively large settlements moved out and formed a number of small new villages. Some of these villages sprang up spontaneously, founded by small groups of settlers and were of various types with their land and water rights mostly undefined. The general checking of villages and separate groups of settlers, most questionable in that respect, made before the 1924 — 25 operation year, showed that within the zone of the Golodnaya Steppe canal 3872 household units composed of

(по показаниям населения) в 27.000 гектар, более же точно и по всей площади командования в 64.400 гектар, обязательно требующих мелиорации.

В 1926 году, при среднем максимальном расходе Северного канала в 54 *куб. м* в секунду, по системе орошалось 52.722 гектара, из них хлопка 27.078 гектар (51,4%); коэффициент полезного действия был равен 0,42.

В 1927 году для Голодностепской системы Институтом Водного Хозяйства был разработан план водопользования, что дало в среднем увеличение коэффициента полезного действия на 14%, т.-е. значение его достигло величины 0,48; в 1927 году при среднем максимальном расходе в 52 *куб. м* в секунду орошалось 60.073 гектара, из них хлопка 31.183 гектара (51,9%).

В 1928 году для площади орошения в 63.306 гектар, вместо 77 водооборотов 1927 года, по плану водопользования было запроектировано уже только 27 водооборотов, более укрупненных и сложных, вследствие чего коэффициент полезного действия был поднят до 0,54, т.-е. более чем на 12% против наблюдавшегося в 1927 году.

По исследованию Института Водного Хозяйства Средней Азии, при полном упорядочении водопользования Голодностепской системы и приспособлении состава культур и режима орошения, при условии предельного использования пропускной способности канала и доведения коэффициента полезного действия системы до 0,6, возможно оросить до 100.000 гектар.

Несмотря на все неблагоприятные условия, в Голодной Степи после 1917 г. неуклонно продолжал осуществляться колонизационный процесс, но с значительным уклоном в пользу местного населения. При переписи 1917 года в Голодной Степи было зарегистрировано 35 поселков, в 1920 году — уже 67 поселков и аулов, в 1922 г. — до 90, и в 1923 г.—102 населенных пункта разного типа. Конечно, этот прогрессивный рост количества последних не был прямо пропорционален численному увеличению населения; ряд крупных поселков расселился, образовав немногодворные объединения; некоторые же из последних создались в процессе стихийного освоения территории отдельными небольшими группами засельщиков, которые, вообще говоря, представляли собою весьма неопределенную картину как в отношении постоянства своего состава, так и в отношении прав на землю и воду. Предпринятая и проведенная перед 1924—25 операционным годом проверка списков наиболее сомнительных в этом смысле поселков и групп отдельных переселенцев, выяснила, что правом на воду могут пользоваться по системе Голодностепского канала 3.872 единицы из состава местного населения и 3.274 единицы пришлых (европейских). С добавлением сюда 19 хозяйств арендаторов и прочих юридических лиц, общее число зарегистрированных водопользователей на 1925 год определилось в 7.165 единиц, из коих за 7146 трудовыми хозяйствами было закреплено право на воду для орошения около 40.000 гектаров (по 5,5 гекторов за единицу), за арендаторами около 13.000 и за прочими юридическими лицами — около 1.100 гектаров. При этом распределение культур наметилось в следующем виде: хлопчатник—61,3%, зерновые хлеба — 11%, люцерна — 11,6%, рис — 0,3% и прочие культуры (маш, кукуруза и т. п.)—9,9%, при 5,9% земли, занятой под усадьбы.

Численность водопользователей не вполне совпадает, как известно, с численностью хозяйств, и потому весьма трудно при наличности учета за одно время первых, а за другое—вторых, проследить постепенное, начиная с 1898 года, увеличение по Голодной Степи количества хозяйствующих субъектов. Тем не менее этот вопрос все же может быть иллюстрирован по отдельным частям современной системы следующей таблицей (см. табл. на стр. 87).

Эта таблица, при всех сопровождающих ее оговорках, все же достаточно показательна и интересна. Прежде всего бросается в глаза подтверждение вышесказанного о текучести и непостоянстве засельщиков Голодной Степи (в значительной мере признак стихийности, или, во всяком случае, малой степени урегулированности колонизационного процесса), а также о том, что последние годы характеризуются развитием в Голодной Степи туземной колонизации. За 16 первых лет (1898 — 1913 гг.) кривая заселения поднимается здесь крайне медленно — в среднем ежегодно по 40 добавочных к прежним хозяйствам, исключительно европейского типа. Это — период кустарной, так сказать, колонизации великого князя. С 1914 по 1917 год ежегодный прирост количества вновь оседающих в Голодной Степи хозяйств определяется уже в 633 хозяйства, при чем в последнем из указанных годов здесь обнаруживаются уже— и в достаточно значительном проценте (46,1%)—хозяйства местного национального типа.

natives and 3274 units composed of immigrants (europeans) are entitled by law to use the water. Adding to this 19 holdings of tenants, the total number of registered water using units in 1925 amounted to 7165, out of which 7146 labor holdings were entitled to use a total quantity of water sufficient to irrigate about 40.000 hectares (5.5 hectares per unit); the tenant-holdings had the right to irrigate about 13,000 hectares and various corporations about 1,100 hectares. The distribution of crops had been estimated as follows: cotton 61.3 per cent, grains — 11 per cent, alfalfa — 11.6 per cent, rice — 0.3 per cent and other crops (mash, Indian wheat etc) — 9.9 per cent, the amount of land occupied by farm-yards being equal to 5.9 per cent.

The number of water users, as is well known, does not coincide with the number of householdings, and it is very difficult to analyze the gradual increase from 1898 of the number of holdings, because the existing data sometimes refer to holdings, sometimes to water users. Notwithstanding the difficulty, the situation in separate parts of the existing irrigation system may be illustrated by the following table:

| Canals | Number of holdings registered | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1893 [1] | | 1914 | | 1917 | | 1920 | | 1922 | | 1923 | | 1924 [2] | | 1925 [3] | |
| | Total including native | Native | Total including native | Native | Total including native | Native | Total including native | Native | Total including native | Native | Total including native | Native | Total including native | Native | Total including native | Native |
| Begovat (formerly canal of Nicholas the I) | 335 | — | 68 | — | 511 | 371 | 944 | 856 | 605 | 541 | 605 | 541 | — | — | — | — |
| Main canal . . . . | — | — | 155 | — | 182 | 30 | 526 | 349 | 434 | 285 | 460 | 285 | — | — | — | — |
| Right branch . . . | — | — | 665 | — | 495 | 124 | 935 | 245 | 707 | 288 | 711 | 288 | — | — | — | — |
| Left branch . . . | — | — | 257 | — | 1874 | 1186 | 2064 | 1212 | 2628 | 1476 | 2937 | 1757 | — | — | — | — |
| Malek branch . . . | — | — | — | — | 615 | — | 775 | — | 776 | 90 | 777 | 90 | — | — | — | — |
| Total . . . | 335 | — | 1145 | — | 3677 | 1711 | 5244 | 2662 | 5150 | 2680 | 5490 | 2961 | 7149 | 4610 [4] | 8539 | 6000 [4] |

[1]) For 1898 all russian settlements, situated now on the Right branch and Main canal, counted as belonging to the zone of Begovat canal.

[2]) The total taken from the data of census made in 1924.

[3]) The total obtained by dividing the number of inhabitants of the Golodnaya Steppe by 5 (an average size of one family).

[4]) The increase has been assumed to be due exclusively to increased number of native holdings.

The above table, in spite of all its limitations, is still sufficiently demonstrative and interesting. Studying this table one may see first that the above mentioned statement as to the unstability of settlements is true (showing that the colonization was going on in a spontaneous or, at least, insufficiently regulated manner); then, the development of colonization by natives, which took place during recent years, also calls in attention. The curve of populating during the first 16 years (1898 — 1913) rises only slowly, the number of holdings increasing yearly (on the average) by 40 units, all of them consisting of European settlers. It was a period of systemless colonization carried on by the grand duke. From 1914 to 1917 the annual increase in the number of newly settled households is equal to 633 and for the last year of this period there may be observed already a considerable percentage (46.1 per cent) of holdings of local native type. During subsequent years, the absolute and relative importance of native holdings as far as this importance may be measured by the number of holdings, is steadily increasing, and in the last year 1925 the European population constituted only about 25 per cent of the total. It is interesting to note, that according to the above table, the number of settlers decreased during 1920 — 1922, which fact may be explained by the extreme disorganization of irrigating system, water-using disorders, absence of necessary current inspection etc. With the beginning of restoration, the population shows again a tendency

| Наименование каналов | Зарегистрировано хозяйств по годам | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1898 [1] | | 1914 | | 1917 | | 1920 | | 1922 | | 1923 | | 1924 [2] | | 1925 [3] | |
| | Всего | В том числе местн. | Всего | В том числе местн. | Всего | В том числе местн. | Всего | В том числе местн. | Всего | В том числе местн. | Всего | В том числе местн. | Всего | В том числе местн. | Всего | В том числе местн. |
| Беговат (6. Николаевский) . . . . . | 335 | — | 68 | — | 511 | 371 | 944 | 856 | 605 | 541 | 605 | 541 | — | — | — | — |
| Магистральный . . . . | — | — | 155 | — | 182 | 30 | 526 | 349 | 434 | 285 | 460 | 285 | — | — | — | — |
| Правая ветвь . . . . . | — | — | 665 | — | 493 | 124 | 935 | 245 | 707 | 288 | 711 | 288 | — | — | — | — |
| Левая ветвь . . . . . | — | — | 257 | — | 1874 | 1186 | 2064 | 1212 | 2628 | 1476 | 2937 | 1757 | — | — | — | — |
| Малекская ветвь . . . | — | — | — | — | 615 | — | 775 | — | 776 | 90 | 777 | 90 | — | — | — | — |
| Итого . . . . . | 335 | — | 1145 | — | 3677 | 1711 | 5244 | 2662 | 5150 | 2680 | 5490 | 2961 | 7149 | 4610 [4] | 8539 | 6000 [4] |

[1]) За 1898 г. все русские поселки, расположенные сейчас по Правой ветви и Магистральному каналу, отнесены к каналу Беговат.

[2]) В итоге показано число водопользований — по данным проверки 1924 года

[3]) В итоге показано частное от деления всего с.-х. населения Голодной Степи на 5 (средний состав хозяйства).

[4]) Увеличение числа хозяйств полностью отнесено на коренное население.

Далее абсолютное и относительное значение туземных хозяйств — поскольку оно выражается численно — неуклонно возрастает и в последнем, 1925 году, % европейского населения уже едва достигает 25. Из рассматриваемой таблицы видно, что за период 1920—1922 гг. численность засельщиков Голодной Степи уменьшилась; причины заключаются в полной дезорганизации ирригационной системы, в отсутствии планов водопользования, в отсутствии надлежащего эксплоатационного надзора и т. д. В дальнейшем заселяемость Голодной Степи вновь начинает обнаруживать тенденцию к развитию и чем дальше, тем более интенсивную: ежегодный прирост числа хозяйств начинает уже выражаться в тысяче и более единиц. Этот последний период совпадает по времени с национальным размежеванием Средней Азии, создавшим актуальные предпосылки к развитию самодеятельности отдельных народностей. При этом размежевании Голодная Степь была разделена между Казакской и Узбекской республиками и около 75% всей территории Голодной Степи отошло к Казакской республике, а из орошенной площади бо́льшая часть оказалась в пределах Узбекистана. Вследствие этого Казакская республика должна была прибегнуть к расширению орошаемой площади и к настоящему времени сумела создать на вновь прорытом Ирджарском распределителе особую Казакскую волость (около 10.000 гектар)—в составе, пока, около 1.046 вполне землеустроенных на 6-гектарных наделах национальных хозяйств.

Во всяком случае, в части заселения и подъема производительных сил в итоге последнего десятилетия имеется несомненный и крупный шаг вперед: значительное и неуклонное увеличение населения и числа хозяйств при увеличении орошаемой площади почти в три раза [1]), с соответствующим, конечно, ростом общей продукции хлопка. За это время постепенно устанавливаются и упрочиваются основные, в зависимости от естественно-исторических, бытовых и экономических условий, типы хозяйств (европейское промышленно-хлопковое с животноводством, европейское и туземное монокультурно-хлопковое, казакское и узбекское полукочевое и пастбищно-земледельческое), определяются контуры общих отличительных черт сельского хозяйства, как хозяйства целого района, так и его подразделений, создаются мало по малу реальные предпосылки для планового регулирования соответственных экономических процессов и вырисовываются определенные перспективы.

Конечно, все это было бы немыслимо без значительных усилий по ремонту и улучшения системы, что параллельно за это время и осуществлялось: увеличивалась пропускная способность как Магистрального канала, так и его ветвей, улучшалась ра-

[1]) В 1915 году около 16.000 гектар, в 1922 году около 20.000 гектар, в 1923 году около 35.000 гектар в 1925 году около 44.000 гектар.

to rise in number, the rate of it increasing every year and reaching a figure of 1000 holdings units or more annually. This latter period coincided with the national separation of the Central Asia republics, which fact opened real possibilities for activity and self-expression of different nationalities, inhabiting the newly created republics. As a result of the separation, the total area of the Golodnaya Steppe has been divided between the Kazak and Uzbek Republics, the former being entitled to 75 per cent of the total area of the Steppe; the larger part of irrigated lands, however, had been included into the boundaries of Uzbekistan. The Kazak Republic, in consequence, was obliged to take measures to the enlargement of irrigated area, and managed to create to the present time a new Kazak district (volost) about 10,000 hectares situated on the newly built Irdjar distributary and consisting now of about 1046 Kazak holdings, supplied each with 6 hectares of land.

Regarding the colonization and rise of productive activities undoubtedly a great step forward has been made during the last ten years: there has been a considerable and steady increase of population and number of households, the irrigated area increased almost three times[1]) with corresponding increase of cotton output. During this period there have been gradually established the main types of holdings, depending upon the habits and economic and natural conditions, these main being: 1) european (mixt) with industrial cotton growing and cattle breeding, 2) european and native special cotton-growing, 3) Kazak and Uzbek seminomadic and agricultural-pasturage types. During this period also, there have been formed main features of the rural economy, representative of the whole region and of its subdivisions, and the possibilities were created gradually for the future planning and regulation of the economic process.

All this of course would have been impossible to accomplish if, at the same time, considerable efforts had not been made to up-keep, repair and imprive the existing irrigation system. The works of this kind went on during this period: the carrying capacity of the Main canal and branches has been increased, the practice of water delivery (as to time and quantity) has been improved even in the tail-reach region of the canal, the more prominent defects of structures have been corrected, new areas have been irrigated (Irdjar distributary), silted up drainage and waste canals have been cleaned.

In connection with all this it seemed very tempting to enforce the further development of irrigation in the zone of North canal. The considerate attitude towards the big enterprises, assumed generally during last years, has obliged, however, to restrain from the realization of this plan, of accomplishment which seemed at first sight so easy, and to concentrate attention on the Golodnaya Steppe problem in its entirety.

With all its tendencies to progressive revival, the Golodnaya Steppe presents itself as an unstable and not studied thoroughly economic complex. The population scattered over the immense area[2]) and accustomed to deal with vast land and water resources does not feel the necessity of definite order of land use. Cotton cultivation, accompanied by frequent changing of cotton land lots, that is nowhere else met with, is a direct sequence of unstabilized conditions of land use, of constant disorganized and arbitrary occupation of new lands and abandonment of the old land lots and the seizing of virgin lands.

Such wasteful practice results in the increase of the amount of unusable lands for even the good lands, as well as the abandoned lots soon become alkalized and waterlogged areas or into read-swamps, such lands being, naturally, a detrimental and heavy burden for the whole system.

In consequence it was decided that the further development of irrigation on new virgin lands would be unwise without first setting in order the local practices of land and water use, for such development would only result in the increase of waterlogged

---

[1]) In 1915 about 16000, in 1922—20000, in 1923—about 35000 and in 1925—about 44000 hectares.

[2]) Beside the above mentioned population of the irrigated part of the Golodnaya Steppe, there exists a considerable population living on non-irrigated areas: in the central, north-western and south-western parts—semi-nomadic Kazak tribes, in north-eastern part—nomadic Uzbek tribes. According to the data of the Colonization Department (1911—12) the total number of this population was equal to 47225, 91.19 per cent of which belonged to Kazak tribes, 4.2 per cent to Karakalpak and 4.7 per cent to Uzbek tribes.

бота самой системы в смысле своевременности и достаточности подачи воды (даже в концевой части системы), исправлялись наиболее яркие технические недостатки системы, вводились в орошение новые площади земель (Ирджарский распределитель), очищались заилившиеся водосборы и сбросы.

В связи с этим представлялось заманчивым дальнейшее развитие орошения по Северному каналу; но уже усвоенная за последние годы осторожность в подходах к крупным хозяйственным предприятиям заставила воздержаться от осуществления этого, легкого на первый взгляд, начинания до полной увязки этих частичных работ с общей проблемой Голодной Степи во всем ее целом.

Действительно при всем своем, за последнее время, эволюционном стремлении, к оживлению, современная Голодная Степь все же представляет собою еще не устоявшийся и до конца не учтенный хозяйственный организм. Рассыпанное по всей огромной площади командования население[1]), пользуясь и земельным и водным простором, еще не ощущает себя органически введенным в русло определенного земельного режима. „Кочевое" и „переложное" хлопковое хозяйство — нигде больше не встречающееся — составляет здесь пока прямое следствие неурегулированности землепользования, постоянной бессистемной и произвольной распашки земель, забрасывания старых наделов и захватов все новой и новой целины.

В результате хищнического использования, даже хорошие по качеству земли, как и заброшенные наделы, скоро превращаются в засоленные или заболоченные пространства и в камышевые заросли, ложась тяжелым и вредным балластом на систему и постепенно увеличивая процент условной и безусловной неудобицы.

В силу этого, при всех наличных условиях, развивать орошение Голодностепской системы путем включения новых целинных земель, без приведения в порядок всего местного земле- и водо-пользования, было признано явно нерациональным, могущим привести лишь к дальнейшему увеличению площади засоленных и заболоченных земель, и вместо этого, в связи с острой потребностью в увеличении хлопковой площади, был выдвинут вопрос о разрешении проблемы орошения Голодной Степи в целом с коренным переустройством существующей системы и устранением всех дефектов последней. Решение всех этих вопросов и составляет содержание нового проекта орошения Голодной Степи.

---

Более подробные данные, касающиеся населения и населенных пунктов Голодной Степи, можно найти в следующих изданиях:

В. Ф. Караваев. Голодная Степь в ее прошлом и настоящем. Петроград. 1914 г.

К. В. Космачевский. Организация хлопководческих хозяйств. Москва. 1922 г.

Н. К. Ярошевич. Сельское хозяйство и ирригация Средней Азии. Том III, Часть 1-я. Голодная Степь, как хлопководческий район, и ее значение в хлопководстве СССР. Ташкент. 1925 г.

„Вестник ирригации". Ташкент. 1923 — 1928 г.г.

---

[1]) Помимо вышеохарактеризованного населения орошенной части Голодной Степи, на неорошенных ее землях, в центре, на северо-западе, и юго-западе пребывают полу-кочевники казаки, а на северо-востоке — кочевники узбеки. По данным переселенческого Управления (1911 — 1912 г.), общая численность этого населения выражалась в 47.225 человек: 91,19% — казаки, 4,2% — каракалпаки и 4,7% — узбеки.

and alkalized areas. It was proposed accordingly and taking into account the existing urgent need for increased cotton areas, to solve the problem of the Golodnaya Steppe irrigation as a whole, including a full rearrangement of the present irrigation system with the removal of all its defects. The solution of all these questions constitutes the contents of the new Golodnaya Steppe irrigation project.

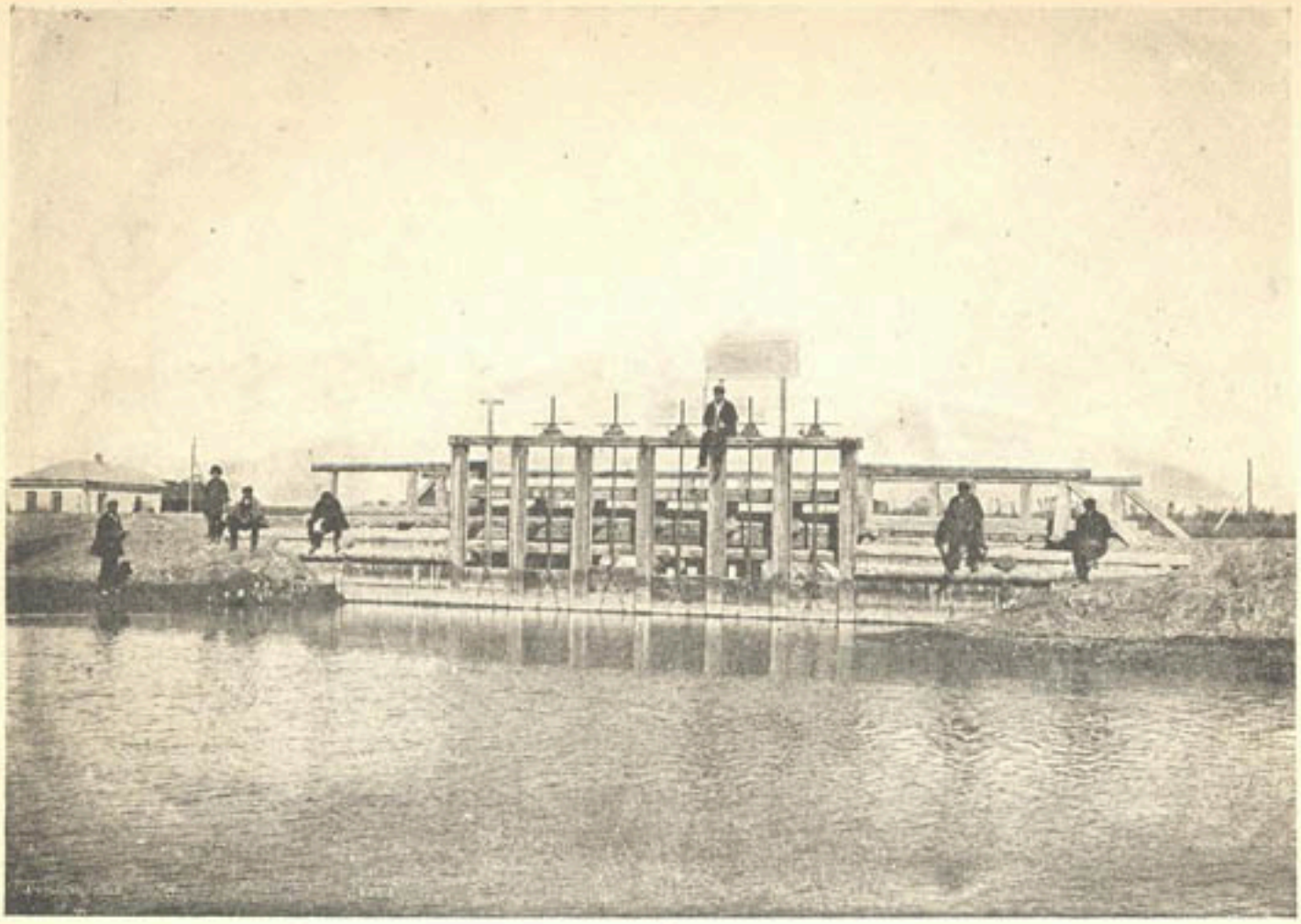
---

There are the books and periodical editions to find more detailed information relating to the population and the settlements of the Golodnaya Steppe (See Russian text, the end of this chapter).

---



The Right branch, 12-th kilometer. A reinforced concrete beam bridge.
Правая ветвь 12-ый километр. Железо-бетонный балочный мост.



The Left branch. The wooden sluice-regulator of the I-st Irdjar distributary.
Левая ветвь. Деревянный шлюз-регулятор I-го Ирджарского распределителя.



The Malek branch. The head sluice of a lateral.
Малекская ветвь. Головной шлюзик оросителя.

## CHAPTER VII.

### Water-consumption at the projected irrigation system.

**General considerations.**

One of the most important questions to be dealt with in the process of working out the scheme of irrigation of the Golodnaya Steppe is the question concerning the amount of water which it will be necessary to take out of the source of irrigation — the Syr-Daria river and deliver to the Steppe. This question is of general importance for all irrigation projects; in this case it was particularly significant because of vastness of the territory proposed for irrigation and in view of the established opinion that the Syr-Daria river does not carry enough water to serve all available and now unoccupied tracts of irrigable lands, that the diversion of water for the Golodnaya Steppe would deprive Fergana and the lands in the lower part of the river and that some special distribution of water is wanted, etc.

The above mentioned circumstances make it necessary to go into a very thorough analysis of the water requirements of the Golodnaya Steppe and their changes during the various periods of life of the projected system, such analysis being inevitable for establishing the fluctuations in the amounts of water to be taken out of the river, delivered to the fields and consumed by the projected irrigation system. In view of all this we permit ourselves to describe first the methods used in this work.

**Variability of chief factors influencing disharge required.**

The watering schedule of different crops, water losses from irrigating channels and water distribution, the character of water demand and consumption development are of a definitely unconstant character, varying in time during the irrigation system development, especially at the initial period of irrigation. Under the same natural conditions their numerical values may undergo very ample variations and depend directly and immediately on the irrigation and agricultural practices and the economics of agriculture prevailing at a given place at a given time. Under the same soil, subsoil and meteorology conditions, „the watering value" [1]) is decidely influenced by the practice of watering, i. e. the watering method itself, the equipment degree, preparation of the field for irrigation, the economical prosperity and customs of labourers. This influence is so great that the extreme limits of the „watering values" may present a several time multiple ratio. Under the Turkestan data „watering value" applied by checkflooding method is more than twice larger than „watering value" used by joyak irrigation method (watering through sinuous furrows, called joyaks). The data of American practice are still more demonstrative. This refers not only to such extreme varieties, as two different methods of irrigation are, but to every successful technical improvement introduced, like, for example, the construction of a sufficiently dense network of ditches, field grading, a more detailed laying-out of irrigation plans, application of furrow method of irrigation in that or other degree of perfection etc., all these leading to considerable reduction of the „watering value".

The same refers also to the „irrigation value" [2]) which only present smaller amplitude of fluctuation and slower rate of evolution.

---

[1]) The „watering value" is the volume of water applied (or to be applied) to one hectare with every separate watering.

[2]) The „irrigation value" is the volume of water applied (or to be applied) to one hectare through the whole irrigation season.

## ГЛАВА VII.

## Водопотребление проектируемой системы.

**Общие соображения.**

Одним из наиболее важных вопросов при разработке схемы орошения Голодной Степи является вопрос о потребном количестве воды, которое должно быть изъято из источника орошения — Сыр-Дарьи, в целях подачи воды в Степь на полив. Вопрос этот, важный для всех проектов, в данном случае имел особое значение в виду обширности предполагаемого к орошению района и в виду укоренившегося взгляда, что в реке Сыр-Дарье воды не хватит для орошения всех ныне свободных земельных массивов, что изъятие воды для Голодной Степи обездолит Фергану и низовья, что необходима какая-то разверстка воды и прочее.

Указанные обстоятельства требовали очень глубокого анализа потребности Голодной Степи в воде в разные периоды жизни проектируемой системы для установления рационального расчетного графика подачи воды на поля и графика потребления воды проектируемой системой из источника орошения, в силу чего мы позволяем себе описать прежде всего методы, принятые нами в данной работе.

**Изменчивость главных факторов, влияющих на расчетный режим.**

Поливной режим отдельных культур, потери воды в сети и при распределении, ход развития спроса и потребления воды имеют непостоянный характер во времени жизни оросительной системы, особенно сильно изменяясь в начальный период. При одних и тех же естественно-исторических условиях они в своем числовом выражении допускают весьма большие колебания и находятся в прямой и непосредственной зависимости от оросительной и агрикультурной техники и экономики земледелия данного места и времени. При одних и тех же почвенно-грунтовых и метеорологических условиях на величину поливной нормы имеет решающее влияние прежде всего техника полива, т.-е. самый способ полива, степень оборудованности и подготовленности полей под орошение, экономическое благосостояние и навыки земледельца. Влияние это настолько велико, что крайние пределы величины поливных норм могут находиться в несколько-кратном отношении между собой. Так, по Туркестанским данным можно установить, что величина поливной нормы при поливе затоплением по палам более, чем в два раза превосходит поливную норму при поливе по джоякам. Данные американской практики еще показательнее. Но не только такие крайние различия, как два разных способа полива, всякое последовательное техническое улучшение, вроде, например, проведения достаточно густой сети подводящих поливных канав, спланирование полей, более мелкая разбивка поливных площадок, применение в той или иной степени совершенства бороздчатого полива и т. п., все это ведет к значительному уменьшению поливной нормы.

С оросительными нормами происходит то же самое, лишь с несколько меньшей амплитудой колебаний и меньшим темпом изменения.

Что касается схемы поливов, то она менее всего подвержена общему изменению, однако и здесь, благодаря, например, применению тщательной обработки и мер по сбережению влаги на полях, предварительной аккумуляции последней и т. п. наблюдаются весьма большие пределы внутренней растяжимости в сроках полива.

Для проектных соображений самое существенное в приведенном факте изменчивости и зависимости поливного режима то, что при нормальных условиях экономического развития хозяйства района и при нормальной постановке службы эксплоатации системы, средний действительно потребный поливной режим культур будет различен в разные моменты развития системы, и абсолютные величины его имеют определенную тенденцию

A rational schedule of waterings is by far less submitted to alterations; nevertheless ample limits of interior elapsability of watering terms are observed, due to the introduction of thorough intertillage, measures for water storing in soils, preliminary accumulation of humidity in soils etc.

For considerations closely relating to the design estimations, the most essential factor in the variability and dependence of the watering regime is, that under normal conditions of economical development of the region and with normally organized exploitation service at the system, the average actual required watering regime of crops will gradually alter with the development of the system, the absolute amounts of water required tending definetely to diminish by and by on account of technical and economical rationalization. It is thus obvious that a resolute water policy, progressive water taxation, cultural work among settlers and measures of technical improvement, persecuted in an engineering system, allowing good possibilities of an acknowledging control of water-use will serve as a good means of artificial influence upon the rate of advancement of this process.

For the purpose of justifying the estimated design schemes of the crop watering regimes, which in their substance correspond neither to the physiological optimum, nor to the schemes securiug the best economical effect under any given conditions, but result from the ample generalization of the imperative regulating order for a great number of components belonging to a very long period of time — it is necessary to be in possession of ample general data which would permit to study fairly well the lows governing the phenomena and to come close to the estimation of the regimes of the main canals by means of a detailed study of water requirements of those separate typical portions into which the whole Steppe might be divided. Such data are not available at the present time so that we are obliged to assume some approximate water requirements curve deduced not only from observed data but from possible imaginary cases also. The more there are reasons to narrow the limits, the preciser will show the solution.

In regard to the area distribution of crops to be adopted there is to solve this question, first of all, on the basis of economical suggestions, unless there are no strict limitations involved in the regime and the power of the source of irrigation. In designing a scheme of water requirements of an irrigation system it is generally desirable to get a curve with load peaks smoothed out, with continuous and durable maximum consumption. In order to satisfy these requirements it is sometimes necessary to turn aside from the optimum irrigation regime of each particular crop. In this case the question arises, which crop is to be given preference to and be secured by the optimum watering and, on the contrary, which crop is to endure certain restrictions. For this scope, all crops proposed in design should be divided into groups in order of their importance and accordiug to the prevailing intentions the economical development of the region is based upon. If, for example, the agriculture is of industrial-technical character, as this is suggested for Golodnaya Steppe, the following division may be assumed:

1-st group — industrial crop — in our case it is cotton. The watering schedule of this crops should be designed on a most favourable manner.

2-d group — industrial domestic crops — these are crops playing a less important part in the economy of an individual holding and agriculture in general; in regard to provision of a normal watering regime, they can be put in a respectively subordinate position against crops of the 1-st group. In our case alfalfa will be the corresponding crop in question.

3-d group — proper domestic crops, i. e. crops of individual or local importance or consumption. In the majority of cases this group presents a rather divergent and variable combination of crops; in our case this group will include cereals, crops grown in raws, mash (Phaseolus Mungo), orchards (melon beds), gardens, vineyards, etc. The watering schedule of this group will mostly depend on the technical requirement of the water consumption diagram and will serve as a material for the purpose of levelling the latter down.

Let us discuss, as a matter of principle, the question of water losses in an irrigation system. As this is well known, the reasons proper of losses are very complicated and various. Though the main factor of losses on canals is,

с течением времени уменьшаться за счет рационализации техники и экономики. Само собой разумеется, что в инженерной системе, допускающей большие возможности сознательного регулирования водопользования, определенная водная политика, затем введение прогрессивной платы за воду, культуртрегерская работа среди населения и меры технического улучшения сети могут явиться хорошим средством искусственного влияния на темп этого процесса.

Для того, чтобы можно было более или менее обосновать расчетные проектные схемы поливного режима культур, которые по своему существу не могут рассматриваться ни как физиологически оптимальные, ни как схемы, дающие максимум экономического эффекта в каких-либо данных условиях, а являются широким обобщением императивно нормирующего порядка для очень большого числа слагающих и за очень большой период времени, нужно было бы обладать широкими обобщающими материалами, дающими возможность изучить законы явления достаточно определенные и подойти к установлению суммарного режима главных каналов путем детального рассмотрения водопотребности тех отдельных типовых участков, на которые можно расчленить всю Степь. Таких материалов в настоящее время мы не имеем, так что поливной режим культур приходится устанавливать приближенно, исследуя явление не только в практически наблюденных, но и в мыслимых пределах. Чем больше имеется оснований для сужения пределов, тем точнее может быть решение.

Что касается проектного распределения культур по площади, то, если не имеется каких-либо жестких ограничений в режиме и мощности источника орошения, вопрос этот разрешается, исходя, прежде всего, из экономических соображений. Однако при построении схемы режима ирригационной системы следует добиваться сглаживания пик потребления и создания длительного непрерывного максимума потребления; для удовлетворения этих требований приходится иногда отступать от оптимального поливного режима каждой культуры. В этом случае возникает вопрос, какой культуре отдать предпочтение, гарантируя ей оптимум условий, и для какой можно допустить некоторые отклонения. С этой целью все намеченные по проекту культуры должны быть разбиты на группы в порядке их важности и в зависимости от того превалирующего признака, по которому строится хозяйство всего района. Так, если земледелие носит промышленно-технический характер, как это мыслится, например, для Голодной Степи, группировка культур может быть такой:

1-ая группа — основные промышленные культуры — в нашем случае сюда относится хлопчатник. Поливной режим этой культуры должен быть предусмотрен в наиболее благоприятном виде.

2-ая группа — промышленно-хозяйственные культуры — это культуры, играющие меньшую роль в экономике индивидуального и общего хозяйства; в отношении обеспечения нормальным поливным режимом, они могут быть поставлены в соответственно подчиненное положение по отношению к культурам I группы. В нашем случае такой культурой является люцерна.

3-ья группа — чисто хозяйственные культуры, т.-е. культуры индивидуального или местного значения или потребления. В большинстве случаев это довольно пестрый и неустойчивый комплекс культур; в нашем случае к этой группе должны быть причислены злаки, пропашные, маш, бахчи, сады, виноградники и т. п. По поливному режиму эта группа может быть поставлена в наиболее зависимое положение от технических требований графика потребления и явится тем материалом, которым выравнивается последний.

Теперь остановимся в порядке обще-принципиального разбора на вопросе потерь воды в ирригационной системе.

Как известно, самые причины потерь весьма сложны и разнообразны. Если основным фактором потерь в каналах является фильтрация, то на потери по всей системе могут влиять: способ и организация водораспределения, техническая оборудованность и качество сооружений, административный надзор, содержание и ремонт каналов и сооружений, ценность воды, бытовые привычки и т. д. Из рассмотрения всей совокупности источников потерь на пути воды от источника и до полей и знакомства с фактическими материалами, можно констатировать: а) что при современном запасе опытных и статистических данных, суммарные потери или коэффициент полезного действия системы можно устанавливать только весьма условно и приближенно; б) что во всех существующих системах, по которым имеются наблюдения, коэффициент полезного действия изменяется со временем в сторону повышения; в начале развития системы имеют место чисто физические причины

surely, the seepage, losses in a whole system may be influenced by several other factors, like: method and organization of water destribution, technical equipment, quality of artificial structures, administrative inspection, maintainance and repaire of canals and structures, price of water, customs of life etc. From examination of all the sources of losses along the way of water from the source of supply to the fields and from close study of actual data the following conclusions may be drawn: a) using the stock of experimental, statistical and all other kinds of data now available, it is possible to establish only very conventionally and approximately the summary losses or the efficiency of the system; b) in all existing irrigation systems, where records are available, the efficiency tends to grow as the time goes by; at the beginning of a system development there are purely physical reasons, which encourage the increase — saturations of soils and subsoils with water and ground water table rise, canal silting etc. — later on technical emprovement measures introduced under the influence of economical conditions requiring the increase of irrigated area begin to play a part; c) the efficiency can be increased to a very high degree by applying technical and partly administrative measures. These measures may consist in artificial silting of the canal reaches where seepage is strong, canal concrete-lining, accurate water sluicing, regular water rotation and water distribution etc.

This makes necessary to put the question of different values of the efficiency, being applied to the same design system, according tho te state, condition and period of time it is contemplated at.

It can occur that the watering regime, being generally dependent on the development of water requirements of crops and losses in the water-supplying system, may for a considerable period of time be in direct dependence on the development of demand for water, i. e. on the rate of the irrigation system, development and settling of the area irrigated. When a new area of actual irrigation is respectively small it is naturally to expect that it will be completely occupied by settlers from the very beginning and that claims for water for the whole 100 per cent area may be set before. On the contrary, if an extensive uninhabited area is proposed for irrigation, it is impossible for claims to be put forth upon the whole 100 per cent of area during the first years, as the rate of development will depend upon a whole series of unfailing economical, technical, financial and social conditions. As this is well known, for the purpose of the settlement of newly irrigated areas, not only the network of the principal irrigation structures must be prepared, but the large and complicated organization of the agricultural life under conditions of artificial irrigation, requiring considerable strain of labour and finance, and a corresponding number of men engaged at the work schould also be completed. All these factors can not be assumed arbitrarily, displaying in every particular case a certain harmonious development and relationship. A disorganized colonization under present conditions should, obviously, be absolutely eliminated. As regards an organized land-settling, it can proceed but in a certain planned order. It is also well known that for the so-called village-ditch network, for city construction in the colonized region and organization of agriculture, a great capital per unit is necessary. The character of this capital is more often quite different from the capital invested on engineering construction. These are principally private means of separate companies, groups or persons, then loans, subsidies etc., which can afflow and accumulate and depend upon many conjuncture conditions. The rational rate of construction progress depends upon labour, materials, weather and is, finally, determined by a certain harmonious plan of development. It is difficult to imagine a situation when during the first years, that all main canals and structures have been set to work, the network and small structures at the periphery of the system were all completed at the same time. If some actual data from our Turkestan and Trans-Caucasian practice are viewed, it will be seen that the development of such systems like the existing Golodnaya Steppe, Murgab and Mugan systems, proceeded far from suddenly, but with much retardation. In regard to native irrigation systems which are built and developped on quite different principles, the proposed apprehension of the system-charge is not quite adaptable. Nevertheless, here also the outstanding fact is, that on most projects the area of so-called „fit with aryk" lands, i. e. lands commanded by a canal, is larger than the area of lands actually irrigated. Some data of foreign practice point

повышения, — насыщение почво-грунтов водой и подъем грунтовых вод, заиление каналов и т. п., — далее же выступают на сцену технические меры улучшения под влиянием экономических причин, требующих расширения площади орошения; в) что коэффициент полезного действия мерами технического и отчасти административного порядка может быть повышен до весьма высокого предела. К этим мерам относятся искусственное заиление сильно фильтрующих участков канала, одежда каналов бетоном, тщательное шлюзование, правильный водооборот и водораспределение и т. п.

Таким образом возникает вопрос о различных значениях коэффициента полезного действия для одной и той же проектируемой системы, в зависимости от того, в каком состоянии, при каких условиях и в какой период времени ее рассматривать.

Помимо зависимости от изменчивости указанных факторов, график потребления воды может находиться значительный период времени в прямой зависимости и от развития спроса на воду, т.-е. от темпа развития системы и освоения орошаемой площади. Когда новая площадь действительного орошения сравнительно невелика, совершенно естественно ожидать, что она в самом же начале может быть занята сплошь населением, и что может быть предъявлено требование дать воду на все 100% площади. Но, если под орошение включается большой незаселенный массив, то здесь уже спрос на все 100% в первые годы невозможен, так как темп загрузки будет ограничен целым рядом непреложных экономических, технических, финансовых и социальных условий. Для освоения больших вновь орошаемых площадей, как известно, должна быть подготовлена не только сеть главных ирригационных сооружений, но должно быть произведено большое и сложное оборудование всей сельско-хозяйственной жизни в условиях искусственного орошения, что требует значительного трудового и денежного напряжения и соответствующего количества людского материала. Все эти факторы не могут быть заданы произвольно и имеют в каждом отдельном случае свое определенное гармоническое развитие и соотношение. Допущение стихийного заселения в современных условиях, повидимому, должно быть совершенно исключено, а организованное землеустройство может итти только известным плановым порядком. Затем, как известно, на так называемую мельчайшую сеть, колонизационное строительство и организацию земледельческого хозяйства требуется большой удельный капитал, при чем характер этого капитала чаще всего совершенно другой, чем начального строительного: это, по преимуществу, частные средства отдельных организаций, групп и лиц, ссуды, субсидии и т. п., которые могут протекать и образовываться в зависимости от многих конъюнктурных условий. Рациональный темп строительства также имеет свои пределы, зависит от рабочей силы, материалов, погоды, и, наконец, определяется известным гармоничным планом своего развития. Трудно себе представить, чтобы с первых лет открытия эксплоатации главных каналов и главных сооружений на всей периферии системы уже были закончены постройкой вся сеть и мелкие сооружения. Обращаясь к некоторым фактическим материалам из нашей Туркестанской и Закавказской практики, можно видеть, что развертывание таких систем, как существующая Голодностепская, Мургабская и Муганская, шло далеко не сразу, с большими перебоями. В отношении туземных систем, строившихся и развертывавшихся на совершенно иных основаниях, наши понятия загрузки не совсем применимы. Однако и здесь обращает на себя внимание тот факт, что на большинстве из них так называемых „обарыченных" земель, т.-е. земель, находящихся в сфере командования канала, больше, нежели фактически орошающихся. Некоторые данные заграничной практики указывают еще с большей определенностью не только на постепенность загрузки, но и на известный типовой характер развития ее, а именно: в начале рост загрузки идет интенсивно, затем постепенно убывает и к 40—50 годам делается совершенно незаметным, не достигая ни в одном из известных случаев более 85% проектной площади.

**Функциональная зависимость между расчетным расходом, коэффициентами загрузки и полезного действия системы и величиной удельной отдачи на поля.**

Суммируя все сказанное, можно утверждать, что проектный режим работы главного канала ирригационной системы не может быть представлен каким-либо одним графиком потребления воды и что действительный потребный расход магистрального канала в каждый данный момент есть функция следующих независимых переменных: суммарного поливного режима культур при данном соотношении их по площади, коэффициента полезного действия водоподающей сети, величины загрузки системы или фактически орошающейся площади и, в том случае, когда имеется повторное использование дренажных и сбросных вод, расхода этих последних.

Примем нижеследующие условные обозначения:

out still more definitely at the graduality of the charge and at a certain standard character of its going on. That is: at the beginning the increase of charge proceeds with great intensiveness, then diminishes gradually and gets quite unnoticeable after 40—50 years, the eventual charge in none of the known cases exceeding 85 per cent of the area estimated.

**Correlation between required discharge, efficiency, charge of the system and value of specific water allowance to the fields.**

On the basis of all above mentioned one may assert that the regime of main canals of the irrigation system couldn't be expressed by any single curve and that actually required main canal discharge at every given moment is a function of the following independent variables: the summary crop watering regime under a given crop distribution, the efficiency of the system or the actually irrigated area and in case, when a reiterated utilization of seepage and waste water takes place, the discharge of the latter variable mentioned is, in its turn, a function of a number of other factors, which instance has already been briefly mentioned above.

Let the following conventional signs be adopted:

$Q_1$ — the discharge of the main canal at the head-sluice, in cubic meters per second;

$Q_n$ — the value of the summary water allowance to the fields (taken from the diagram) in cubic meters per second;

$Q_n^o$ — the value of the summary water allowance on the 100 per cent of area proposed for actual irrigation, the specific water allowance being determined for the initial condition ot water-use $\left(Q_n^o = \frac{\varepsilon_o \Omega_\partial}{1000}\right)$;

$\Omega_\partial$ — area designed to actual irrigation in hectares;

$\Omega_\phi$ — area actually irrigated (net) for the given year in hectares;

$\Omega_{\partial p}$ — area irrigared by reiterated utilization of drainage and waste waters for the given year;

$\eta_1$ — efficiency of the system;

$\varepsilon$ — specific water allowance to the fields in liters per second per hectare $\left(\varepsilon = 1000 \cdot \frac{Q_n}{\Omega_\phi}\right)$;

$\varepsilon_o$ — specific water allowance to the fields required under initial conditions of irrigation, while the irrigation practice havn't yet reached their normal development;

$\xi$ — coefficient of the charge of the system, i. e. the ratio of the actually observed area of irrigation for the given year to the area proposed to actual irrigation and consequently, for colonization $\left(\xi = \frac{\Omega_\phi}{\Omega_\partial}\right)$;

$\alpha$ — coefficient of the alterations of the specific water allowance to the fields for the given $n$-th year of system development, compared with the specific water allowance under initial conditions of irrigation $\left(\alpha = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o}\right)$;

$\beta$ — coefficient indicating the portion of actual area of irrigation, which might be irrigated with the trained waters obtained from checking drainage waters and turning them into distributaries $\left(\beta = \frac{\Omega_{\partial p}}{\Omega_\phi}\right)$.

Then the discharge required at the main canal head at a certain year, during the irrigation system development and at a certain moment of the annual regime will be expressed by the following formula:

$$Q_1 = \frac{\varepsilon (\Omega_\phi - \Omega_{\partial p})}{1000 \eta_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (I)$$

$$Q_1 = \frac{\Omega_\partial \cdot \varepsilon_o}{1000} \cdot \frac{1}{\eta_1} \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} \cdot \frac{\Omega_\phi}{\Omega_\partial} \cdot (1 - \beta) = Q_n^o \cdot \frac{1}{\eta_1} \cdot \xi \cdot \alpha \cdot (1 - \beta) \ldots\ldots \quad (II)$$

or accepting

$$\frac{1}{\eta_1} \cdot \xi \cdot \alpha \cdot (1 - \beta) = A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (III)$$

it will be written:

$$Q_1 = Q_n^o \cdot A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (IV)$$

The expressions obtained are theoretically applicable to every moment of the main canal regime, i. e. they allow to calculate respectively the ordinate of the annual regime curve for every moment of the period.

$Q_t$ — расход магистрального канала у головного шлюза-регулятора в *куб. метр.* в секунду;

$Q_n$ — расход суммарной отдачи на поля (берется из графика режима суммарной отдачи на поля) тоже в *куб. метр.* в сек.;

$Q_n^o$ — расход суммарной отдачи на все 100% площади действительно предназначенной под орошение в данном проекте, при удельной отдаче, установленной для начальных условий водопотребления $\left(Q_n^o = \frac{\varepsilon_o \Omega_\partial}{1000}\right)$;

$\Omega_\partial$ — площадь, захватываемая проектом и действительно предназначенная под орошение, в гектарах;

$\Omega_\phi$ — площадь фактического орошения (нетто) в данном году, в гектарах;

$\Omega_{\partial p}$ — площадь, орошающаяся в данном году за счет использования дренажных и сбросных вод;

$\eta$ — коэффициент полезного действия;

$\varepsilon$ — удельная отдача воды на поля в данном году, в литрах в секунду на гектар $\left(\varepsilon = 1000 \cdot \frac{Q_n}{\Omega_\phi}\right)$;

$\varepsilon_o$ — удельная отдача воды на поля, необходимая при начальных условиях орошения, когда еще хозяйство не приспособилось к нормальному поливному режиму, в литрах в секунду на гектар;

$\xi$ — коэффициент земельной загрузки системы в данном году или отношение фактической орошающейся площади в данном году к общей площади, которая могла бы быть орошена, а, следовательно, и заселена $\left(\xi = \frac{\Omega_\phi}{\Omega_\partial}\right)$;

$\alpha$ — коэффициент, показывающий отношение удельной отдачи воды на поля данного $n$-ого года жизни системы к удельной отдаче для начальных условий орошения $\left(\alpha = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o}\right)$;

$\beta$ — коэффициент, показывающий, какая часть площади действительного орошения может быть орошена вторичными водами, полученными от перехвата дренажных вод и подачи их в распределители $\left(\beta = \frac{\Omega_{\partial p}}{\Omega_\phi}\right)$.

Тогда потребный расход в голове магистрального канала в определенный год жизни оросительной системы и в определенный момент годичного режима может быть выражен таким уравнением:

$$Q_t = \frac{\varepsilon\,(\Omega_\phi - \Omega_{\partial p})}{1000\ \eta} \qquad \text{(I)}$$

$$Q_t = \frac{\Omega_\partial \cdot \varepsilon_o}{1000} \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} \cdot \frac{\Omega_\phi}{\Omega_\partial} \cdot (1-\beta) = Q_n^o \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \xi \cdot \alpha \cdot (1-\beta) \qquad \text{(II)}$$

или приравняв

$$\frac{1}{\eta} \cdot \xi \cdot \alpha \cdot (1-\beta) = A \qquad \text{(III)}$$

переписываем

$$Q_t = Q_n^o \ . \ A \qquad \text{(IV)}$$

Полученные выражения теоретически приложимы к любому моменту годового режима магистрального канала, т.-е. по ним соответственно можно получить ординату кривой потребления для любого момента в течение вегетационного периода.

Для расчета пропускной способности головного сооружения и магистрального канала представляет наибольший интерес изменения максимальной ординаты графика потребления в течение жизни системы. Этим вопросом мы и займемся в дальнейшем.

Имея в виду сделанные замечания, прикинем целый ряд комбинаций с разными величинами отдельных множителей для определения величины $A$ в выражении (III). Полученные результаты сведены в нижеприведенной таблице:

For the calculation of the discharging capacity of the head structure and main canal it is interesting first of all to know the changes which the maximum ordinate of water-requirements curve is likely to undergo during the life of the system. This question will then be considered farther on in this report.

Minding the remarks made, different values of A may be determined by assuming different combinations and different values of every multiplicator of the formula (III).

Results thus obtained are summarized the following table.

| № № of example | $\xi$ | $\eta$ | $\alpha$ | $\beta$ | $A$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1–st | 0.3 | 0.40 | 1 | 0 | 0.75 |
| 2–d | 0.4 | 0.45 | 1 | 0 | 0.89 |
| 3–d | 0.5 | 0.50 | 1 | 0 | 1.00 |
| 4–th | 0.6 | 0.55 | 0.99 | 0 | 1.08 |
| 5–th | 0.7 | 0.60 | 0.95 | 0.01 | 1.05 |
| 6–th | 0.8 | 0.65 | 0.90 | 0.05 | 1.05 |
| 7–th | 0.9 | 0.70 | 0.85 | 0.05 | 1.04 |
| 8–th | 0.9 | 0.75 | 0.75 | 0.05 | 0.86 |
| 9–th | 0.9 | 0.80 | 0.65 | 0.05 | 0.70 |
| 10–th | 0.9 | 0.50 | 0.65 | 0.05 | 1.11 |
| etc. | | | | | |

These scarce examples wherein values of separate elements have been assumed in their approximately probable combinations for different periods of development of the system under different conditions it may endure, are, nevertheless, most illustrative of the instance that the value $Q_t$ during the growing season may vary in a great degree with the age of the system.

It is very difficult to assume concrete values of above mentioned elements determining the regime of irrigation system, due to lack of knowledge in this domain. Approximately, however, it is possible to come up to the solution of the problem and to define the limits.

To make the thing more understable a graphical method is used here. The graphical representation may readily made on the basis of the formula (I). The grafical construction itself may be grounded on the general principle that, if several points or values of a variable are known (the general character at least of its modification is supposed to be known too), then the given points may be connected by a continual line and thus intermediate values of the variable be obtained with more or less approximation. If such time-curves could be plotted for all basic elements forming $Q_t$ then, obviously, the value $Q_t$ could be computed for any arbitrary moment and a continuous curve plotted on the basis of these values. Let us explain the above method on an example for the Golodnaya Steppe.

**Time-curves of specific water allowance.**

The study should begin by the definition of the proposed curve of the specific water allowance to the fields i. e. of the value $\varepsilon$. For this purpose we shall construct several time-diagrams of the summary water allowance to the 100 per cent of area actually adapted for irrigation using the ordinary methods and proliminary data. These diagrams are represented in the atlas, plate 17-th. Diagram 1-st is plotted for the case of initial conditions of irrigation, when a more or less primitive watering practice is experienced, requiring large watering values; diagram 2-d — for the case when watering practice got normally arranged and the fields are, at least, laid out with sufficient irrigation network and levelled; finally diagram 3-d — for the case, when the watering practice will attain the same state, as at the present time, for instance, the cultural standard and experiment agricultural stations and several plots can recomend; in this last case we assume the watering and irrigation values, as extreme minimum.

Out of these diagrams three maximum values of the specific water allowance to the fields are obtained which correspond to typical and different conditions of irrigation and, obviously, to different periods of development of the whole irrigation system. By plotting these values, on the basis of different considerations, on certain points

| №№ примера. | $\varepsilon$ | $\eta$ | $\alpha$ | $\beta$ | $A$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-й | 0,3 | 0,40 | 1 | 0 | 0,75 |
| 2-й | 0,4 | 0,45 | 1 | 0 | 0,89 |
| 3-й | 0,5 | 0,50 | 1 | 0 | 1,00 |
| 4-й | 0,6 | 0,55 | 0,99 | 0 | 1,08 |
| 5-й | 0,7 | 0,60 | 0,95 | 0,01 | 1,05 |
| 6-й | 0,8 | 0,65 | 0,90 | 0,05 | 1,05 |
| 7-й | 0,9 | 0,70 | 0,85 | 0,05 | 1,04 |
| 8-й | 0,9 | 0,75 | 0,75 | 0,05 | 0,86 |
| 9-й | 0,9 | 0,80 | 0,65 | 0,05 | 0,70 |
| 10-й | 0,9 | 0,50 | 0,65 | 0,05 | 1,11 |
| и т. д. | | | | | |

Эти немногие примеры, в которых мы задались значениями отдельных элементов в их приблизительно вероятных комбинациях для разных условий, в каких может находиться система в разные годы своей жизни, с очевидностью показывают, что максимальная величина $Q_s$ в течение вегетационного периода может в сильной степени изменяться с возрастом системы.

Практически очень трудно задаваться конкретными величинами указанных элементов, определяющих потребный режим главных каналов, в виду отсутствия достаточных наблюдений в этой области. Однако, приближенно и в пределах подойти можно. Для наглядности воспользуемся графическим методом.

В основание графического представления удобнее всего положить выражение (I), а при построении кривых изменений отдельных элементов можно условно принять, что если известно несколько точек этих кривых в зависимости от общего аргумента времени, то их можно будет с той или иной степенью приближенности соединить сплошной линией и таким образом получить соответствующие промежуточные значения исследуемых элементов. Если такие кривые изменения во времени удастся наметить для всех основных элементов, слагающих $Q_s$, то, очевидно, для любого момента времени по ним можно будет вычислить значение $Q_s$ и нанести величину его тоже в виде сплошной линии. Поясним этот метод на примере Голодной Степи.

**Построение кривой изменения величины удельной отдачи на поля.**

Начинать работу исследования нужно с установления предполагаемой кривой изменения удельной отдачи на поля (величины $\varepsilon$). Для этого, обычным способом, мы построили несколько графиков суммарной отдачи на поля для 100% площади, действительно пригодной под орошение. Графики эти представлены на листе 17 (см. атлас). График 1-ый построен для случая начальных условий орошения, когда хозяйство ведется более или менее примитивно и может орошаться только при повышенных поливных нормах; график 2-ой — для случая, когда хозяйство вошло в норму и, как минимум благоустройства, имеет достаточную поливную сеть и спланированные поля, и, наконец, график 3-ий — для случая, когда хозяйство достигнет того уровня поливной и агрикультурной техники, какую, скажем, теперь могут рекомендовать культурно-показательные и опытные хозяйства; в этом последнем случае мы условно принимаем поливные и оросительные нормы предельно минимальными.

По этим графикам получаем три максимальных значения удельной отдачи воды на поля, соответствующие различным и характерным условиям орошения и, очевидно, разным периодам развития всей оросительной системы в целом. Задаваясь, по тем или иным соображениям, для указанных значений $\varepsilon$ ординатами времени, строим по трем точкам кривую изменения величины удельной отдачи за весь рассматриваемый период жизни системы. Кроме того, при этом необходимо иметь в виду, что для земель целинных, вступающих первый год под орошение, удельная отдача должна быть увеличена на 75% против величины установленной для начальных условий орошения; для тех же земель на 2-ой год увеличение должно быть на 25% и лишь с 3-го года удельная отдача может быть исчислена для начального периода.

of the abscissa, assumed as time-scale, and by connecting them one with the other,— a time-curve of specific allowance for the whole period of the system development contemplated will be obtained.

It is necessary, moreover, to take into account that the specific water allowance for virgin lands, subjected to irrigation for the first year should be increased by 75 per cent against the value adopted for the initial conditions of irrigation; for the same lands at the second year the increase should be 25 per cent and beginning from the third year only, the specific water allowance should be estimated by the average value for the given period.

Therefore the values of $\varepsilon_{\varphi}$, which presented values used in determining the curves $Q_i$, were computed by the formula:

$$\varepsilon_{\varphi} = \frac{0.49\ (1.75\,\omega_n + 1.25\,\omega_{n-1}) + \varepsilon_0\,\Omega_{n-2}}{\Omega_n}$$

where: $\omega_n$ is the actually irrigated area of the virgin lands of the $n$-th year; $\omega_{n-1}$ — the same area of virgin lands of the previous year; $\Omega_{n-2}$ — the area irrigated during more than two years; $\Omega_n$ — the total area of the actual irrigation of the year in question, equaling evidently $\Omega_{\varphi}$.

Time-curves of the charge of system.

The curves $\Omega_{\varphi}$ representing the growth of the actually irrigated area are constructed on the basis of preliminary general considerations under following suppositions. The first diagram (See atlas, plate 18) represents the most rapid rate of the charge of the system attaining in 15—16 years nearly its maximum. The second diagram represents a slow rate of the charge under extensive development of the system; it has a more smooth appearance, and attains its maximum in 50 years only. Both curves, in their turn, are constructed for two limitations: one attains the practically conceivable maximum limit 85—90 per cent, the other can rise up to the threshold limit of 100 per cent area of actual irrigation. The character of the curves and the time when the maximum charge of the system is attained, are adopted conventionally on the basis of several considerations and data taken from literature. In any case the increase of charge of the system in a large irrigation system may be represented by a rising curve approaching asymptotically to the maximum.

Time-curves of efficiency.

The $\eta$ or the curves of efficiency of a system are also plotted on the basis of the following considerations. The efficiency of a system depends primely on the technical equipment of the system (construction of sluice gates, measures against water losses etc) and on the organization of water distribution (rotation, water taxes etc); therefore among all the factors determining the curve of water regime it is the most apt of being artificially controlled. It is convenient to conceive the evolution of the efficiency in its two extreme limits. In one case the system may keep during an uncertainly long period under extensive custom conditions, like most of our existing systems, presenting the lack of sluice gates, lack of canal concrete-lining, water delivery on request or by custom, etc. In this case the efficiency may increase but very slowly, due to natural reasons, like the general ground water table rise, canal silting, the concentration and growth of population, aiming to extend the irrigable area and to organize the rational water use. In the other case the development of an irrigation system may proceed in an organized manner under the influence of a certain economical and technical policy and will acquire an intensive character; thus, the efficiency influenced by direct and indirect factors, will increase rather rapidly and may attain eventually high values.

The practice of a whole series of modern large irrigation systems proves that for the initial period of development, the efficiency does, generally, not exceed 0.50 being frequently below this figure; under stabilized life conditions and good conditions of watering practice, where, nevertheless, neither concrete-lining of canals, nor other technical improvements are practiced, the value of the efficiency may approach the value of 0.60—0.65. At a system with widely practiced canal concreting and other technical improvements, the effeciency may attain a value of 0.80 and in individual cases (for small systems) even 0.95. According to this the time-curve of the efficiency may be constructed in two following manners (See atlas, plate 18). The

Таким образом величины $\varepsilon_{\phi}$, значения которых вошли в определении кривых $Q_{\phi}$, вычислены по формуле:

$$\varepsilon_{\phi} = \frac{0{,}49\ (1{,}75\ \omega_n + 1{,}25\ \omega_{n-1}) + \varepsilon_n \Omega_{n-2}}{\Omega_n}$$

Вывод формулы ясен сам собою: $\omega_n$ — фактически орошающаяся площадь целин $n$-го года; $\omega_{n-1}$ — такая же площадь целин предыдущего года; $\Omega_{n-2}$ — площадь, орошающаяся более двух лет; $\Omega_n$ — общая площадь фактического орошения данного года; она, очевидно, равна $\Omega_{\phi}$.

**Построение кривой изменения роста земельной загрузки системы.**

Кривые $\Omega_{\phi}$, изображающие рост фактически орошающейся площади, построены на основании предварительных общих соображений в следующих предположениях: на графике первом (см. атлас, лист 18) задан наиболее быстрый ход загрузка системы, который достигает в 15—16 лет почти максимума. На графике втором задан медленный ход загрузки при экстенсивном развитии системы; он имеет более плавный вид и достигает максимума только к 50 годам. Каждая из обеих кривых, в свою очередь, взята в двух пределах: один доходит до практически мыслимого предела максимума 85—90%, другой идет до теоретических 100% площади действительного орошения. Характер очертания кривых и время достижения максимума земельной загрузки приняты условно, на основании ряда соображений и литературных данных. Во всяком случае, рост земельной загрузки крупной ирригационной системы может быть представлен по типу убывающей кривой с асимптотическим приближением к максимуму.

**Построение кривых изменения коэффициента полезного действия системы.**

Кривые $\eta$ или кривые роста коэффициента полезного действия системы тоже нанесены на основании следующих соображений: коэффициент полезного действия системы зависит от технического благоустройства системы (оплюзование, проведение мер по предотвращению потерь воды из каналов и т. п.) и организации водораспределения (установление водооборота и т. д.); поэтому из всех факторов он более всего может поддаваться искусственному регулированию. Можно представить себе изменение и рост коэффициента полезного действия системы в двух крайних пределах. В одном случае система может неопределенно долгий срок оставаться в экстенсивном бытовом состоянии, на подобие большинства существующих наших систем, без достаточного оплюзования, без бетонировки каналов, с водопользованием по требованию или по обычаю и т. п. Тогда коэффициент полезного действия может только медленно повышаться в силу таких естественных причин, как общий подъем грунтовых вод, заиление каналов, уплотнение и рост населения, стихийно стремящегося к расширению орошаемой площади и упорядочению водопользования. В другом случае, развитие жизни на оросительной системе может итти организованным порядком, находясь под влиянием определенного организационного, экономического и технического воздействия, и будет иметь интенсивный характер; тогда и коэффициент полезного действия под влиянием прямых и косвенных причин будет изменяться довольно быстро и может достигнуть высоких значений в пределе.

Практика целого ряда современных крупных ирригационных систем показывает, что в начальный период их развития коэффициент полезного действия бывает не выше 0,50, чаще всего ниже этой величины, а при установившейся жизни и хороших бытовых условиях на системе, в которой, тем не менее, не применяется ни бетонировка каналов, ни все прочие технические достижения, величина этого коэффициента может приближаться к значению 0,60 –0,65. Для системы же с широким применением бетонировки каналов и прочими техническими усовершенствованиями коэффициент полезного действия может достигать значения 0,80 и в отдельных случаях для мелких систем даже 0,95. Соответственно этому на графиках, представленных на листе 18-м, даны две кривые изменения коэффициента полезного действия системы. Кривая $\eta'$ проведена в предположении медленного естественного роста этой величины, начиная от 0,50 в начале жизни системы до предела 0,60 к пятидесятому условному году. Кривой дан в первой половине заданного периода времени перегиб, исходя из тех соображений, что по прошествии периода строительства, которое тоже будет итти сравнительно медленным темпом, и после того, как в жизни системы начнут обнаруживаться нехватки воды вследствие роста загрузки и больших потерь, неизбежно должны быть приняты некоторые систематические меры, хотя бы самого элементарного порядка, по уменьшению потерь. Кривую $\eta''$, исходя из таких общих рассуждений, провести невозможно, так как трудно представить себе характер

curve $\eta_i'$ is plotted under the assumption of a slow natural growth of the value, beginning from 0.50 at the origin of the system development up to the limit 0.60, attained at the 50-th conventional year. The curve is plotted with a bend at the first half-period, as it is suggested that after the completion of construction, which would also proceed rather slowly, and after that in the practice of the system a lack of water would arise, due to the development of settlment and to great losses, certain systematical measures, notwithstanding of whatever elementary kind should inevitably be taken in order to reduce water losses. It is impossible to plot the curve $\eta_i''$ on the basis of similar general suggestions as it is difficult to imagine the character of the extreme intensive growth of the efficiency of a system, lest it is interconnected with any other factors. That is the reason, why it was assumed that the whole newly completed in accordance with the project network will be lined with concrete, so that the efficiency will attain the value 0.80; for the remaining part of the system, i. e. in our case, for the presently irrigated Golodnaya Steppe region, the efficiency will be expressed by the value 0.50 (which is observed in this region now). It is evident that, depending on the charge curve of each year, it will be possible to establish which part of the whole network (assuming it to be proportional to the area of new lands actually irrigated) must be characterized by the value of $\eta_i$ equal to 0.80 and which part by $\eta_i$ equal to 0.50; knowing these data it will be possible to compute values of $\eta_i''$ and plot the curve of $\eta_i''$. Thus for every variant of the curve representing the growth of actually irrigated area ($\Omega_{\phi}$) the curve of $\eta_i''$ will acquire an individual character. On the diagrams presented the curve $\eta_i''$ is constructed up to the moment of maximum land utilization; further on a smooth increase of the efficiency up to the general eventual limit of 0.80 is adopted, which should proceed on account of further improvement and expansion of concreting upon the whole system.

It is to note, that according to the formula (I) and the above obtained time-curves for the values $\xi$, $\varepsilon$ and $\eta_i$, representing the basic factors influencing upon the value of the required main canal discharge, there should be also added the time-curve $\Omega_{vp}$, i. e. the curve of the development of irrigation by using for a second time the waste and seepage waters. But, so far as this instance involves nothing new in the methodology, but rather complicates the discussion, this factor is not considered in the given case, which instance produces a certain allowance in the determination of the eventual discharge ($Q_i$) we are interested in.

**Time-curves of Main canal's maximum discharge.**

After plotting the curves stated and using the expression (I), the corresponding curves $Q_i$ were computed and plotted, these curves representing the alteration of the maximum Main canal discharge required for irrigation under conditions and assumptions stated.

Serious error in the determination of $Q_i$ is here possible in such a case only, when in plotting separate curves independently, substantially incorrect suggestions would be adopted. As far as mistakes of this kind may be made by far easier in using any other method of examination, which do not take into consideration the total sum of factors, it is to admit that the method proposed gives the best possible guarantee of the design being nearest to reality under present conditions and leads to more economical from technical standpoint and, apparently, more rational, from the practical standpoint, results, than this was ever yet attainable. Moreover, this method offers a considerably greater evidence and certainty in estimations. By taking the extreme cases of development and change of the basic elements of the water regime four time-curves of the Main canal maximum discharge required ($Q_i$) are obtained. These curves possess of the property that the real value of $Q_i$ in all logically conceivable cases will infallibly lie somewhere between them or near to one of them. On our diagrams there are, in fact, plotted four pairs of curves; but as each pair differs from another by a certain constant multiplicator, it is feasible to select one curve out of each pair, in order to avoid excess conventionality and to infer a certain allowance coefficient, it is to prefer the upper curve, which attains the theoretical maximum of charge equaling 100 per cent of the area actually designed for irrigation in the project.

All these curves $Q_i$ possess the following general typical features: at the beginning the curve of the maximum discharge, required at the Main canal head, rapidly increases, then after reaching a certain maximum begins to decrease slowly, approaching asymptotically to a certain limit yet unknown by us. This circumstance is

предельно интенсивного роста коэффициента полезного действия системы, не связывая его с каким-либо другим фактором. Поэтому условно было принято, что вся вновь строящаяся по проекту сеть будет пробетонирована настолько, что для нее коэффициент полезного действия сможет достигнуть 0,80; для всей остальной части системы, в нашем случае для ныне орошающегося района Голодной Степи, коэффициент полезного действия будет равен современной величине 0,50. Очевидно, что в зависимости от кривой загрузки, для каждого года, можно будет установить, какая часть всей сети (которую будем считать пропорциональной площади фактического нового орошения) должна будет характеризоваться величиной $\eta_1$ равной 0,80, и какая величиной $\eta_0$ равной 0,50; на основании этих данных возможно вычислить $\eta_i''$ и построить затем кривую $\eta_i''$. Для каждого варианта кривой роста фактически орошаемой площади ($\Omega_\phi$) кривая $\eta_i''$ будет иметь, таким образом, особый характер. На представленных графиках кривая $\eta_i''$ построена лишь до времени наступления максимума земельной загрузки; далее же дано плавное нарастание коэффициента полезного действия до общего конечного предела 0,80, которое должно итти за счет дальнейшего улучшения и распространения бетонировки уже по всей сети.

Необходимо заметить, что согласно формуле (I) к полученным выше кривым изменения величин $\xi$, $\varepsilon$ и $\eta_i$, являющихся основными факторами, влияющими на величину расчетного расхода магистрального канала, следовало бы добавить кривую $\Omega_{o\phi}$, т.-е. кривую развития орошения за счет использования сбросных и дренажных вод. Но поскольку это не вносит ничего нового в методологию, а лишь несколько осложняет рассуждения, в данном случае этого фактора учитывать не будем, допуская тем самым некоторый запас при определении интересующего нас расчетного расхода ($Q_i$).

**Построение кривых изменения величины наибольшего расхода магистрального канала.**

Построив названные кривые и пользуясь выражением (I), были вычислены и построены соответствующие кривые $Q_i$, которые выражают изменение величины наибольшего потребного для оросительных целей расхода магистрального канала при выше определенных условиях и предположениях, и различных их комбинациях.

Серьезная ошибка в определении $Q_i$ здесь может иметь место только в том случае, если при установлении каждой кривой в отдельности допущены качественно неверные предположения и грубо неверно определено наступление того или иного этапа в жизни системы.

Такого рода ошибки могут быть допущены еще больше при всяком другом способе исследования, не учитывающем динамики изменения всех факторов, поэтому предлагаемый метод, как будто бы, сможет дать бо́льшую, при современных условиях, проектную приближенность к истине и более экономичные результаты, чем это делалось до сих пор. Кроме того, этот способ дает большую наглядность и уверенность в решениях. Взяв предельные случаи развития и изменения основных элементов режима, мы получаем четыре кривые изменения потребного наибольшего расхода магистрального канала, т.-е. $Q_i$, в течение жизни системы. Эти кривые обладают тем свойством, что истинная величина $Q_i$ во всех логически мыслимых случаях обязательно будет находиться где-то между ними или близко к одной из них. На наших графиках, собственно, нанесено четыре пары кривых; но, так как попарно они отличаются друг от друга на некоторый постоянный множитель, то можно выбирать только одну из них, при чем, во избежание излишней условности и для внесения некоторого коэффициента запаса, предпочтительней брать верхнюю кривую, доходящую до теоретического максимума загрузки, т.-е до 100% всей площади, действительно предназначенной под орошение.

Все кривые $Q_i$ обладают следующими общими характерными чертами: вначале кривая потребного наибольшего расхода в голове магистрального канала быстро поднимается, достигает известного максимума и потом медленно начинает убывать, асимптотически приближаясь к какому-то нам еще пока неизвестному пределу. Это обстоятельство является существенно важным в установлении расчетной величины наибольшего расхода магистрального канала, от которой может многое зависеть в развитии будущей жизни в орошенном районе и от которой зависят начальные основные затраты на устройство орошения.

**Метод установления расчетного расхода.**

Остановимся на анализе кривых $Q_i$. Прежде всего, очевидно, наиболее важной точкой кривой является максимум. Если этот максимум получается в виде острого пика (кривая $Q'_i$), то, повидимому, несколько лет могут не приниматься во внимание, но если максимум продолжительный, медленно убывающий (кривая $Q''_i$), то вопрос о его срезании задаваемым расчетным

substantially important in estimating the value of the Main canal maximum discharge, upon which may depend, as this is clearly seen, many features of the future life development in the irrigated region, as also the initial expenditure on irrigation.

Method of estimating the discharge required.

Let us analyze the curves of $Q_t$. First of all, obviously, the most important point of the curve is its maximum. If the maximum presents itself in a sharp peak (curve of $Q_t''$), it is apparently feasable to take out of the considerations several years; on the other hand, if the maximum is long-lasting slowly decreasing (curve of $Q_t'$), then the question of cutting it down by adopting any other computative discharge, schould be subjected to thorough weighing. Attention is also to be paid to the ordinates of the utmost remote term. On one hand, the computative discharge established by them will prove, finally, sufficient for the whole area, proposed for irrigation; on the other hand, this leads to minimum and most economical dimensions of all main structures. Nevertheless, we consider it yet impossible to put the calculation value of the Main canal discharges under the dependence of the extreme minimum values of $Q_t$, which are observed at the end of the curves $Q_t'$ and $Q_t''$. First, a minimum discharge as this may seriously impede the rate of charge and of the whole development of the system and may involve such economical and financial consequences as would make the whole enterprise unprofitable for many years; second, the conditions of the far future are, in their substance, the most conventional and uncertain.

Further on, on such diagrams we should always have several curves $Q_t$ — several maxima and minima. It is obvious that the Main canal capacity cannot be computed to answer all possible requirements. It is necessary to choose a certain basic value of the calculative discharge, after which there should be allowed to rely upon temporary increase of dehpt, i. e. canal forcing, upon the lowering of the coefficient of roughness etc. Let us examine two possible cases. When, for example, the curve of the charge of the system is strictly defined, the efficiency is put under thorough dependence from concrete-lining etc; the other case is when the limiting time-curve of every element of the regime will very near approach one another.

In this case, obviously, the Main canal carrying capacity should be ascertained by the maximum ordinate of the curve $Q_t$ being, consequently, of a relatively high value. The initial expenditure on the artificial construction will also be relatively the highest. It is possible to lower this and the other in the only case, when it is technically possible to practice a long-lasting canal forcing during several years or to give at a certain point of the system a supplementary temporary feeding.

The most frequently encountered situation is, when the alteration of every element of the irrigation system regime is to be examined in actual extreme and ample limits, as it is impossible to prove the full authenticity of any given condition. The more indefinite the economical conjuncture is, and the more poor are the investigations of natural conditions and other features of the irrigation region, then the more scarce and the contestable statistical and research data are, so, naturally, the less definite character of the time-curves of the regime elements will be and so larger should be the interval between the extreme assumptions. No formal conclusion from the diagrams can be drawn in this case as all the combinations of conditions and all the maxima of the curves $Q_t$ may be equally probable.

If our attention was to adopt the figure nearest to the utmost maximum, we should adopt in our case the figure 324 cubic meters per second, this being in many respect not rational from both theoretical and economical standpoints. A solution of this kind is only adoptable for primitive technic of the systems of the native type. For the purpose of attaining a logical solution in the case in question, the fundamental technical, policy-economical and financial principles should be established first of all, which could serve as a base for the whole project: by excluding these or other possibilities and conditions, in accord with the principles adopted, the final estimated figure of the Main canal maximum normal discharge should then be approached. Of course, this way of estimation does not in the least affect the method of solving this question, as even in cases of extreme assumptions adopted we didn't receive on our diagrams a single point giving by the expression (III) $A = 2$, which is frequently the case, when a value of efficiency $\eta$ equal to 0.50 is adopted.

расходом уже должен подвергнуться тщательному взвешиванию». Обращают также на себя внимание ординаты самого отдаленного срока. С одной стороны, расчетный расход, заданный по ним, в конце концов, должен оказаться достаточным для всей площади, предназначенной проектом под орошение; с другой стороны, он дает самые минимальные и экономные размеры всем основным сооружениям. Тем не менее, невозможно определять расчетную величину расхода магистрального канала в зависимости от предельно минимальных величин $Q_t$, какие получаются в конце кривых $Q_t'$ и $Q_t''$. Во-первых, такой минимальный расход может весьма стеснить темп земельной загрузки и всего развития системы и повлечь такие экономические и финансовые последствия, какие сделали бы все предприятие на многие годы невыгодным; во-вторых, условия далекого будущего являются, по существу, наиболее условными и неопределенными.

На графиках мы будем иметь всегда несколько кривых $Q_t$ (в нашем случае имеем 4), т.-е. несколько максимумов и несколько минимумов. Ясно, что магистральный канал нельзя рассчитывать на всевозможные требования, а нужно выбрать какую-то одну основную цифру расчетного расхода и дальше допускать только игру на временном повышении наполнения, т.-е. форсировке, на понижении коэффициента шероховатости и т. п. Рассмотрим два возможных случая: например, когда кривая земельной загрузки будет твердо задана, коэффициент полезного действия целиком поставлен в зависимость от бетонировки и т. д.; или когда, например, предельные кривые изменения каждого элемента режима будут весьма близко отстоять друг от друга.

Очевидно, тогда величина пропускной способности магистрального канала должна быть взята по максимальной ординате кривой $Q_t$ и будет относительно высокой. Начальные затраты на сооружения, очевидно, будут также относительно наибольшими. Понизить и то и другое можно только в том случае, если технически представилось бы возможным ввести продолжительную форсировку на ряд критических лет или дать в соответствующем месте сети дополнительное временное питание.

Наиболее же часто может иметь место такое положение, когда изменение каждого из элементов режима ирригационной системы нужно исследовать в действительных крайних и широких пределах, т. к. полную достоверность какого-либо определенного условия невозможно доказать. Чем более неопределенна политико-экономическая конъюнктура, чем слабее изучена природа и все прочее в орошаемом районе и чем меньше опорных статистических и исследовательских данных, тем, естественно, неопределенней, будет характер кривых изменения элементов режима и тем дальше должны отстоять пределы крайних предположений. В этом случае формального вывода из графиков сделать нельзя, т. к. все комбинации условий и все максимумы кривых $Q_t$ могут быть одинаково вероятны.

Останавливаясь на цифре, близкой к наибольшему максимуму (в нашем случае на графике первом), нужно было бы взять 324 *куб. метра в секунду*, однако это было бы во многих отношениях и технически и экономически нерационально. Такое решение может подойти только для примитивной техники на системах туземного типа. Чтобы придти к логическому решению в разбираемом случае, нужно прежде всего установить основные технические, политико-экономические и финансовые принципы, на которых может быть построен весь проект, и в свете их, путем исключения тех или иных возможностей и условий, подходить к окончательной проектной цифре наибольшего нормального расхода магистрального канала. Конечно, от такой постановки значение предлагаемого способа исследования вопроса нисколько не умаляется, т. к. даже при самых крайних предположениях на наших графиках мы не получили ни одной точки, которая по выражению (III) давала бы $A = 2$, как это нередко применяется, когда вводят только постоянный коэффициент полезного действия $\eta = 0{,}50$.

В порядке пояснения метода приведем некоторые предварительные руководящие принципы, которые были приняты почти в самом начале работы по Голодностепскому проекту и играли известную роль в предварительных выводах относительно величины расчетного расхода Магистрального канала. Так, по условиям переживаемого времени было принято, что в проекте необходимо добиться возможно минимальных начальных затрат на постройку, при условии, однако, что проектируемой ирригационной системе в целом должен быть придан характер свободно управляемого и регулируемого механизма, имеющего достаточный запас гибкости для наилучшего удовлетворения всех возможных нормальных требований жизни. В проект входит, как обязательное условие, бетонировка холостой части Магистрального канала и допускается возможность дальнейшего расши-

In order to elucidate the question let us state some preliminary guidance principles, which were adopted nearly from the beginning of the design work on the Golodnaya Steppe irrigation project and played a certain part in preliminary estimation of the Main canal discarge required. So it was adopted, that under conditions of the time current, the project should aim at the minimum initial cost of construction, at the condition, nevertheless, that the projected irrigation scheme, as a whole, should exhibit a character of a readily governed and controlled mechanism, having a sufficient degree of elasticity for the best satisfaction of all possible normal requirements of life. The project includes, as an obligatory condition, the concrete lining of the diversion reach of the Main canal, the further possible advance of concreting being allowed for in order to raise the efficiency of the system and to lessen the exploitation expenses.

It was supposed that the rapid rate of the charge of the system may take place, but its forcing should proceed on account of forcing the technical rationalization of the system and water distribution, and, in the extreme case only on account of supplemantary feeding of main canals.

In accord with the general principles quoted, the Main canal discharge could obviously, be chosen somewhere in the middle between the extreme limits or even nearer to the inferior limit. It would be then feasable to argue in the following manner. Under slow charge of the system, it were most probable that all the basic elements of the regime and, particularly the most important among them — the efficiency ($\eta_i'$), would also progress at a slow natural rate. Then the required Main canal discharge should be very near to the maximum ordinate of the curve $Q'_i$. On the contrary under conditions of rapid natural or artificial increase of the charge of the system, the adequate stimuli for intensive raise of the efficiency are most probable, the more so as this is fully in the hands of technics and money. Then the requiered Main canal discharge should approximate to the maximum ordinate of the curve $Q''_i$ under $\eta_i''$. Consequently if it is impossible to ascertain with sufficient conviction any concrete form of the probable charge of the system development curve and of the time-curves of other elements, it is logical to fix the eventual discharge between the two mentioned ordinates $Q'_i$ under $\eta_i'$ and $Q''_i$ under $\eta_i''$, which will afford a more or less equal approximation to one and to the other natural possibility.

**The method used in determining the question of reserves and some other questions.**

The explained method for eventual Main canal capacity determination for a large irrigation system brings to light one more peculiar circumstance, namely: however cautiously or, on the contrary, audaciously, the eventual discarge $Q_i$ were ascertained, it will sooner or later be recognized superfluous, because, as we demonstrated, under present conditions of technics and economics and the present state of our knowledge, it is impossible to appoint this discharge at about the extreme minimum. In other words, the projector confronts logically the question of the making use in future of the main canals carrying capacity, which question would surely arise sooner or later. The provision of land reserves in the region commanded by the given system would, certainly, offer a general solution of this question. More frequently, the reserves may be the worst by their quality lands or areas of more expensive pumping, irrigation, also the extreme periphery of the region, or, finally, separate territories, which can be gradually supplied by surplus water. Therefore, the question of reserves, which were sometimes recommended as a means of solving the question of water-logging and alkalization or as a necessary economical complement in large irrigation regions, is now approached from quite a different and, truly speaking, an indisputable standpoint, so that the general method described may be used for estimating the area of land reserves.

With this the description of the methodology serving to determine the Main canal required discharge (carrying capacity) is ended. Farther we proceed to the concrete justification of the principal moments of the water economy plan designed for the newly projected Golodnaya Steppe irrigation system, in the sense of constructing the water allowance to the fields diagrams and ascertaining the Golodnaya Steppe Main canal discharge connected with the latter.

**Design of crop distribution.**

Let us discuss first the questions of the probable or designed crop distribution. In dealing with a region irrigated and populated on about one eigth of its total area it may seem natural, under existing conditions of stabilized forms of agriculture and conjuncture of economical factors, to extend

рения бетонировки с целью поднятия коэффициента полезного действия системы и уменьшения эксплоатационных расходов.

Предполагалось, что ход земельной загрузки возможен быстрый, но форсировка ее должна будет идти за счет форсировки технической рационализации системы и водораспределения и, в крайнем случае, за счет возможности дополнительного питания главных каналов.

Очевидно, в свете указанных общих положений, расчетный расход магистрального канала мог быть взят где-то посредине между крайними пределами или даже ближе к низшему пределу и общий ход рассуждений мог бы быть такой: при медленном росте земельной загрузки системы наиболее вероятно, что все основные элементы режима и самый важный из них, коэффициент полезного действия ($\eta_i'$), будут прогрессировать тоже медленным естественным темпом; тогда расчетный расход магистрального канала должен быть близок к максимальной ординате кривой $Q_i'$; наоборот, при крайне быстром естественном или заданном росте земельной загрузки наиболее вероятны и соответствующие стимулы к интенсивному поднятию коэффициента полезного действия, тем более, что это находится всецело в руках техники и денег; тогда расчетный расход магистрального канала должен быть близок к максимальной ординате кривой $Q_i''$ при $\eta_i''$.

Следовательно, при невозможности с достаточной твердостью обосновать какой-либо конкретный вид кривой вероятного хода земельной загрузки и кривых изменения прочих элементов, логично расчетный расход фиксировать между указанными двумя ординатами $Q_i'$ при $\eta_i'$ и $Q_i''$ при $\eta_i''$, что даст более или менее одинаковое приближение к той и другой нормальной возможности.

**Приложение метода к решению вопроса о резервах и некоторых других вопросов.**

Изложенный общий метод определения расчетного расхода магистрального канала большой ирригационной системы выдвигает еще одно любопытное обстоятельство, а именно: как бы осторожно или смело ни была выбрана расчетная величина $Q_i$, рано или поздно она должна оказаться все же избыточной, т. к. мы указали, что при современных условиях техники и экономики и состояния наших знаний брать ее по предельному минимуму невозможно; иными словами, перед проектирующим логически встает вопрос об использовании в будущем избыточной пропускной способности главных каналов системы, которая рано или поздно должна образоваться. Общим ответом на это, конечно, является оставление каких-то резервных площадей в районе командования данной системы. Чаще всего это могут быть или худшие земли по качеству, или площади более дорогого машинного орошения, или крайняя периферия района, или, наконец, отдельные массивы, куда может постепенно перебрасываться избыток воды. Таким образом, к вопросу о резервах, которые иногда рекомендовались или как средство разрешения проблемы заболачивания и засоления, или как необходимое хозяйственно-экономическое дополнение в больших орошаемых районах, мы сейчас подходим совершенно с другой и, собственно говоря, совершенно бесспорной стороны, так что изложенным общим методом принципиально можно пользоваться и для определения величины резервной площади.

На этом заканчиваем описание принятой нами методологии определения расчетного режима магистрального канала. В дальнейшем переходим к конкретному обоснованию основных моментов проектного плана водного хозяйства для вновь проектируемой Голодностепской оросительной системы в смысле построения суммарных графиков отдачи на поля и установления связанного с последним расчетного расхода Голодностепского Магистрального канала.

**Установление проектного распределения культур.**

Остановимся прежде всего на вопросе о вероятном или проектном распределении культур. Мы имеем дело с районом, в котором примерно одна восьмая часть уже орошена и заселена, поэтому казалось бы, что при условии определившихся хозяйственных форм и экономической конъюнктуры естественно было бы картину современного сельского хозяйства в орошенной части распространить на весь остальной район, по крайней мере для ближайшего периода лет. Однако в условиях нашего времени, в виду коренного изменения экономических и социальных условий, указанным путем установить расчетное соотношение культур нельзя. Весь наш экономический строй, подвергнувшись революционной перестройке, продолжает еще переживать переходное время и развиваться по какой-то восходящей кривой. Современная физиономия сельского хозяйства в Голодной Степи, только последние 3—4 года начавшего вновь возвращаться к интенсивной хлопководческой форме после экстенсивно-зернового и упадочного состояния в период голода и разрухи, не может дать твердо уста-

the now-a-day condition of agricultural industry of the lands irrigated upon the whole of the remaining territory, this being right at least for near future. At present time, however, according to new conditions of social and economical life above mentioned method affords no means for estimating the eventual crop distribution. All our economical organization, after suffering the reconstruction of revolution, continues to abide at a transitory period and to develop along a certains rising curve. The present condition of the Golodnaya Steppe agricultural industry which only 3 or 4 years ago started to return from extensive cereal crop cultivation and a state of decay at the period of hunger and ruin, to intensive cotton cultivation cannot be deemed as a stabile state of agricultural life. Besides this—the present state of the Golodnaya Steppe irrigation due to a whole series of natural and historical reasons, is very far from being regular and rational, which, of course, affects the agriculture.

The Golodnaya Steppe irrigation project under design, provides for high grade of mechinical organizatin and regular, readily controlled engineering structures which may serve, as such, a lever for advancing the intensification of agriculture. The interests of the Union as a whole compel to regard the Golodnaya Steppe as a vast source of raw cotton and require the highly intensified forms of land settlement in this region.

All this put together shows that in our case the question of eventual crop distribution should not be solved on the basis of mere statistical data and general economical considerations alone: for correct estimation of the eventual discharge of the Golodnaya Steppe Main canal, it won't suffice to confine one's self to the examination of any average combination of crop distribution, regardless of how well-grounded and intelligent an estimation was made, but it is also necessary to make provision for possible variations of development as in the direction of its intensification with somewhat larger percentage of area under cotton, so also in the direction of extensive forms of irrigation where crops of secondary importance might be of predominating value.

In view of the above mentioned, when estimating the eventual regime of the Golodnaya Steppe Main canal several cases of probable crop distribution have been considered:

1. normal,
2. extreme intensive,
3. extreme extensive,
4. existing traditional (like the type observed in one of the oldest villages Spassky).

It was the most difficult to establish the normal crop distribution for the future Golodnaya Steppe. It was shown by special investigations that for the main bulk of lands in the Central part of the Golodnaya Steppe all conditions are favourable for the development of industrial cotton growing, having a tendency towards the monoculture of this crop. Meanwhile, for periphery regions — river side district, regions bordering the „tugai" (floodway lands) and the Kizil-Kum desert and semi-mountainous region — the possibility of existence of mixed pasture-agricultural farming in which cattle-breeding and cotton cultivation both take part, has been demonstrated. The above mentioned investigations have proved the possibility of the following types of farming:

1. higly intensive, mechanized, operated by the governement (Sovkhoz),
2. European, industrial cotton farming,
3. Uzbek industrial cotton farming,
4. Kasak industrial cotton farming,
5. European mixed industrial cotton farming,
6. Uzbek pasture-agricultural farming,
7. Kazak pasture-agricultural farming.

Indenpendently from these seven types there is the possibility of development of a special suburban industrial farming.

The distribution of crops in the above mentioned types is characterized by data presented on the following table:

повившуюся картину сельско-хозяйственной жизни. Кроме того, и современное состояние орошения Голодной Степи, в силу целого ряда исторических и бытовых причин, весьма далеко от правильного и рационального, что несомненно отразилось и на состоянии сельского хозяйства.

Между тем разрабатываемый проект орошения Голодной Степи предусматривает создание высоко-технически организованной и хорошо регулируемой инженерной системы, которая сама по себе должна явиться рычагом в деле интенсификации сельского хозяйства. Наконец, интересы всего Союза заставляют рассматривать Голодную Степь, как большой источник хлопкового сырья и требуют высоко интенсивных форм освоения вновь орошаемых земель в этом районе.

Все это, вместе взятое, указывает, что в нашем случае вопрос проектного распределения культур на основе только простых статистических данных и общих экономических соображений решить нельзя; для правильного подхода к расчетной цифре расхода Голодностепского Магистрального канала нельзя ограничиться рассмотрением только какой-либо одной комбинации соотношения культур, с какой бы основательностью и глубиной она ни была установлена, а необходимо предусмотреть также и возможные отклонения как в сторону более интенсивных форм с увеличенным процентом площади, отводимой под хлопчатник, так и в сторону более экстенсивных форм, где могут занять доминирующую роль культуры второстепенного значения.

В силу изложенного при определении расчетного режима Магистрального канала рассматривались несколько случаев возможного распределения культур, а именно:

1. нормальное,
2. предельно-интенсивное,
3. предельно-экстенсивное и
4. современное бытовое (по типу одного из самых старых поселков. Спасского).

Наиболее трудно было подойти к установлению нормального распределения культур для Голодной Степи будущего. Специальным исследованием было показано, что для основного центрального массива Голодной Степи имеется наличие всех предпосылок для развития здесь промышленного хлопкового хозяйства с тенденцией к монокультуре, а для районов по периферии — приречная и притугайная части, Предкызылкумье и предгорный район — имеется возможность существования смешанных пастбищно-земледельческих хозяйств, в которых наряду с хлопководством должно играть роль и животноводство. Названным исследованием была доказана возможность существования следующих хозяйств:

1. высоко-интенсивное, механизированное, совхозное,
2. европейское промышленно-хлопковое трудовое,
3. узбекское промышленно-хлопковое трудовое,
4. казакское промышленно-хлопковое трудовое,
5. европейское смешанное промышленно-хлопковое трудовое,
6. узбекское пастбищно-земледельческое трудовое,
7. казакское пастбищно-земледельческое трудовое.

Независимо от этих семи типов, имеется еще возможность развития особого типа пригородного промышленного хозяйства.

Соотношение культур на указанных хозяйствах характеризуется данными, приведенными в следующей таблице:

| Типы хозяйств | Занято под: | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | хлопчатником | люцерной | яровыми и озимыми зерновыми | пропашными, кормовыми и пр. | Итого |
| 1. Совхозное, высокоинтенсивное, машинизированное . . . . . | 75% | 25% | — | — | 100% |
| 2. Европейское промышл. хлопковое . | 70% | 30% | — | — | 100% |
| 3. Узбекское промышл. хлопковое . . | 60% | 30% | 10% | — | 100% |
| 4. Казакское промышл. хлопковое . . | 70% | 30% | 10% | 10% | 100% |
| 5. Европейское смешанное промышленно-хлопковое . . . . . | 50% | 25% | 17% | 8% | 100% |
| 6. Узбекское пастбищно-земледельческое . . . . . | 60% | 30% | — | 10% | 100% |
| 7. Казакское пастбищно земледельческое . . . . . | 50% | 30% | 10% | 10% | 100% |

| Types of farming | Percentage of area under: | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Cotton | Alfalfa | Spring and winter cereals | Legumes, fodder plants etc. | Total |
| 1. Highly intensified and mechanized (Sovkhoz) . | 75 | 25 | — | — | 100 |
| 2. European industrial cotton farming . . . . . | 70 | 30 | — | — | 100 |
| 3. Uzbek industrial cotton farming . . . . . | 60 | 30 | 10 | — | 100 |
| 4. Kazak industrial cotton farming . . . . . | 50 | 30 | 10 | 10 | 100 |
| 5. European mixed industrial cotton farming . . | 50 | 25 | 17 | 8 | 100 |
| 6. Uzbek pasture-agricultural farming . . . . . | 60 | 30 | — | 10 | 100 |
| 7. Kazak pasture-agricultural farming . . . . . | 50 | 30 | 10 | 10 | 100 |

General lines of the development of agriculture in the Golodnaya Steppe are thought of as tending to the full utilization of highly intensified state (sovkhoz) and collektive (colkhoz) cotton farms, that is in the direction of cotton monoculture and large percentage of alfalfa; this being so because the diagram of water consumption satisfying the requirements of these forms of agriculture (more than 50 per cent of cotton and 30 per cent and more of alfalfa) will a priori satisfy the requirements of less intensified forms of agriculture.

Assuming, that the sovkhozes will ccupy from 20 to 25 per cent of the total area of new irrigation and that the remaining area may be utilized by the colkhozes and individual farms of „industrial cotton" character, the following crop distribution on the whole area in the commanding zone of the Main canal has been arrived to:

cotton . . . . . 60 per cent
alfalfa . . . . . 30 „ „
winter corn . . . . . 6,1 „ „
crops grown in rows etc . . . . . 3,9 „ „

The introduction into calculations of other three types of farming, i. e. the mixed cotton type and the pasture agricultural type would slightly reduce the percentage of area under cotton and increase the percentage of area under winter corn and crops grown in rows, leaving the percentage under alfalfa unchanged.

For the extremely intensified type of the crops distribution the scheme was adopted, in accordance with reports and discussions of Cotton Congress held at the town Tashkent at the end of 1925, and Sessions of local specialists; the general situation, as outlined by the activities of the Chief Cotton Commitee, was also taken in consideration. On the basis of all these sources a definite conclusion was carried out, that cotton cultivation in the Golodnaya Steppe should be developed to its maximum and that the alfalfa as alternate culture should occupy an important place in crop distribution. Alfalfa is deemed as not only a profitable and necessary forage plant, but yet a single restorer of soil fertility too, which cannot be substituted by thorough subsoiling or artificial fertilization. The opinion of the majority was that under these conditions the limit of probable development of area under cotton would be 65 per cent of the total area under crop. In accordance with the above said the following scheme of crop distribution was adopted:

cotton . . . . . 65 per cent of the total area,
alfalfa . . . . . 25 „ „ „ „ „ „
other crops, gardens and vegetables . 10 „ „ „ „ „ „

As a probable case of extensive crop distribution in the Golodnaya Steppe regions of industrial cotton cultivation the crop distribution assumed in the project of 1916 for the self-contained farm holds was adopted. It was named self-contained because it allowed the individual holding as well as the whole region of the Golodnaya Steppe to satisfy their needs in bread and other products of agriculture.

This distribution is as follows:

cotton . . . . . 33 per cent
alfalfa . . . . . 33 „ „
winter and spring corn . . . . . 29 „ „
crops grown in rows . . . . . 5 „ „
mash (Phaseolus Mungo) — catch crop . . . . . 11 „ „

Общая тенденция развития хозяйства Голодной Степи мыслится в сторону полного использования ее высокоинтенсивными хлопко-промышленными совхозами и колхозами, т.-е. в сторону монокультуры хлопчатника и солидного люцернового клина, так как график потребления, удовлетворяющий этим типам хозяйств, с большим (более 50%) клином хлопчатника и со значительным клином (30% и выше) люцерны, априорно удовлетворит и менее интенсивным формам.

Исходя из предположения, что под совхозы отойдет от 20 до 25% площади нового орошения, что вся остальная площадь может быть использована под колхозы и трудовые индивидуальные хозяйства хлопково-промышленного характера, было получено нижеследующее распределение культур на всей площади командования Магистрального канала:

| | |
|---|---|
| хлопчатника | 60% |
| люцерны | 30% |
| озимых зерновых | 6,1% |
| пропашных и пр. | 3,9% |

Введение в водохозяйственный расчет остальных трех типов, т.-е. смешанных, хлопкового и пастбищно-земледельческих типов, слегка понизило бы % площади под хлопчатником, увеличило бы % площади под озимыми и пропашными, оставив неизменным % площади под люцерной.

В качестве предельно-интенсивного распределения культур была принята схема, намеченная на основании докладов и прений на хлопковом съезде, имевшем место в г. Ташкенте в конце 1925 г., и совещаниях местных специалистов, а также на основании общей конъюктуры, создаваемой деятельностью Главного Хлопкового Комитета. Из указанных материалов можно было вывести только заключение, что в Голодной Степи должна быть доведена до максимума хлопковая культура, и в то же время должна занимать солидное место и плодосменная люцерна, рассматриваемая не только как рентабельное и необходимое кормовое растение, но, в равной мере, как единственный пока восстановитель плодородия почвы, незаменимый ни обработкой, ни искусственными удобрениями. Пределом возможного развития площади под хлопчатником при этих условиях большинством признавались 65% от общей посевной площади. В соответствии с этим была принята нижеследующая схема распределения культур:

| | | |
|---|---|---|
| под хлопчатник | 65% | всей площади |
| „ люцерну | 25% | „ „ |
| „ прочие хозяйственные культуры, сады и огороды | 10% | „ „ |

Как возможный случай экстенсивного распределения культур в промышленно-хлопковом хозяйстве Голодной Степи, было принято соотношение культур, фигурировавшее в проекте 1916 г. для самодовлеющего типа хозяйства. Самодовлеющим оно было названо потому, что оно давало возможность как индивидуальному хозяйству, так и всему району Голодной Степи, жить своим собственным хлебом и прочими продуктами сельского хозяйства.

Распределение это следующее:

| | |
|---|---|
| хлопчатника | 33% |
| люцерны | 33% |
| озимых и яровых | 29% |
| пропашных и прочих | 5% |
| маша вторым посевом | 11% |

Finally in order to represent the summary water allowance to the fields for one of the now-a-days rather complicated manners of farm holding, statistical data of crop distribution of Spassky, one of the oldest and rather steadiest in its modus vivendi village, were used. They gave the following crop distribution:

| | |
|---|---|
| cotton | 55 per cent |
| alfalfa | 25 „ „ |
| winter corn | 6 „ „ |
| spring corn | 2 „ „ |
| Indian corn (Zea mais) and other crops grown in rows | 6 „ „ |
| mash (Phaseolus Mungo) | 6 „ „ |

**The establishment of watering shedules for principal crops.**

In planning watering schedules for different crops, the following items are discussed separately: the question of the „watering value", i. e. the volume of water applied (or to be applied) to one hectare every separate watering; the question of the times of applications of waterings and the total number of these waterings, ascertained for every crop.

The watering values for various crops adopted in 1916 for the project of irrigation of 500.000 dess. in the Golodnaya Steppe, have been established upon the basis of observations (and inferences therefrom) made at the Golodnaya Steppe Agricultural Experiment Station.

The estimation of the above mentioned watering values was principally based upon the practical rational minimum, the existing local values being at that time already abandoned for estimations, as the local practice showed their perniciousness. It became clear very soon that the abundance of water causes the ditches to be carelesly mantained, and, which is most disagreable, causes a rapid rise of ground water plane and alkalization of irrigated lands.

The then adopted amounts of water per single irrigations were examined under Experimental Station conditions and partly at the adjacent mostly cultured farms. Besides in 1915/16 a special study of water use in the Golodnaya Steppe, was made, including periodical measurements of water consumption by certain well operated farms. All these researches entirely justified the practical adaptability of the watering values recommended by the Experimental Station. The amounts of watering values then adopted and approved by the Technical Committee of Land Reclamation Division, present following figures[1]):

| | |
|---|---|
| For summer preparatory (before-sowing) waterings, principally for crops grown in rows and for the last autumn watering of alfalfa . . | 120 cu. sag. per dessiatina or 1.065 cu. mtrs per hectare. |
| For frist waterings of growing season for cotton, alfalfa and all remaining crops . . . . | 100 cu. sag. per dessiatina or 890 cu. mtrs per hectare. |
| For all remaining waterings, i. e. for waterings during the middle period of vegetation, when the waterings follow one another very near. | 80 cu. sag. per dessiatina 710 cu. mtrs per hectare. |

In 1913 the work of the Committee on Duty of Water Studies of the Land Reclamation Division was begun in the Golodnaya Steppe; this work concerned the optimum as well as the actual duty of water. All data obtained were, upon our request, worked out by the Committee on Duty of Water Studies of the Central Asia Irrigation Department and tabulated as follows:

---

[1]) See „Journal of the Technical Committee of the Reclamation Department" from March 18 and April 4, 1915, № 1377.

И, наконец, с целью представления графика отдачи воды на поля при распределении культур по одной из современных, довольно сложных бытовых форм, были взяты статистические данные о посевах поселка Спасского, одного из старых поселков и, может быть, наиболее устойчивого в своем укладе. Они дали нижеследующее распределение культур:

| | |
|---|---|
| хлопчатника | 55% |
| люцерны | 25% |
| озимых зерновых | 6% |
| яровых зерновых | 2% |
| кукурузы и прочих пропашных | 6% |
| маша | 6% |

**Установление поливного режима основных сельскохозяйственных культур.**

При установлении поливного режима культур приходится останавливаться на вопросе о поливной норме или о количестве воды, подаваемой на единицу площади за один полив, и на вопросе о сроке отдельных поливов каждой культуры и об общем числе этих поливов.

Поливные нормы культур, принятые в 1916 году в проекте орошения 500.000 дес. Голодной Степи, были установлены на основании наблюдений и соображений Голодностепской сельско-хозяйственной станции.

При установлении этих норм было желание подойти к практически рациональному минимуму, так как уже в то время местная практика указывала на вредность бытовых норм. Уже тогда отчетливо было видно, что обилие воды ведет к небрежному содержанию поливной сети, и, что самое неприятное, к быстрому подъему уровня грунтовых вод и засолению орошаемых земель.

Установленные тогда величины проектных поливных норм были проверены в условиях опытной станции и отчасти на наиболее культурных окрестных хозяйствах. Кроме того, в 1915/1916 году было произведено специальное обследование существующего водопользования в Голодной Степи, в частности, делались спорадические замеры потребления воды на хорошо оборудованных хозяйствах; в результате этих обследований практическая применимость заданных опытной станцией поливных норм получила полное подтверждение. Величины указанных поливных норм, утвержденные Техническим Комитетом Отдела Земельных Улучшений, [1]) были следующие:

| | |
|---|---|
| Для летних предпосевных поливов, преимущественно под пропашные культуры и для последнего осеннего полива люцерны | 120 куб. саж. на десятину или 1065 куб. м. на гект. |
| Для первых вегетационных поливов хлопчатника, люцерны и всех других культур | 100 куб. саж. на десятину или 890 куб. м. на гект. |
| Для всех остальных поливов, т.-е. поливов в средний период вегетации, когда поливы следуют близко один за другим | 80 куб. саж. на десятину или 710 куб. м. на гект. |

С 1913 года начались в Голодной Степи работы Гидромодульной Части Отдела Земельных Улучшений, как по фактическому, так и по оптимальному гидромодулю. Весь накопленный материал наблюдений был по нашей просьбе обработан Гидромодульной Частью Средазводхоза и сведен ею в таблицу, которая и приводится ниже.

---

[1]) См. Журнал Технического комитета О. З. У. от 18 марта и 4 апреля, 1915 г. № 1377.

| Site of observations | Order number of watering | Watering value in cubic sagenes per dessiatina of area under crop. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cotton | Alfalfa | Spring wheat and barley | Indian corn (Zea mais) | Mash (Phaseolus Mungo) |
| Nicholas the I canal 1913 (Actual duty of water) | Preparatory (before sowing) | — | — | — | — | 340 |
| | 1 | 184 | 107 | — | — | 304 |
| | 2 | 176 | 134 | — | — | — |
| | 3 | 123 | 163 | — | — | — |
| Veliko-Alexeievsky village 1914 (Actual duty of water) | Preparatory (before sowing) | — | — | — | — | — |
| | 1 | 304 | 168 | 230 | — | — |
| | 2 | 152 | 143 | — | — | — |
| | 3 | 171 | 123 | — | — | — |
| | 4 | — | 61 | — | — | — |
| Veliko-Alexeievsky village 1915 (Actual duty of water) | Preparatory (before sowing) | — | — | — | — | — |
| | 1 | 224 | 153 | 116 | — | — |
| | 2 | 282 | 207 | — | — | — |
| | 3 | 229 | 147 | — | — | — |
| | 4 | — | 169 | — | — | — |
| Slaviansky village 1915 (Actual duty) | Preparatory (before sowing) | — | — | — | — | — |
| | 1 | 313 | 386 | — | — | — |
| | 2 | 273 | — | — | — | — |
| | 3 | 152 | — | — | — | — |
| Slaviansky village 1916 (Actual duty) | Preparatory (before sowing) | — | — | — | — | — |
| | 1 | 192 | 155 | — | — | 127 |
| | 2 | 174 | 140 | — | — | 100 |
| | 3 | 183 | 174 | — | — | — |
| Slaviansky village 1917 (Actual duty) | Preparatory (before sowing) | — | — | — | — | — |
| | 1 | 140 | 154 | 147 | 147 | 127 |
| | 2 | 135 | 169 | — | 159 | 100 |
| | 3 | — | 152 | — | — | — |
| | 4 | — | 157 | — | — | — |
| Optimal duty of water 1913 | Preparatory (before sowing) | — | — | — | — | — |
| | 1 | 128 | — | — | — | — |
| | 2 | 128 | — | — | — | — |
| | 3 | 128 | — | — | — | — |
| | 4 | 96 | — | — | — | — |
| Optimal duty of water 1914 | Preparatory (before sowing) | 96 | — | — | — | — |
| | 1 | 96 | — | 96 | 100 | 120 |
| | 2 | 128 | — | 96 | 100 | 120 |
| | 3 | 128 | — | — | 100 | 100 |
| | 4 | 128 | — | — | 100 | — |
| | 5 | — | — | — | 100 | — |
| | 6 | — | — | — | 100 | — |
| Adopted by the Committee on Duty of Water Studies of Central Asiatic Water Economy Department for the 1-st year of irrigation. | Preparatory (before sowing) | — | — | — | — | — |
| | 1 | 308/2,730 | 236/2.100 | 230 | — | — |
| | 2 | 212/1,880 | 175/1,550 | — | — | — |
| | 3 | 161/1,430 | 135/1,200 | — | — | — |
| | 4 | — | — | — | — | — |

| Пункты отдельных наблюдений | Номера поливов | Поливная норма в куб. саж. на 1 десятину, находящуюся под посевом | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | хлопчатника | люцерны | яровой пшеницы и ячм. | кукурузы | маша |
| Канал Николая I, 1913 г. (Фактический гидромодуль) | предпос. | — | — | — | — | 340 |
| | 1 | 184 | 107 | — | — | 304 |
| | 2 | 176 | 134 | — | — | — |
| | 3 | 123 | 163 | — | — | — |
| Велико-Алексеевский поселок, 1914 г. (Фактический гидромодуль) | предпос. | — | — | — | — | — |
| | 1 | 304 | 168 | 230 | — | — |
| | 2 | 152 | 143 | — | — | — |
| | 3 | 171 | 123 | — | — | — |
| | 4 | — | 61 | — | — | — |
| Велико-Алексеевский поселок, 1915 г. (Фактический гидромодуль) | предпос. | — | — | — | — | — |
| | 1 | 224 | 153 | 116 | — | — |
| | 2 | 282 | 207 | — | — | — |
| | 3 | 229 | 147 | — | — | — |
| | 4 | — | 169 | — | — | — |
| Славянский поселок, 1915 г. (Фактический гидромодуль) | предпос. | — | — | — | — | — |
| | 1 | 313 | 386 | — | — | — |
| | 2 | 273 | — | — | — | — |
| | 3 | 152 | — | — | — | — |
| Славянский поселок, 1916 г. (Фактический гидромодуль) | предпос. | — | — | — | — | — |
| | 1 | 192 | 155 | — | — | 127 |
| | 2 | 174 | 140 | — | — | 100 |
| | 3 | 183 | 174 | — | — | — |
| Славянский поселок, 1917 г. (Фактический гидромодуль) | предпос. | — | — | — | — | — |
| | 1 | 140 | 154 | 147 | 147 | 127 |
| | 2 | 135 | 169 | — | 159 | 100 |
| | 3 | — | 152 | — | — | — |
| | 4 | — | 157 | — | — | — |
| Оптимальный гидромодуль 1913 г. | предпос. | — | — | — | — | — |
| | 1 | 128 | — | — | — | — |
| | 2 | 128 | — | — | — | — |
| | 3 | 128 | — | — | — | — |
| | 4 | 96 | — | — | — | — |
| Оптимальный гидромодуль 1914 г. | предпос. | 96 | — | — | — | — |
| | 1 | 96 | — | 96 | 100 | 120 |
| | 2 | 128 | — | 96 | 100 | 120 |
| | 3 | 128 | — | — | 100 | 100 |
| | 4 | 128 | — | — | 100 | — |
| | 5 | — | — | — | 100 | — |
| | 6 | — | — | — | 100 | — |
| Принятые Гидромодульной Частью Средазводхоза для первого года орошения. | предпос. | — | — | — | — | — |
| | 1 | 308/2730 | 236/2100 | 230 | — | — |
| | 2 | 212/1880 | 175/1650 | — | — | — |
| | 3 | 161/1430 | 135/1200 | — | — | — |
| | 4 | — | — | — | — | — |
| То же для последующих лет | предпос. | — | — | — | — | — |
| | 1 | 172/1530 | 138/1225 | — | — | 127 |
| | 2 | 162/1440 | 148/1315 | — | — | 100 |
| | 3 | 153/1360 | 163/1445 | — | — | — |
| | 4 | — | 157/1395 | — | — | — |

| Site of observations | Order number of watering | Watering value in cubic sagenes per dessiatina of area under crop. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cotton | Alfalfa | Spring wheat and barley | Indian corn (Zea mais) | Mash (Phaseolus Mungo) |
| For following years | Preparotory (before sowing) | — | — | — | — | — |
| | 1 | 172/1,530 | 138/1,225 | — | — | 127 |
| | 2 | 162/1,440 | 148/1,315 | — | — | 100 |
| | 3 | 153/1,360 | 163/1,445 | — | — | — |
| | 4 | — | 157/1,395 | — | — | — |
| Estimated duties of water, proposed by the Committe on Duty of Water of Central Asiatic Water Economy Department. 1-st variant | Winter | 120/1,065 | 120/1,065 | — | 120/1,065 | before sowing 120/1,065 |
| | 1 | 150/1,330 | 120/1,065 | 150/1,330 | 120/1,065 | 120/1,065 |
| | 2 | 115/1,020 | 120/1,065 | — | 120/1,065 | 120/1,065 |
| | 3 | 115/1,020 | 120/1,065 | — | 120/1,065 | — |
| | 4 | — | 120/1,065 | — | — | — |
| 2-d variant possible in future after ground water plane rise and complete rationalization of water use | Winter | 120/1,065 | 120/1,065 | — | 120/1,065 | before sowing 120/1,065 |
| | 1 | 130/1,155 | 120/1,065 | 120/1,065 | 120/1,065 | 100/890 |
| | 2 | 100/890 | 100/890 | — | 100/890 | 100/890 |
| | 3 | 100/890 | 100/890 | — | 100/890 | — |
| | 4 | — | 100/890 | — | 100/890 | — |

Note: 1. Figures of the denominator represent watering value in cub. meters per hectare.
2. The rates denoted in the above table as „adopted" represent the averages of existing rates; the term „estimed" is aplied to the rational and economical rates, possible in the Golodnaya Steppe.

It is seen from the data above table concerning the actual duty of water that at the initial conditions of irrigation in the Golodnaya Steppe the usual rates varied from 1500 to 3000 cub. mtrs per hectare.

Further attention should be paid to the observations at the Slaviansky village, for which the year 1915 was the second year of its development; it is seen that during the three years of observation the amounts of watering and irigation values were rapidly decreasing, the diminuation averaging by 2.7 times.

The figures of customary duties of water present great divergency varying from 1730 to 1200 cub. meters per hectare for lands irrigated first year and from 1530 to 1225 cub. meters for later years which are meant to be judging by the data stated, the 2-nd, 3-d and 4-th years irrigation.

The ratio between the first cotton watering on virgin land (2730 cub. meters per hectare) to the first watering in following years (1530 cub. meters per hectare) amounts to 1.78, the ratio for the irrigation value being 1.40.

These figures are especially interesting as some illustrations of local initial conditions on virgin lands.

As regards to „estimated" figures, as stated in the above table, they are given in two sets; the first set, as this should probably be understood, is typical for the initial period of irrigation, save the first three or four years; the second set is supposed to be adopted later on under conditions mentioned in the clause: „when the ground water plane rises and when complete rationalization of water use takes place". The figures in the second set are by 10 per cent lower than the figures of the first set.

[klo:z]

| Пункты отдельных наблюдений | Номера поливов | Поливная норма в куб. саженях на 1 десятину, находящуюся под посевом | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | хлопчатника | люцерны | яровой пшеницы и ячм. | кукурузы | маша |
| Проектные нормы, предложенные Гидромодульной Частью Средазводхода. Первый вариант. | зимний | 120/1065 | 120/1065 | — | 120/1065 | преди. 120/1065 |
| | 1 | 150/1330 | 120/1065 | 150/1330 | 120/1065 | 120/1065 |
| | 2 | 115/1020 | 120/1065 | — | 120/1065 | 120/1065 |
| | 3 | 115/1020 | 120/1065 | — | 120/1065 | — |
| | 4 | — | 120/1065 | — | — | — |
| Второй вариант, возможный в будущем при подъеме уровня грунтовых вод и полной рационализации водопользования. | зимний | 120/1065 | 120/1065 | — | 120/1065 | преди. 120/1065 |
| | 1 | 130/1155 | 120/1065 | 120/1065 | 120/1065 | 100/ 890 |
| | 2 | 100/ 890 | 100/ 890 | — | 100/ 890 | 100/ 890 |
| | 3 | 100/ 890 | 100/ 890 | — | 100/ 890 | — |
| | 4 | — | 100/ 890 | — | 100/ 890 | — |

Примечания: 1. Цифры, стоящие в знаменателе, обозначают норму в куб. метрах на гектар.

2. Под категорией „принятых" поливных норм в таблице подразумеваются значения широко обобщенных бытовых поливных норм, а под категорией „проектных" поливных норм — значения хозяйственно-рациональных норм, возможных в Голодностепских условиях.

На основании приведенных данных по фактическому гидромодулю можно сделать заключение, что при начальных условиях орошения в Голодной Степи употреблялись поливные нормы от 1500 до 3600 куб. метров на 1 гектар.

Затем следует обратить внимание на наблюдения в Славянском поселке, для которого 1915 год является вторым годом жизни поселка; мы видим, что за три года наблюдений поливные и оросительные нормы стремительно уменьшаются, и это уменьшение в среднем определяется в 2,7 раза.

Цифры бытового порядка отличаются большой пестротой и колеблются от 1730 до 1200 куб. метров на гектар для земель первого года орошения и от 1530 до 1235 куб. метр. для последующих лет, каковыми, судя по приведенным датам, являются 2-ой, 3-ий и 4-ый годы орошения.

Отношение между нормой первого полива хлопчатника по целине (2730 куб метр. на гектар) и первого полива в последующие годы (1530 куб. метр. на гектар) составляет 1,78, а для всей оросительной нормы—1,40.

Для нас эти отношения интересны как некоторая местная иллюстрация начальных условий на поливных землях.

Что касается так называемых проектных норм, приведенных в таблице, то они даны в двух вариантах и судя по общему смыслу первый вариант является характерным для начального периода орошения, не считая, конечно, первых 3 — 4 лет, а второй, согласно сделанной оговорки, представляется возможным в будущем, „при подъеме уровня грунтовых вод и полной рационализации водопользования;" цифры второго варианта на 10% меньше цифр первого варианта.

Поливная норма по первому варианту определяется в 1330—1065—1020 куб. метров на гектар или в 150—120—115 куб. саж. на десятину, а по второму варианту соответственно: 1155—1065—890 куб. метр. на гектар и 130—120—100 куб саж. на десятину.

При установлении поливных норм были приняты во внимание также и практические выводы и соображения отдельных лиц, руководивших долгое время поливным хозяйством.

Агроном М. П. Дворниченко, заведывающий много лет подряд Малекской хлопковой семенной плантацией, на страницах журнала „Хлопковое Дело" (№ 7—8 за 1925 г.) указывает, что в Голодностепских условиях за среднюю цифру поливной нормы при неспланированных полях, что соответствует начальному периоду орошения вообще и современным бытовым условиям на многих орошаемых хозяйствах в частности, надо принимать не меньше 170 куб. саж. на десятину или около 1500 куб. метров на гектар; при проведении же только простой планировки полей, цифра эта может быть уменьшена, по его мнению, до 120 куб. саж. на десятину или около 1065 куб. метров на гектар.

Агроном Г. П. Гельцер, заведывающий отделом водопользования в службе эксплоатации существующей Голодностепской оросительной системы, принимает в своих расчетах поливную норму в 120 куб. саж. на десятину, т.-е. 1065 куб. метров на гектар.

Watering value of the first set amounts to 1330—1065—1020 cub. meters per hectare or 150—120—115 cub. sagenes per dessiatina, the corresponding figures of the second set being 1155—1065—890 cub. meters per hectare or 130—120—100 cub. sagenes per dessiatina.

While establishing the watering values a series of data obtained from experience and opinions of separate persons engaged for a long time in the irrigation work at the Golodnaya Steppe has been taken into account.

The agronomist M. P. Dvornichenko, engaged as director of the Malek Cotton Seed Station for several years, in his paper published in the Journal „Cotton Business" (№ 7—8, 1925) presumes that at the Golodnaya Steppe under unlevelled field conditions, which in general correspond to the initial period of irrigation and, in particular, to somewhere actually observed state of land at many irrigated farms, the average watering value should be assumed at least 170 cub. sagens per dessiatina, or about 1500 cub. meters per hectare. If an ordinary field levelling is performed this figure can be lowered, according to his opinion, down to 120 cub. sagenes per dessiatina or about 1065 cub. meters per hectare.

The agronomist G. P. Geltzer, who was in charge of the Section of Water Use of the Exploitation Service of the existing Golodnaya Steppe irrigation system assumes in his computations the watering value to be 120 cub. sagenes per dessiatina or 1065 cub. meters per hectare.

For allowing comparison and proposing some general suggestions, several resulting figures from reports on the duty of water researches of the agronomist M. F. Pereskokov for Murgab and Fergana are hereby presented („Irrigation News Record" №№ 8 and 9, 1924 and № 9, 1925). These figures are summarized in the following table.

| Site and character of data obtained | Kind of crop and method of watering | Watering value in cub. meters per hectare | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Preparatory (before sowing) | 1-st watering | 2-d watering | 3-d watering | 4-th watering | 5-th watering | 6-th watering | 7-th watering |
| Merv-Murgab oasis (valley conditions) | Cotton watered by flooding | 2,000 | 1,770 | 1,330 | 1,330 | — | — | — | — |
| | Cotton watered by joyaks (sinuous furrows) . . . | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 |
| | Alfalfa . . . . . | — | 840 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 |
| | Winter and spring cereals . . . . . | 2,000 | 1,770 | — | — | — | — | — | — |
| | Indian corn (Zea Mais) and jugara (Sorghum) . | 1,770 | 1,330 | 1,330 | 1,330 | — | — | — | — |
| | Mash (Phaseolus Mungo) . | 1,770 | 1,330 | 1,070 | — | — | — | — | — |
| Fergana region, ancient irrigation (district with valley and semi-mountains conditions) | Cotton watered by joyaks (sinuous furrows) on badly drained soils . . | 890 | 890 | 710 | 710 | 710 | 710 | 710 | — |
| | Cotton watered by flooding on badly drained soils . . . . . | 1,770 | 1,770 | 1,550 | 1,330 | — | — | — | — |
| | Cotton watered by flooding on better draned soils . . . . . | 1,770 | 890 | 710 | 710 | 710 | 710 | 710 | — |
| | Alfalfa . . . . . | — | 1,330 | 1,110 | 890 | 890 | 710 | — | — |
| | Jugara (Sorghum) and Indian corn (Zea mais) watered by flooding on badly drained soils . . | — | 1,770 | 1,550 | 1,200 | — | — | — | — |
| | Jugara (Sorghum) and Indian corn (Zea mais) watered by flooding on better drained soils . . | 210 | 1,510 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | — |
| | Jugara (Sorghum) and Indian corn by joyaks (sinuous furrows) . . . | 890 | 750 | 710 | 710 | 710 | 620 | 620 | — |
| | Mash . . . . . | 710 | 890 | 710 | 710 | — | — | — | — |

Для сравнения и для некоторых общих заключений приведем некоторые результативные цифры из отчетных статей по гидромодульным обследованиям агронома М. Ф. Перескокова („Вестник Ирригации", №№ 8 и 9 за 1924 г. и № 9 за 1925 г.) по Мургабу и Фергане. Цифры эти сведены в нижеприводимой таблице:

| Место и характер данных | Наименование культур и способ полива | Поливная норма в кубических метрах на гектар | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | предпосевной полив | 1-ый полив | 2-ой полив | 3-ий полив | 4-ый полив | 5-ый полив | 6-ой полив | 7-ой полив |
| Мервско-Мургабский оазис — долинные условия. | Хлопчатник, затоплением | 2000 | 1770 | 1330 | 1330 | — | — | — | — |
| | Хлопчатник, по джоякам | 660 | 600 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 |
| | Люцерна | — | 840 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 |
| | Озимые и яровые зерновые | 2000 | 1770 | — | — | — | — | — | — |
| | Кукуруза и джугара | 1770 | 1330 | 1330 | 1330 | — | — | — | — |
| | Маш | 1770 | 1330 | 1070 | — | — | — | — | — |
| Ферганская область — район старого орошения с долинными и предгорными условиями. | Хлопчатник, по джоякам, на слабо дренируемой почве | 800 | 800 | 710 | 710 | 710 | 710 | 710 | — |
| | Хлопчатник, затоплением, на слабо дренируемой почве | 1770 | 1770 | 1550 | 1330 | — | — | — | — |
| | Хлопчатник, затоплением, на почве с повышенным дренированием | 1770 | 890 | 710 | 710 | 710 | 710 | 710 | — |
| | Люцерна | — | 1330 | 1110 | 890 | 890 | 710 | — | — |
| | Джугара и кукуруза, затоплением, на слабо дренируемой почве | — | 1770 | 1550 | 1200 | — | — | — | — |
| | Джугара и кукуруза, затоплением, на почве с повышенным дренированием | 210 | 1510 | 890 | 890 | 890 | 890 | 890 | — |
| | Джугара и кукуруза, по джоякам | 800 | 750 | 710 | 710 | 710 | 620 | 620 | — |
| | Маш, затоплением | 710 | 890 | 710 | 710 | — | — | — | — |

Приведенные в таблице данные получены в результате обработки сравнительно большого числа наблюдений, произведенных с целью дать некоторые руководящие начала для эксплоатационной службы и проектных расчетов. Природные и бытовые условия Ферганы и Мургаба не совпадают с таковыми для Голодной Степи, поэтому, конечно, эти данные для нас могут иметь значение только в качестве иллюстрационного материала.

По ним хорошо видна была разница в величине поливных норм в зависимости от технических приемов орошения: нормы для полива затоплением и напуском превосходят более чем в два раза нормы джоячного способа. Сам же джоячный способ здесь связан скорее с экономическими бытовыми условиями водопользования, нежели с почвами и рельефом местности. Равным образом, из приведенной таблицы видно, что указанное выше изменение поливной нормы при замене полива напуском поливом по джоякам, не сопровождается аналогичным изменением оросительной нормы.

Приведенными материалами исчерпываются те основные данные по поливным нормам, которыми можно было воспользоваться при определении расчетного режима Голодностепского Магистрального канала.

На основе этих данных и в соответствии с вышеизложенной методологией были установлены поливные нормы для трех фаз жизни системы в соответствии с возможными изменениями основных факторов, влияющих на поливную норму в процессе культурно-экономического и технического развития оросительного хозяйства и земледелия, а именно:

1. для начальных условий орошения,
2. для нормальных условий орошения,
3. для условий при хорошей технике орошения.

The figures stated in the table present results of thoroughly elaborated rather great number of observations made with the hope of finding directing principles for the use of the Exploitation Service and design estimations. As the natural conditions and customs of Fergana and Murgab differ from those of the Golodnaya Steppe, these data in our case can be of illustrative significance only.

By the data cited the variation of the watering value due to variation of technical methods of irrigation is clearly outlined: duties referring to free flooding or border dyke methods of irrigation are more than twice lower than values referring to joyak method of irrigation. The joyak method itself depends in its time on economical and custom conditions of water use, rather than on soils and topography of location. Furthermore the attached table shows that the above mentioned change of the watering value, caused by the substitution of the free flow watering method by the joyak watering method is not accompanied by similar change of the irrigation value.

Basic data on the watering values, which could be used in estimation of the Golodnaya Steppe Main canal discharge, are exhausted by the information stated.

On the basis of these data and in accord with the general methodology described above the watering values were established for the three phases of the development of the irrigation system, taking into account the possible variations in the basic factors influencing the watering values during the process of cultural-economical and technical development of agriculture under irrigation, namely:

1. for initial conditions of irrigation,
2. for normal conditions of irrigation,
3. for conditions under good technic of irrigation.

Under the name „initial conditions of irrigation", the condition of the initial period of agricultural development, beginning from about the third year of its existence is meant. This condition is characterized by the following features: virgin soils have passed over the necessity of thorough saturation with water, the settler got already fearly acquainted with the topography of his field and arranged the minimum of necessary facilities for water transmission (ditches, checks, etc.); the method of water application is by flooding or dyke border method.

The question of the watering value is solved on the basis of ample information available upon this question. Following figures are adopted: 1500—1400—1200 cub. meters per hectare or 169—158—135 cub. sagenes per dessiatina.

These figures are higher than those adopted in the 500,000 dessiatins Golodnaya Steppe irrigation project of 1916 and higher than the values recommended by the Committee on Duty of Water Studies; they are very near to the minimum traditionai values corresponding to the existing primitive condition of irrigation practice.

Let us call these values the initial values per single watering.

The lands of the first and second years of irrigation, requiring considerably greater amount of water for their necessary moistening, are supposed to be inundated preliminarily during the non growing period (in autumn, winter and spring), that is when there is no high demand for water for irrigation proper.

After so setting down the features of the initial conditions of an irrigation system, let us characterize the normal state of irrigation development, which generally comes, as soon as the setéler's farming and the water distribution in the system gets arranged. In this case a limited delivery of water in turn to water users is established; an administrative and technical inspection of the public canals and ditches is instituted; farms are equipped with sufficient number of laterals and irrigation ditches in accord with the topograpy of the plot; the fields are divided into normal watering sections (approximately from 1/8 to 1/4 of one hectare); the sections are adequately levelled and certain attention is paid to soil preparation before the application of water and tillage after it; the waterings are still applied by wild flooding method or dyke border system.

This condition of irrigated lands will inevitably take place if from the very beginning a rational and firm water and land policy, as in regard to control and limi-

Под начальными условиями орошения подразумеваются условия, соответствующие начальному периоду развития хозяйства, примерно начиная с 3-го года после приступа к орошению. Эти условия характеризуются тем, что потребность насыщения девственной почвы водою уже более или менее потеряла остроту, земледелец несколько ознакомился с рельефом своего участка и оборудовал свой участок самой необходимой поливной сетью (арыками, палами и т. п.), имея уже возможность вести полив затоплением или напуском.

Величины поливных норм на основании всей совокупности сведений по этому вопросу были приняты для начальных условий в 1500—1400—1200 куб. метров на гектар или 169—158—155 куб. саж на десятину.

Эти нормы больше принимавшихся в проекте орошения 500.000 десятин в Голодной Степи в 1916 г., больше рекомендованных Гидромодульной Частью. Они близки к минимальным бытовым нормам при современной, весьма низкой поливной технике в Голодной Степи.

Назовем эти нормы начальными нормами полива.

Земли первого и второго годов орошения, требующие значительно большего количества воды для необходимого увлажнения, в проекте предположено предварительно заливать в невегетационное время (осенью, зимою, весною), т. е. тогда, когда нет острой потребности в воде для вегетационных поливов.

Установив, таким образом, начальные условия полива, перейдем к определению поливных норм для так называемого нормального периода, когда как хозяйство земледельца, так и все ирригационное хозяйство достигнет нормального уровня, т. е. на системе будет установлен очередной и ограниченный отпуск воды водопользователям, будет организован административный и технический надзор за состоянием хозяйственной поливной сети, на участках поселян будет проведено достаточное число поливных и подводящих канав соответственно с рельефом участка, сделана разбивка полей на нормальные поливные делянки (примерно 1/8—1/4 гектара), делянки будут спланированы и будет достаточно уделяться внимания предполивной подготовке и послеполивной обработке поля, с производством поливов по-прежнему, затоплением или напуском.

Такое состояние полевых поливных участков должно неизбежно наступить, поскольку будет с самого начала проводиться рациональная и твердая водо-земельная политика, как в отношении регулирования и ограничения потребления воды, так и в отношении согласованного с задачами техники прочного землеустройства населения. Для нормального периода поливные нормы приняты в проекте в 1100—900 куб. метров на гектар или 124—100 куб. саж. на десятину.

Эти цифры несколько выше принятых в проекте 1916 г. и близки ко второму варианту, рекомендуемому Гидромодульной Частью Средазводхоза.

Третья фаза жизни системы—с хорошей техникой полива—соответствует такому культурному уровню оросительной техники, какой можно было наблюдать на полях наших сельско-хозяйственных опытных учреждений.

Под хорошей техникой орошения мы подразумеваем: во-первых,—переход от затопления и напуска к бороздчатому поливу, поливу мелкими чеками, лентами и т. п. усовершенствованиям, которые в настоящее время частью неизвестны нашим земледельцам, частью же не имеют достаточно причин для своего развития; при этом следует заметить, что в условиях старой установившейся культуры и ограниченных ресурсов оросительной воды во многих уголках Ферганы, в Бухаре и Хорезме, можно было наблюдать высокую степень совершенства техники полива и совершенно ничтожные поливные нормы; во-вторых—строгий учет отпускаемой воды и плата за нее по количеству, в прямом или косвенном, доходящем до сознания земледельца, виде; (косвенной формой, например, может быть необходимость оплаты расходов по откачке дренажной воды; опыт всех инженерных систем крупного орошения говорит за необходимость введения платы за воду, которая является единственным средством внедрения реальной и простой заинтересованности земледельца в экономном расходовании воды; мы принимаем, что рано или поздно в Голодной Степи этот принцип будет принят); в-третьих—проведение специальных агротехнических мероприятий по сбережению

tation of water use, so also in regard to sound land arrangement, adequate with the requirements of technic would be persecuted. For the normal condition the average rates adopted in the project are: 1100—900 cub. meters per hectare or 124—100 cub. sagenes per dessiatina.

Those figures are a little higher than the figures adopted in the project of 1916 being very close to the figures of the second variant recommended by the Committee on Duty of Water Studies of the Central Asiatic Water Economy Department.

The third gradation of the development of irrigation system corresponds to such condition of irrigation technic which could have been observed on the fields of our Agricultural and Experiment Stations.

Good irrigation technic is characterized by: first, the wild flooding and dyke border methods of irrigation are substituted by furrow, small cheks and ditch border methods of irrigation; other improvements of this kind, partly yet unknown by dwellers, partly finding no stimulating factors for their development under present conditions, are brought in. It is nevertheless, notable, that in the condition of ancient stabilized culture and limited water supply for irrigation use, in many land portions of Fergana, Bokhara and Khorezm, an irrigation technic of great perfection and extremely low watering values can be observed; second, a strict amount of water delivered and water taxation for the quantity wasted in direct or indirect but reaching the settlers conscience manner, is established. As an example of an indirect form of water taxation, easily reaching the settler's understanding, might be the taxation of drainage water pumping expences; the experience of all large scale engineering irrigation systems proves the necessity of establishing water taxation which is the only mean of making the settler thoroughly interested in economical consumption of water; we are inclined to think that earlier or later this principle will be adopted in the Golodnaya Steppe too; third,—special agrotechnical measures for water storage in soil which can be applied not only for the purpose of obtaining economy in irrigation water, but of purely agricultural considerations too, are practiced; fourth,—application of different irrigation improvements facilitates which whould diminish transmission and distribution water losses.

The enumerated four propositions characterize but the general conditions of good technic of irrigation, the detailed determination of all facilities to be provided and of corresponding duty of water being, of course, a matter of great complexity. This is the reason why the concrete figures of the „estimated amount of watering value under good technic of irrigation" are cautiously taken very near to the values practiced whenever the water is applied by means of joyaks (sinuous furrows) or even by free flow method but under conditions of well experienced handling of water, well levelled plots, etc. This being the case, the watering values under good irrigation technic were adopted 800—700 cub. meters per hectare or 90—80 cub. sagenes per dessiatina.

It may be noticed that all the three gradations of the estimated watering values were determined in such a fashion, as though they were independent from the irrigation values, these latter being outlined in general features only, as will be seen from the written below. It is not the right way of turning the question over from the agronomist's point of view, but for our technical and design purposes this way is a more convenient and rational one, if the methodology of the question is viewed. As it has arleady been mentioned above, the principale value to be defined is the maximum ordinate of the time-curve of the summary water allowance to the fields. The abscissae of this curve can readily be varied; meanwhile the maximum ordinate is defined by the watering value and the optimum time of water application of two or three irrigations for first order basic crops. Further more, if the two quantities—the watering value and irrigation value—are compared, the latter is apt to display larger fluctuations from the average figures during a short period of years as a humid spring or autumn is sufficient to alter greatly the irrigation values. It is quite a differing case with the watering value: water is generally applied whenever necessary, its value depending on the technic of irrigation generally practiced, on the habits of the dwellers and on the constant physical properties of soils and subsoils; so the alteration of the watering value proceeds in a slow gradual way.

влаги в почве, осуществление которых может итти и независимо от экономии в оросительной воде, а из чисто агрикультурных соображений; в четвертых—введение различных усовершенствований в поливное оборудование, уменьшающих потери воды при транспортировании и разверстке.

Перечисленными четырьмя положениями характеризуются лишь общие условия хорошей техники орошения, дать же их в совершенно строгой системе и связать с ними определенную величину поливной нормы, конечно, очень трудно. Поэтому, конкретные величины расчетной поливной нормы при хорошей технике орошения мы из осторожности берем близкими к поливным нормам, применяемым при джоячном, тщательном бороздчатом поливе или даже при поливе затоплением, но при вполне умелом управлении водой, хорошо спланированных площадках и пр. Таким образом поливная норма при хорошей технике орошения была установлена в 800—700 куб. метров на гектар или 90—80 куб. саж. на десятину.

Может обратить на себя внимание одно обстоятельство, что все три фазы расчетных поливных норм мы устанавливаем как бы безотносительно к оросительным нормам, и, как видно из дальнейшего, мы учитываем значение оросительной нормы лишь в самом общем виде. С агропомической точки зрения такая постановка вопроса нелогична, но в нашей технической и проектной задаче это оказывается более удобным и методически правильным. Дело в том, как уже выше упоминалось, важнейшей величиной для нас является ордината максимума кривой графика режима суммарной отдачи на поля; в его абсциссах мы легче всего можем допустить в будущем изменения; наибольшая же ордината определяется поливной нормой и оптимальным сроком двух-трех поливов важнейших, основных культур. Кроме того, из двух величин, поливной и оросительной нормы, последняя допускает наибольшие отклонения от средней цифры в течение короткого периода лет, так как достаточно наличия влажной весны или осени, чтобы сильно изменились оросительные нормы. С поливной нормой дело обстоит иначе: полив дается тогда, когда он нужен, и норма его зависит от установившейся техники орошения, навыков земледельца и постоянных физических свойств почвы и грунта и изменение поливной нормы идет медленным постепенным путем.

Таким образом, основной смысл установленных нами величин поливной нормы заключается в том, что при определенных указанных выше условиях—принятым количеством воды можно полить гектар поля и увлажнить его до практически необходимой степени влажности и аккумуляции влаги в почве, вне зависимости от общей оросительной нормы, отдаваемой на поля за год.

**Определение сроков отдельных поливов каждой культуры и числа поливов.**

После установления проектного распределения культур по площади и расчетных норм поливов перейдем к рассмотрению расчетных схем поливного режима, т.-е. к определению сроков отдельных поливов каждой культуры и общего числа их.

Схемой проектного поливного режима культуры мы называем совокупность данных, определяющих средние практически оптимальные сроки (продолжительность) отдельных поливов и число таковых для каждой культуры, в пределах всего обслуживаемого данной системой района. Таким образом, каждый полив определяется не одной оптимальной точкой, а определенным периодом времени, в течение которого он должен быть дан всем полям по всему орошаемому району, занятым данной культурой.

К определению схемы поливного режима культуры можно подходить так же, как и к поливной норме, с нескольких принципиально различных точек зрения. Теоретически можно ставить вопрос о поливном режиме, вполне соответствующем водопотребности растений с физиологической точки зрения, не обращая внимания на требования экономического и хозяйственного характера. Но практически невозможно будет сразу обеспечить одновременный и короткий полив всей площади, занятой одной и той же культурой; агрикультурные и организационно-хозяйственные требования не всегда можно согласовать с требованиями оптимального поливного режима. То или иное ограничение может быть поставлено также и режимом реки, пропускной способностью сооружений, бытовыми навыками водопользователей и рядом других условий. Также необходимо отметить, что поливной режим должен быть увязан с ходом метеорологических факторов.

Для расчетно-проектной схемы поливов совершенно неприменимы ни бытовой подход, ни подход с крайними ограничениями, соответствующими физиологическому оптимуму растений; остается только один путь—установление расчетной схемы полива

That is the reason why the principle sense of the determined watering values is that the adopted quantities of water under certain conditions mentioned above, suffice to water one hectare of land and to moisten it to a practically necessary degree of humidity and accumulation of moisture in soil, this being independent from the summary irrigation value delivered on fields in a year.

**The determination of the time and of the number of waterings for various crops.**

After the crop distribution and the duties of water have been defined, it is to discuss the question of the irrigation scheme to be adopted for computations, i. e. times of water applications for different crops and the total number of waterings (irrigations) needed.

Under the projected watering regime scheme of a crop we mean the aggregation of data defining the average practically optimum terms (durations) of separate waterings and their number for different crops in the limits of the total region irrigated by the given system. Consequently each watering is determined not by a sirgle optimum point, but by a certain period of time during which the water schould be applied to all the fields of the total region under the same crop.

The question of defining a scheme of water application for a crop can be considered from several fundamentally different points of view, as this was the case with the watering value. Determining the regime of irrigation, theoretically, it may be possible to consider such a scheme which would completely satisfy the physiological needs of plants (concerning the water), without taking into account the economical and other requirements. Practically, however, it will be impossible to provide for a simultaneous and rapid irrigation of the whole area, occupied by a certain crop; agricultural and organizational requirements may not always be harmonized with the requirements of an optimum watering schedule. Certain restrictions may also arise due to the regime of the river flow, the carrying capacity of the structures, the habits of water users and other circumstances. It is necessary to note also, that the watering schedule must be tied in with the run of meteoroligical factors.

For the design of the watering scheme it is quite impracticable to use existing habits, nor is it possible to apply methods devised so as to fit completely the physiological requirements of the plants; there remains, therefore, only one way — namely to establish the watering scheme in accordance with data of actual observations made on specially selected exemplary irrigated farms: the information of such kind may be drawn from the following sources: 1) from the general conclusions of local agricultural stations, institutions engaged in the study of duty of water and separate persons experienced in the practice of irrigation, which give certain leading principles in the distribution of waterings in the time, generally connected with the essential moment of plant growth; 2) data of statistical observations fixing the actual time of water applications which have taken place in a certain year at the region under study; 3) after the data of the so-called phyto-phenological observations, i. e. data fixing dates and terms of the principal moments of development of cultural plants in accord with general climatic conditions of the location and, partly, with economical and custom conditions.

Data of all the three kinds are closely connected together, suplementing and controlling each other.

On basis of the above mentioned data studies, that were existing before 1914 schedule of plant growth and irrigation schedule adopted for the Golodnaya Steppe irrigation project (1914 — 1916) are presented on the attached table (page 108).

These irrigation schedules confirmed with the Golodnaya Steppe Agricultural Experiment Station tended to provide for maximum security at any emergency, being in a certain degree a product of theoretical study, because of the fact that the Experiment Station itself was not able to present a thourough study of the problem, being besides situated in soil — and hydrological conditions not typical for the majority of lands of the Golodnaya Steppe. The traditional practice found no reflection in these schemes. As to what concerns the average dates and terms of the principal vegetative phases of crops, they were defined in the following way: phyto-phenological observations relating to different crops and fields for a series of years have been extracted from the Station reports and been compared with the course of the principal meteorogical phenomena at the same location and with the crop yield. This allowed to reject

по данным фактических наблюдений над специально выделенными рационально поливными хозяйствами, а именно: 1) по общим выводам местных сельско-хозяйственных учреждений, гидромодульных оросительных станций и отдельных практиков, дающих известные руководящие правила в распределении поливов, преимущественно в связи с основными моментами вегетации растения; 2) по данным статистических наблюдений, фиксирующих фактические сроки поливов, имевших место в интересующем нас районе в том или ином году; и 3) по данным так называемых фитофенологических наблюдений, т.-е. данным, фиксирующим даты и сроки главнейших моментов развития культурных растений в зависимости от общих климатических условий местности и, отчасти, от экономических и бытовых условий.

Все эти данные теснейшим образом связаны друг с другом и взаимно друг друга дополняют и контролируют.

На основании обработки указанных данных, имевшихся до 1914 года, были установлены сроки вегетации, для прежнего проекта орошения Голодной Степи (1914—1916 гг.); они приведены ниже в таблице.

| Название рода культур. | С какого по какое время нормально наступает или происходит. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Посев. | Всходы. | Цветение, колошение или выметывание. | Созревание, восковая спелость или раскрытие коробочек. | Уборка. |
| Озимые (пшеница, ячмень) . . . . . | 5/IX — 20/IX | 10/IX — 5/X | 8/IV — 25/IV | 5/V — 25/V | 10/V — 30/V |
| Яровые (пшеница, ячмень, овес) . . . . . | 8/II — 20/II | 1/III — 10/III | 3/V — 20/V | 25/V — 15/VI | 1/VI — 20/VI |
| Хлопчатник . . . . . | 1/IV — 15/IV | 10/IV — 22/IV | 10/VI — 25/VI | 1/VIII — 15/VIII | 25/VIII — 30/X |
| Пропашные (кукуруза, джугара, сорго, подсолнечник, арбузы, дыни) . . . . . | 15/IV — 15/V | — | 10/VI — 20/VII | 5/VIII — 15/IX | — |
| Свекловица . . . . . | 23/III — 10/IV | — | — | — | — |
| Маш на свободном поле и по озимым . . . . | 15/V — 30/V | — | 10/VII — 22/VII | 15/VIII — 5/X | — |
| Маш на свободном поле и по яровым . . . . | 1/VI — 25/VI | — | 1/VIII — 25/VIII | запахивается | — |
| | 1-й съем | 2-й съем | 3-й съем | 4-й съем | |
| Люцерна 2-хлетняя . . | 25/IV — 12/V | 3/VI — 15/VI | 10/VII — 20/VII | 15/VIII — 15/IX | — |
| „ первогодняя | 15/VII — 25/VII | 1/IX — 15/IX | — | — | — |

Эти схемы, согласованные с Голодностепской опытной сельско-хозяйственной станцией, носили характер некоторого стремления к максимуму обеспечения от всяких случайностей и являлись в известной мере продуктом теоретического конструирования, так как опытная станция сама не имела возможности этот вопрос достаточно широко изучить, и находилась в почвенно-гидрологических условиях, нетипичных для главной массы земель Голодной Степи. Бытовая практика в этих схемах не была отражена. Средние же даты и сроки основных фаз вегетации сельско-хозяйственных культур тогда были установлены следующим путем: были выбраны из отчетов станции фитофенологические наблюдения по целому ряду культур и полей за ряд лет и сопоставлены по годам с ходом главнейших метеорологических факторов в том же месте и урожайностью культур. Это дало возможность целый ряд случаев отбросить, как явно неудачные. Оставшиеся случаи вязались более или менее с ходом метеорологических данных. После этого, простым методом нанесения точек на шкалу времени устанавливалась медианная точка, которая служила средней датой фазы вегетации, а равные отклонения в одну и другую сторону от медианной точки давали средний нормальный срок данной фазы вегетации. Работу эту представилось возможным тогда проделать исключительно благодаря наличию хороших фитофенологических записей и метеорологических данных. К сожалению, за последние десять лет таких данных не имеется.

В 1925—26 году Гидромодульная Часть Средазводхоза, подвергнув обработке сроки вегетации сельско-хозяйственных культур в Голодной Степи, дала с своей стороны нижеследующую таблицу.

| Name of crop | Normal beginning and end | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sowing | Sprouting | Blossoming, earing or out-casting | Maturity, wax maturity or bolls opening | Harvesting (getting in) |
| Winter corn (wheat, barley) . . . . . | 5/IX—20/IX | 10/IX—5/X | 8/IV—25/IV | 5/V—25/V | 10/V—30/V |
| Spring corn (wheat, barley, oats) . . . . . | 8/II—20/II | 1/III—10/III | 3/V—20/V | 25/V—15/VI | 1/VI—20/VI |
| Cotton . . . . . | 1/IV—15/IV | 10/IV—22/IV | 10/VI—25/VI | 1/VIII—15/VIII | 25/VIII—30/X |
| Crop grown in rows (maize, sorghum, jugara, sunflower, eatermelons, melons) . . . | 15/IV—15/V | — | 10/VI—20/VII | 5/VIII—15/IX | — |
| Beet roots . . . . . | 23/III—10/IV | — | — | — | — |
| Mash (Phaseolus Mungo) catch crop on free lands and on lands cleared from winter corn . . . . . | 15/V—30/V | — | 10/VII—22/VII | 15/VIII—5/X | — |
| Mash on free lands and on lands cleared from spring-corn . . . . . | 1/VI—25/VI 1-st cut | — 2-d cut | 1/VIII—25/VIII 3-d cut | Ploughed into earth 4-th cut | — |
| Alfalfa second year crop . | 25/IV—12/V | 3/VI—15/VI | 10/VII—20/VII | 15/VIII—15/IX | — |
| first year crop . | 15/VII—25/VII | 1/IX—15/IX | — | — | — |

a great number of cases as absolutely failing. The remaining cases were in a more or less good agreement with the course of the meteorological phenomena. After that by ordinary plotting on time scale the medium point was determined which served the mean date of the vegetative phase. The specifically equal divergence from the medium point in one end and in the other direction marked the average normal period (term) of the given phase of vegetation. This work could be accomplished due to reliable phyto-phenological records and meteorological data available. Unfortunately the latter are not available for the last ten years.

In 1925/26 the Commitee on Duty of Water Studies of the Central Asiatic Water Economy Department, after having observed the vegetation terms of the agriculture crops in the Golodnaya Steppe represented the following table:

| Name of crop | | Normall beginning and end | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sowing | Earing | Blossoming | Maturity | Harvesting (getting in) |
| Cotton . . . . . | extreme | 1/IV—20/V | — | 15/VI—15/VII | 1/VIII—2/IX | 12/IX—1/XI |
| | mean | 9/IV—10/V | — | 19/VI—10/VII | 1/VIII—25/VIII | 19/IX—1/XI |
| Winter corn . . . . . | extreme | 4/IX—2/XI | 19/IV—18/V | 22/IV—28/V | 18/V—14/VI | 22/V—1/VII |
| | mean | 9/IX—17/X | 24/IV—10/V | 9/V—25/V | 19/V—20/VI | 1/VI—21/VI |
| Mash (Phaseolus Mungo) | extreme | 9/V—1/VII | — | 19/VII—18/VIII | 19/VII—3/X | 9/IX—1/X |
| | mean | 24/V—20/VI | — | 19/VII—10/VIII | 1/IX—20/IX | 28/VIII—13/X |
| Crops grown in rows . | extreme | 1/IV—1/VI | — | 4/VI—25/VII | 1/VIII—27/IX | 10/VIII—1/X |
| | mean | 14/IV—15/V | — | 14/VI—20/VI | 4/VIII—10 IX | 15/VIII—1/X |
| | | 1-st cut | 2-d cut | 3-d cut | 4-th cut | |
| Alfalfa . . . . . | extreme | 19/IV—20/V | 1/VI—10/VII | 4/VII—10/VIII | 14/VIII—21/IX | — |
| | mean | 24/IV—15/V | 9/VI—1/VII | 9/VII—1/VIII | 19/VIII—10/IX | — |

| Название рода культур. | | С какого по какое время нормально наступает или происходит. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Посев. | Колошение. | Цветение. | Созревание. | Уборка. |
| Хлопчатник | крайний | 1/IV — 20/V | — | 15/VI — 15/VII | 1/VIII — 2/IX | 12/IX — 1/XI |
| | средний | 9/IV — 10/V | — | 19/VI — 10/VII | 1/VIII — 25/VIII | 19/IX — 1/XI |
| Озимые, зерновые | крайний | 14/IX — 2/XI | 19/IV — 18/V | 22/IV — 28/V | 18/V — 14/VI | 22/V — 1/VII |
| | средний | 19/IX — 17/X | 24/IV — 10/V | 9/V — 25/V | 19/V — 20/VI | 1/VI — 21/VI |
| Маш | крайний | 9/V — 1/VII | — | 19/VII — 18/VIII | 19/VII — 3/X | 9/IX — 1/X |
| | средний | 24/V — 20/VI | — | 19/VII — 10/VIII | 1/IX — 20/IX | 28/VIII — 13/X |
| Пропашные | крайний | 1/IV — 1/VI | — | 4/VI — 25/VII | 1/VIII — 27/IX | 10/VIII — 1/X |
| | средний | 14/IV — 15/V | — | 14/VI — 20/VI | 4/VIII — 10/IX | 15/VIII — 1/X |
| | | 1-й съем | 2-й съем | 3-й съем | 4-й съем | |
| Люцерна | крайний | 19/IV — 20/V | 1/VI — 10/VII | 4/VII — 10/VIII | 14/VIII — 21/IX | — |
| | средний | 24/IV — 15/V | 9/VI — 1/VII | 9/VII — 1/VIII | 19/VIII — 10/IX | — |

Кроме того, в нашем распоряжении имелись сведения о сроках фактических поливов и о размерах площади, получившей каждый полив, по отдельным районам современного орошения в Голодной Степи за 1925 г. Эти сведения получены по анкетным данным от участковых гидротехников и крупнейших хозяйств и обработаны заведующим водопользованием в системе агрономом Г. П. Гельцером.

Наконец, для освещения вопроса о том, насколько могут быть гибкими и растяжимыми элементы поливного режима культур, и в подтверждение ряда общих положений, принятых при построении расчетного графика суммарной отдачи на поля, были использованы данные наблюдений Гидромодульной Части, произведенные в соседнем с Голодной Степью Дальверзинском районе, и данные, приводимые агрономом М. Ф. Перескоковым, в отношении Мургаба и Ферганы. Они приведены в специальных таблицах в конце главы.

Перейдем непосредственно к конкретным выводам для каждой из культур в отдельности.

Хлопчатник. На основании упомянутых выше данных и общих сведений о проектной схеме поливного режима хлопчатника были установлены следующие общие положения:

а) самым важным моментом поливного режима хлопчатника во всех случаях является период начала цветения; на этом теперь сходятся мнения и ученых агрономов и практиков и это подтверждается данными из практики водопользования в Голодной Степи;

б) полив в период от посева до начала цветения должен производиться только при крайних обстоятельствах; нормально же никакого полива в этот период — примерно 45 — 50 дней, — совершенно не производится, развитие растения поддерживается обработкой; этот вывод опытов подтверждается и наблюдается теперь и в Голодностепской практике, где раньше начала июня спроса на хлопковую воду почти нет; однако, к сожалению, в этих наблюдениях не выделено влияние высокостоящих грунтовых вод в ныне орошенной части Степи на питание корневой системы хлопчатника; поэтому, как мы полагаем, пока еще не вполне доказано то положение, что хлопчатник сможет обойтись в течение этого времени без полива и на землях с глубокими грунтовыми водами;

в) так называемый предпосевный полив нужен бывает только в исключительно сухие весны или в случае гибели всходов и необходимости пересева; во всех же остальных случаях не только можно, но и нужно обходиться без него, так как избыточная влажность в это время влечет целый ряд отрицательных явлений физиологического и агротехнического порядка[1]); необходимый запас влаги для всходов и дальнейшего произрастания может и должен накапливаться в невегетационный период путем соответствующего полива полей; если обратимся к приведенным данным фактических поливов по Голодной Степи и к обобщенным выводам практики по другим районам, то увидим отчетливое подтверждение этого положения;

[1]) См. статью агронома М. П. Дворниченко „Условия орошения в Голодной Степи", журн. „Хлопковое Дело".

There were moreover informations on dates of actually waterings and acreage of the area irrigated by a single watering in different regions of the now-a-days Golodnaya Steppe irrigation for 1925. Theses informations were obtained from inquiry data presented by district hydrotechnical engineers and from the largest farms and elaborated afterwards by G. P. Helzer, the agronomist in charge of the Water Use at the System.

In order to illuminate the question of flexibility and expansibility of the elements of the irrigation schedule of different crops and to emphasize several general suggestions, assumed in constructing the proposed eventual diagram of summary water allowance to the fields, the data of the Commitee on Duty of Water Studies from observations made at the Dalverzin region adjoining the Golodnaya Steppe and the data presented by the agronomist P. F. Pereskokov concerning Murgab and Fergana have been taken advantage of. These data are presented in tables attached to the end of this chapter.

Let us immediately pass over to concrete statements for each crop separately.

Cotton. On the basis of data mentioned above and general informations the estimated irrigation schedules for cotton, following general statements could be set down:

a) the most important moment in the irrigation of cotton is, in all cases, the beginning of the blooming period; opinions of scientifists-agronomists and practicians are in good consent upon this question, and it is supported by recorded data of the Golodnaya Steppe water use practice;

b) the watering at the period between seeding and the beginning of blooming should be made in extraordinary circumstances only; as a rule at this period for about 15—20 days, no water at all is supplied, the development of plants being stimulated by tillage; this statement deducted from experimental researches is at the present time well justified by the Golodnaya Steppe irrigation practice, where really no water is required for cotton before June, but we are sorry to state that in these observations there has been outlined no influence of the high level ground waters in the presently irrigated part of the Golodnaya Steppe on the feeding of the root system of the cotton; therefore we consider, that the statement of the cotton being able to subsist during this time without watering and on lands with deep ground waters, is not yet quite established;

c) statement is that the so-called preparatory (before sowing) watering is required in extremely dry springs only or in the case of perdition of sprouts and the necessity of resowing; in all other cases it is abvisable and even necessary not to apply the preparatory watering, as abundant humidity at this time causes the appearance of many detriment phenomena of physiological and agrotechnical character[1]); the necessary reserve of humidity for sprout and further growth may and should be accumulated during the non-vegetative period by adequate water application on fields; in apply to data of actual waterigs in the Golodnaya Steppe stated above and to amplified conclusions of practice for other regions, this instance is clearly outlined;

d) every watering applied to an extensive region lasts for a rather long period surpassing at the average by two or three times that critical period of water application during which, under normal plant growth and normal weather conditions, the given watering should be applied; in apply to data of actual waterings at the Golodnaya Steppe stated above and generalized data for other regions, it is to notice that the irrigation of cotton raised at that region proceeds practically with no interruption during the whole period, i. e. the end of the preceding watering touches or even overlaps the beginning of the succeeding watering; but it should be always kept in mind, that by so great an expansibility of watering terms, each watering does not proceed with precise uniformity from the beginning of a certain period to the end of it; the maximum of intensiveness is of a less duration;

e) watering of cotton during the period of maturing keeps back the maturity itself, and consequently in our conditions decreases the yield; therefore, the August

[1]) See article of agronomist M. P. Dvornichenko „Irrigation Condition of the Golodnaya Steppe", journal „Cotton Business".

г) каждый из поливов на всем районе тянется довольно долго, в среднем в два-три раза дольше того критического периода полива, в течение которого при нормальном развитии растения и нормальной погоде следовало бы дать почве данный полив; если же обратиться к приведенным данным фактического полива в Голодной Степи и обобщенным данным по другим районам, то можно констатировать почти полную беспрерывность поливного периода хлопчатника на районе, т.-е. конец предыдущего полива соприкасается или даже накладывается на начало последующего; однако нельзя упускать из виду, что при такой большой растяжимости сроков поливов, каждый полив не идет равномерно от начала замеченного срока до конца; максимум напряжения имеет более короткий срок;

д) полив во время созревания хлопка задерживает самое созревание и, следовательно, в наших условиях уменьшает урожай; поэтому августовские и сентябрьские поливы производятся далеко не во всех случаях и рациональны только при наличии определенных обстоятельств.

В результате нами была принята следующая схема нормального поливного режима хлопчатника.

Предпосевный полив хлопчатника мы обеспечиваем целиком в невегетационное время: большую часть этого полива — 66%, даем в октябре, ноябре и декабре вплоть до наступления холодного времени, когда пропуск воды по каналам и производство поливных работ могут быть затруднены, меньшую же часть — 34%, обеспечиваем ранней весной, перед закрытием каналов на ремонт (в феврале и марте).

На случай пересевов хлопка или пропуска зимнего предпосевного полива, весною, в период посева и всходов, с 10 апреля до 10 мая обеспечиваем 25% полного полива, считая этот полив запасным, т.-е. гарантирующим какое-либо неблагоприятное стечение обстоятельств.

Предпосевное увлажнение мы, таким образом, больше обеспечиваем, чем это имеет место в орошенной части Голодной Степи (в среднем — зимний предпосевный полив применен на 20%, запасный — на 13% от полного полива). Мы руководствовались теми соображениями, что такого высокого уровня грунтовых вод, который теперь создается чрезмерной поливкой и потерями, в будущем не будет и что, в случае стечения неблагоприятных метеорологических условий, посевы не должны пострадать.

Первый вегетационный полив хлопчатника устанавливаем с 5 по 20 июня, т.-е. перед самым началом цветения. Так как это полив производится в условиях подсушенной и взрыхленной почвы и является сам по себе самым важным поливом, то ему присваивается верхняя ступень поливной нормы (1500 — 1100 — 800 *куб. м* на гектар).

Второй полив идет за первым по схеме через 10 дней, т.-е. назначается с 29 июня по 14 июля, а фактически, конечно, сольется и с первым и с третьим.

Третий полив, тоже через 10 дней, или с 24 июля по 8 августа. Этот полив, вопреки принятым в прежнем проекте и обобщенным данным для других районов, мы считаем возможным предусматривать не на всю площадь, так как на хорошей земле и при хорошей обработке, в нем уже часто надобности не бывает. Если взять фактические данные, то в Голодной Степи этим поливом было полито в 1924 г. 32% и в 1925 г 44% всей хлопковой площади. Мы берем нормальное обеспечение 70%, опять же принимая во внимание соображения, указанные для предпосевного полива.

Четвертый вегетационный полив назначаем с 18 августа по 2 сентября и обеспечиваем его для 40% от общей площади под хлопком. Фактические данные показывают, что этот полив в 1924 г. был дан на 18% всей хлопковой площади, а в 1925 г. — на 14%.

Дальнейших поливов в проектной схеме не предусматриваем. Графически принятая схема представлена на листе 18-а.

Здесь мы должны отметить, что если бы потребовалось дать третий и четвертый поливы на все 100% площади, то это не повлекло бы повышения ординаты общего графика отдачи воды (см. пунктир на чертеже).

Люцерна. Окончательная конкретизация поливной расчетной схемы для люцерны не так четко вытекает из общих соображений и фактического материала, как для хлопчатника. В прежнем проекте, по указаниям Голодностепской опытной сельскохозяйственной станции, был проведен в проектной схеме принцип обильного орошения люцерны, по два обязательных полива на каждый съем, — первый полив недели за 2 — 3 до съема, т.-е. в период цветения люцерны, второй — немедленно после съема.

Тот же, примерно, принцип проводится агрономом Перескоковым в его обобщенных проектных схемах поливов для Мургаба и Ферганы.

and September waterings are frequently not applied, being rational in certain conditions only; on this basis, the following irrigation scheme for cotton is adopted for computations.

We provide completely the preparatory (before sowing) watering of cotton at the non-vegetative period. The greatest part of this watering, 66 per cent, we give in October, November and December, before the cold season comes when the water passage through canals and the application of water for irrigation may be prohibited. The smaller part of this watering, 34 per cent, is provided in early spring (March, April), before the canal closure for repair.

In case of cotton re-sowing or for late applications of winter preparatory watering during spring time at the period of seeding and sprouting 25 per cent of the normal depth of water is provided for the period from April 10 to May 10, this counting as a reserve watering, i. e. providing for any unfavourable circumstances.

We secure in such a way the preparatory (before sowing) watering more than it takes place really in the irrigated part of the Golodnaya Steppe (the winter preparatory watering was used by 25 per cent at the average, the reserve watering by 13 per cent). We took in consideration the suggestions that there will be in future no underground waters of such a high level, which is caused now by excessive irrigation and losses and that, in case of unfavourable meteorological conditions, the crops should not suffer.

The first vegetation watering of cotton is fixed from June 5 to June 20, — the time preceding the very beginning of blossoming. While this watering is applied under conditions of dried and mellow earth and is, besides, the most important, the highest watering value is provided for 1500 — 1100 — 800 cub. meters per hectare.

The second watering begins, according to the scheme, 10 days after the end of the first watering, i. e. lasts from June 29 to July 14. In fact it will interfere with the first and the third waterings.

The third watering is fixed 10 days later, i. e. from July 24 to August 8. In spite of data adopted in the former project and the generalized data for other regions, we assume it feasable not to provide the third watering for the whole area, because under good soil and tillage conditions this watering is often useless. Actual records show that the area under this watering at the Golodnaya Steppe in 1924 was 32 per cent after taking in consideration the same suggestions as have been cited when the preparatory (before sowing) watering was discussed.

We settle the fourth vegetation watering from August 18-th up to September 2-d, and we secure 40 per cent of the area. The actual data for 1924 give about 18 per cent, for 1925 — 14 per cent.

We foresee no further watering in our proposed scheme. The scheme adopted is represented on plate 18-a.

We must notice here, that if it were necessary to give a third and fourth watering on the whole 100 per cent of the area, it would not increase the rising of ordinate on the summary diagram of the water allowances to the fields (see dotted line on the drawing).

Alfalfa. The concrete features of the alfalfa watering scheme to be adopted for computations are not so clearly outlined by general conditions and actual record material as this was in the case of cotton. In the former project, according to instruction of Golodnaya Steppe Agricultural Experiment Station, there was adopted the principle of abundant alfalfa irrigation for the scheme projected, i. e. to provide obligatory waterings for every cut: one watering 2 or 3 weeks before cutting, i. e. in the period of the flourishing of the alfalfa, the other immediately after cutting.

Very near the same principle is adopted by the agronomist Pereskokov in his standard watering schedules for design estimated for Murgab and Fergana (see above record materials).

But the irrigation practice at the Golodnaya Steppe under normal farming conditions proved that such a watering scheme was not actually used. During former years the normal number of waterings was not more than four. In 1924 percentage of area irrigated by the first watering was 100 per cent, by second watering — 76 per cent, by third watering — 30 per cent and the area watered more than thrice was not over 10 per cent. In 1925 the percentage of area irrigated by the first watering was

Однако, практика орошения в Голодной Степи в условиях нормального хозяйства показала, что такая поливная схема фактически не применяется. За прежние годы можно констатировать нормальное число поливов не более 4-х. За 1924 г. имеем — 1-й полив — 100%, 2-й полив — 67%, 3-й — 30% и люцерны, политой более 3-х раз, не более 10%; за 1925 г. имеем: 1-й полив — 100%, 2-й — 96%, 3-й — 73%, политой более 3-х раз — 12%.

При внимательном изучении условий орошения люцерны, выяснились следующие обстоятельства. Прежде всего, полив немедленно после съема по местным условиям оказался нерациональным потому, что он способствовал развитию сорняков и паразита люцерны, кускуты, которые быстрее развиваются после полива, нежели сама культура. Кроме того, наблюдения над урожайностью люцерны и общим состоянием поля показали, что вообще лучшие результаты получались без поливов непосредственно за съемом. Повидимому, здесь играют роль бактериальные процессы в почве, условия развития корневой системы и гибель паразитов. Таким образом, если немедленный полив после съема практикой начинает отвергаться, то естественно происходит и сокращение числа поливов, так как в промежутке между съемами по времени оказывается достаточно одного полива, может быть, более обильного.

В результате нами принята следующая схема. Первый полив, ранний весенний, обеспечивается в период со второй половины февраля до половины марта, перед закрытием каналов на ремонт. По метеорологическим условиям зимних месяцев, этот полив очень часто будет требоваться не на все 100% площади под люцерной, однако, в проектной схеме намечаем полный полив. В условиях современной практики, этот полив не совсем отчетливо выявляется, ибо все поливы в невегетационное время квалифицируются, как зимние или предпосевные; с понижением уровня грунтовых вод, он должен стать обязательным.

Второй полив, с высшей нормой, намечаем с 15 по 31 мая, между первым и вторым съемом и, обязательно, до первого полива хлопка. Полив этот является наиболее важным и менее всего зависит от гегемона-хлопчатника.

Третий полив намечаем с 15 по 31 июня. Он совпадает с периодом второго съема и приходится во время между первым и вторым поливом хлопчатника, что играет существенную роль. Этот полив может оказаться частично перед вторым съемом, частично после него.

Четвертый полив намечается в период с 20 июля по 9 августа, после второго полива хлопчатника и третьего съема люцерны. В практике этот полив не распространяется на все 100% площади. Мы оставляем 100%, имея в виду некоторый сдвиг его к осени, в связи с совпадением его с третьим поливом хлопчатника, который принят для 70%. Очевидно, здесь создаем известный запас для того и другого.

Пятый полив люцерны намечен на время с 31 августа до 25 сентября, который частью приходится после четвертого съема, частью опережает его. Принят этот полив для 100% площади условно, так как нормально он в таком размере не будет нужен. Этот полив лишь частично является вегетационным, в остальном потребность его целиком будет зависеть от метеорологических условий осени и уровня грунтовой воды.

Отметим, что при установлении проектной схемы поливов люцерны нами руководило еще одно соображение. Люцерна по площади и по требованию воды является второй и главной после хлопчатника культурой, но растягивает свой оросительный период на гораздо больший срок. Поэтому, известный запас в обеспечении ее поливов, который может явиться скрытым обеспечением острой потребности других культур, казался целесообразным.

Группа хозяйственных культур. В эту группу входят: озимая и яровая пшеница, озимый ячмень, кукуруза, джугара, клевещина, кунжут, маш на зерно и на удобрение, арбузы, дыни, тыквы и т. д.

В некоторых типах хозяйства все эти культуры вместе могут достигнуть максимум 20% посевной площади, в среднем же под них намечается только около 10%. При такой сравнительно небольшой площади, занимаемой этими культурами, и при пестром конгломерате их с самыми разнообразными сроками вегетации, разнообразными требованиями к воде и т. п., было бы нецелесоответственно устанавливать оптимальные сроки и схемы полива для каждой культуры в отдельности. Особенную схему поливного режима мы наметили только для озимых и яровых зерновых, как культур, резко отличающихся по своему характеру от всех прочих, и для маша, которому в некоторых случаях может быть отведено более или менее заметное место.

100 per cent, by 2-d — 96 per cent, by 3-d — 73 per cent and watered more than thrice — 12 per cent.

First of all, the watering given immediately after cutting proved not to be rational under local conditions as it encouraged the growth of weeds and alfalfa parasite called kuskus (Andropogon Squarrosus) which develop after having been watered more rapidly than the crop itself. Besides, some observations on the yield of alfalfa and general condition of field showed, that better results occured when fields were not watered immediately after cutting. This can be explained by the decisive importance of bacterial processes in soil, conditions of root system development and, of course, the perdition of parasites. And so, while an immediate watering after cutting is reprobated by practice, the number of watering naturally diminishes, i. e. between cuts one watering, may be a more abundant one, is quite sufficient.

As a result the following scheme has been admitted.

The first early spring watering is provided at the period beginning from the second half of February and ending at the middle of March, before canal shut-downs for repairs. Due to meteorological conditions of winter months the amount of water actually needed is frequently considerably less than for the total 100 per cent of area under alfalfa. Nevertheless, for scheme projected, full water requirements are provided. Under conditions of present practice of irrigation the watering mentioned is not enough clearly distiguished from others because all watering of the non-vegetative period are qualified as winter and beforeseeding waterings. With the lowering of underground water plane it should become obligatory.

The second watering with highest value is appointed from May 15 to May 31, its application usually taking place between the first and the second cut, infallably, before the first cotton watering. This watering is the most important one and least depends on hegemonic crop—cotton.

The third watering is provided from June 15 to June 31. It coincides with the period of second cut, lying between the first and the second watering of cotton which is of great importance. This watering may partly be appllied before the first cut and partly after it.

The fourth watering is provided at the period from July 20 to August 9, after the second watering of cotton and the third cut of alfalfa. This watering does practically not extend upon the total area. Nevertheless we provide it for 100 per cent of area, minding it can be slightly removed towards autumn because of coincidence with the third watering of cotton estimated for 79 per cent of area. Obviously certain reserve is given for both waterings.

The fifth watering of alfalfa is appointed from August 31 to September 25, which is partly applied after the fourth cut and partly in advance of it. This watering is conventionally adopted for 100 per cent of area, while in normal conditions no such amount will ever be used. This watering is but partly of vegetative significance, its necessity depending mainly on autumnal meteorological conditions and on the underground water plane.

It is to be noted that in estimating the project scheme of alfalfa waterings, we are also guided by the following considerations. For its area and water requirements alfalfa is to count a culture of second but major importance after cotton, its irrigation period being extended upon a rather long time; therefore certain reserves in its watering provision can serve as a disguished guarantee in case of acute want of water for other crops, which is fairly logical.

Group of domestic consume plants.

This group includes: winter and spring wheat, winter barley, maize, sorghum (jugara), castor-plant, sesame, mash (Phaseolus Mungo) for grain and for manure, water-melons, melons, pumpkins, atc.

In some types of farming all these crops together make up a maximum of 20 per cent of the crop area, its average percentage being adopted at 10 per cent Under such a comparitively small area occupied by these cultures and under the divergent conglomerate character of these cultures with absolutely different terms of vegetation, different water requirements etc., the estimation of optimum terms and watering schemes for every crop separately would be practically not corresponding to the aim.

Все же остальные культуры хозяйственной группы объединены под общим названием „пропашных". Весь проектный поливной режим их может заключаться только в равномерном периодическом обеспечении поливами площади, занятой ими. Нами принята для них нижеследующая схема поливов: 1-й полив — с 25 апреля по 15 мая, 2-й полив — с 25 мая по 9 июня, 3-й полив — с 21 июня по 1 июля, 4-й полив — с 14 июля по 24 июля, 5-й полив — с 5 августа по 20 августа, 6-й полив — с 31 августа по 17 сентября.

Большим числом поливов и растянутостью их почти на весь поливной сезон мы создали запас на все нужды в воде, которые встречаются в хозяйстве, напр., на полив усадебных посадок, садов, огородов и т. п.

Поливная схема озимых зерновых практически довольно определенно установлена и состоит из предпосевного полива осенью (намечаемого с 10 до 30 сентября) и одного или двух поливов весной. В случае двух поливов, один целесообразно дать перед колошением (с 15 апреля по 25 апреля), другой — в период молочной зрелости (примерно с 15 мая по 25 мая). В случае одного полива, что ближе всего подходит к существующей практике, один полив можно затянуть на время, примерно, с 15 апреля до 15 мая и позже.

На графике при втором поливе весной или при третьем по счету для данной культуры сделано указание на необязательность его.

Яровые (пшеница или ячмень), в соответствии с нормальным сроком своего развития получают всего один полив в первой половине мая, с 1-го по 15-ое, перед колошением.

В некоторых случаях, при неблагоприятных условиях погоды, может быть нужен и второй полив, в первой половине июня; он намечен с 7 по 17 июня и показан на графике как необязательный.

Маш преимущественно занимает поле вторым посевом после озимых, но нередко засевается и самостоятельно.

В обоих случаях, посев его производится довольно поздно, в конце мая или в начале июня, когда для всходов необходим предпосевной полив.

Дальнейшее развитие его идет в условиях наиболее жарких месяцев, почему требуется еще несколько поливов в зависимости от того, идет ли маш на зерно или запахивается. Нами принята такая схема: предпосевный полив — с 20 мая по 10 июня, 1-й вегетационный полив — с 25 июня по 11 июля, 2-й вегетационный полив — с 21 июля по 5 августа, 3-й вегетационный полив — с 15 августа по 30 августа; при этом, 2-й и 3-й помечены необязательными или могущими быть замененными одним вторым.

**Построение суммарных графиков отдачи.**

По установлению, таким образом, различных возможных вариантов соотношения культур во вновь орошаемом районе, норм, сроков и схем поливного режима их, были построены для всех намеченных комбинаций суммарные графики отдачи воды на поля с распространением их на всю площадь действительного орошения, равную по проекту 407.525 гектарам, которая определена из валовой площади орошения, приняв коэффициент земельного использования равным 0,88. Все построенные графики отдачи воды приведены в атласе на листах 17, 19, 20, 21, и 22.

Следует заметить, что графики, приведенные на листе 17 были вначале построены по несколько отличным поливным нормам, а именно, поливные нормы для нормальной техники орошения были взяты равными 1200 — 1000 *куб. м* и для хорошей — 1000 — 800 *куб. м* на гектар, вместо установленных соответственно в 1100 — 900 *куб. м* и в 800 — 700 *куб. м* на гектар, и для площади действительного орошения в 402.000 гектар, вместо 407.000 гектар. Однако, поскольку этот случай является случаем предельно-интенсивного распределения культур и самые отклонения в поливных нормах идут в запас, график не перестраивался.

Так как все перечисленные графики суммарной отдачи воды являются вспомогательными построениями для определения расчетного расхода Голодностепского Магистрального канала и общей кривой режима его, то сопоставление их между собою и все выводы, вытекающие из этого сопоставления теснейшим образом связаны с рассмотрением расчетного расхода указанного канала, к чему мы непосредственно и переходим.

**Определения расчетного расхода Голодностепского Магистрального канала.**

Расчетным расходом Магистрального канала, как указано выше, мы называем ту наибольшую величину нормального расхода канала у головного шлюза-регулятора, которая сможет удовлетворить потребность в оросительной воде для всей площади будущего орошения при самых разнообразных мыслимых условиях развития вновь орошаемого района. Необходимость правильного установления величины расчетного расхода Маги-

A separate watering schedule is still provided for winter and spring corn, as the character of these crops differs distinctly from all other crops; the same is for mash (Phaseolus Mungo) to which in some cases a more or less eminent importance can be attributed. All the remaining crops of the domestic consume group are collected under a common name „grops grown in rows". The whole watering regime could be contained only in a regular periodical securing of waterings for the area covered by them.

The following scheme of irrigation is adopted for these crops: 1-st watering from April 25-th to May 15, 2-d watering from May 25 to June 9, 3-d watering from June 21 to July 1-st, 4-th watering from July 14 to July 24, 5-th watering from August 5 to August 20, 6-th watering from August 31, to September 17.

The great number of waterings and their extension on nearly the whole summer irrigation season reserves for all needs of the holding, which may emerge at this period, particularly, the watering of plants near the farm-houses, gardens, kitchen-gardens, etc.

The watering scheme for winter corn is rather precisely establishing the practice of irrigation. It consists of a one before sowing in autumn, its average terms appointed from September 10 to September 30, and of one or two waterings in spring. In case of two waterings it is rational to apply one before earing, from April 15 to April 25, the other — at the period of „milk maturity", from May 15 to May 25, approximately. In case of one watering, which is the case very near corresponding to actual records, the watering can last from about April 15 to May 15, and even later.

A note is put down to the diagram that the second spring watering i. e. the third for the given crop, is not obligatory.

Spring crops (wheat and barley) according to the normal terms of their growth, receive one watering only, before earing, from May the 1-st to May the 15-th.

In some cases of unfavourable weather conditions a second watering at the first half of June may be wanted. It is provided from June the 7-th to June the 17-th and noted on the diagram as not obligatory.

Mash (Phaseolus Mungo) is principally sown after winter crops as catch crop, but is also frequently cultivated independently.

In both cases it is sown rather late, at the end of May or at the beginning of June, where a watering for sprouting is necessary.

Its further development proceeds in hottest months conditions, necessatating several waterings more which depends upon mash being used as grain or being tilled in to the earth. The following scheme presented on the diagram is adopted: preparatory before sowing from May 20 to June 10-th; 1-st vegetative from June 26 to July 11-th; 2-nd vegetative from July 21 to August 5; 3-d vegetative from August 15 to August 30; therein the second and third waterings are marked as not obligatory or they can also be substituted by second watering alone.

**Construction of summary diagrams of water allowance.**

The different possible variations of crop distribution at the newly irrigated lands and their watering schemes being determined, the summary diagrams of water allowance to the fields for all designed combinations were plotted down, these diagrams pertaining to the whole area proposed for actual irrigation, totaling 407,525 hectares which has been estimated from the gross area of irrigation by assuming the coefficient of land utilization at 0.88. All the diagrams of water allowance plotted are presented on plates 17, 19, 20, 21 and 22, Atlas.

It is to be noted that the diagrams presented on plate 17 constructed at first for somewhat differing watering values, for instance, watering values for normal technic of irrigation were taken equal to 1200 — 1000 cub. meters and 100 — 800 cub. meters per hectare correspondingly, instead of 1100 — 900 cub. meters and 800 — 700 cub. meters here assumed; besides the area of actual irrigation has been assumed at 402.000 hectares instead of 407.000 hectares. Nevertheless as far as the diagram in question refers to extreme intensive crop distribution for which case the assumed figures secure more ample allowances, the diagram was not reconstructed.

As far as all the summary water allowance diagrams mentioned serve as auxiliary curves for the estimation of the eventual Golodnaya Steppe Main canal discharge, and the determination of its time-discharge curve, their comparative study and all con-

стрального канала вытекает из того, что как Магистральный канал, так и все сооружения, связанные с его режимом, являются сооружениями долговечными. Если канал и все сооружения на нем будут запроектированы на расход значительно больший, чем потребуется в будущем, то тем самым создается ряд технических неудобств: увеличенные потери, неблагоприятные условия для предотвращения зарления каналов, трудность обеспечения нужных горизонтов при неполных расходах и т. п.; экономически это создаст неоправдываемое в будущем увеличение начальных основных затрат, повысит эксплоатационные расходы и поведет к излишнему расходованию оросительной воды.

К определению расчетного расхода Магистрального канала можно подходить несколькими путями, сводящимися к рассмотрению и сопоставлению графиков суммарной отдачи на поля с введением тех или иных ограничительных условий, вытекающих либо из общих принципов положенных в основание проекта, либо из фактического соотношения влияющих на расчетный режим факторов.

Выше были изложены основания построения графиков, суммарного режима отдачи на поля для всей площади действительного орошения проектируемого Голодностепского Магистрального канала для различных условий и предположений.

Сведем в одну таблицу полученные в этих графиках максимальные величины расходов суммарной отдачи воды на поля, а также максимальные значения удельной отдачи воды на поля; обратим при этом внимание, что все максимумы имеют более или менее длительный характер, а не характер отдельных пик, с которыми возможно было бы иногда и не считаться.

| Характер использования орошаемой территории. | Начальные условия. | | Нормальные условия. | | Условия хорошей техники. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Q_н^{max}$ | $_z^{max}$ | $Q_н^{max}$ | $_z^{max}$ | $Q_н^{max}$ | $_z^{max}$ |
| 1. Предельно-интенсивное распределение культур (атлас, лист 17) . . . . . | 195 | 0,49 | 162 | 0,40 | 130 | 0,325 |
| 2. Нормальное распределение культур (атлас, листы 21 и 23) . . . . . | 220 | 0,54 | 165 | 0,405 | 125 | 0,31 |
| 3. Экстенсивное распределение культур (атлас, лист 20) . . . . . | 182 | 0,45 | 139 | 0,34 | 105 | 0,26 |
| 4. Бытовое распределение культур по пос. Спасскому (атлас, лист 19) . . . . . | 189 | 0,46 | 144 | 0,35 | 113 | 0,28 |

Примечание: $Q_н^{max}$ — наибольший суммарный расход отдачи на поля в куб. метрах в сек.
$_z^{max}$ — удельная отдача на поля в литрах на гектар.

Из приведенной таблицы получаем для величины $Q_н^{max}$ такую амплитуду колебания:

1) при начальных условиях орошения . . . . . 220 — 182 $м^3/с$
2) „ нормальных „ „ . . . . . 165 — 139 $м^3/с$
3) „ хорошей технике „ . . . . . 130 — 105 $м^3/с$

Допустим, что коэффициент полезного действия во все время существования проектируемой ирригационной системы будет сохранять свою минимальную величину — 0,5, соответствующую случаю, когда вся водопроводящая сеть в земляном русле и система находится в среднем бытовом состоянии как в отношении управления водораспределением, так и в отношении технического оборудования и надзора за системой, тогда соответствующие величины $Q_z^{max}$ расхода канала должны быть в голове нижеследующими, при полной загрузке орошаемого района:

1) при начальных условиях орошения . . . . . 440 — 364 $м^3/с$
2) „ нормальных „ „ . . . . . 330 — 278 $м^3/с$
3) „ хорошей технике „ . . . . . 260 — 210 $м^3/с$

Крайними пределами являются 440 *куб. м* в сек. и 210 *куб. м* в сек., т.-е. верхний предел более чем в 2 раза превосходит нижний.

Графики режима суммарной отдачи, имеют неодинаковое удельное значение — одни являются основными, другие поверочными, в одних распределение культур установлено в результате более или менее глубокого экономического анализа, в других взято условно, как мыслимое в пределе.

clusions deducted from all are closely connected with the examination of the eventual canal discharge, this problem being discussed immediately further on.

**Estimation of the required discharge of the Golodnaya Steppe Main canal.**

As already mentioned above under the term „required discharge of the Main canal" we understand the greatest value of the normal discharge of the canal at the head regulator, which should satisfy the need of irrigating water for the whole area of future irrigation under the most various conceivable conditions of development of the new irrigated region. The importance of an adequate statement of the value of the estimated discharge for the Main canal is due to the fact that the Main canal itself and all the works connected with its regime are longlasting constructions. If the canal and all the works are provided for a higher discharge than will be required in future, this fact will bring to a series of technical inconveniences, i. e. the increase of water losses, unfavourable conditions for the prevention of canal silting, difficulties in sustaining necessary water levels in case of low discharges, etc. From the economic standpoint this fact will arouse an increase of initial fundamental expenses unjustifiable in future, will raise the maintainance expenses and will bring to a superfluous expenditure of irrigation water.

There are several ways of estimating the required discharge of the Main canal, consisting in the consideration and comparison of the diagrams of the summary water allowance to the fields, under different limiting conditions which derive from some general principles laid at the basis of the project, or from the actual correlation of factors which influence the calculative regime.

Above principles are given and curves drawn concerning the summary water allowance to the fields of the whole area designed to actual irrigation by the Golodnaya Steppe Main canal under different conditions and assumptions. Let us summarize in one table the maximum values of the discharge and of the specific water allowance to the fields obtained in these diagrams, as well as maximum values of the specific water allowance to the fields, and let us pay attention to the fact, that all the maxima are of a more or less lasting character and do not bear the character of separate peaks, which could sometimes not be taken in consideration.

We get the following figures:

| The character of utilization of the irrigated area | Initial conditions | | Normal conditions | | Conditions of good technic | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | max $Q_n$ | max $\varepsilon$ | max $Q_n$ | max $\varepsilon$ | max $Q_n$ | max $\varepsilon$ |
| 1. Extreme intensive crop distribution (plate 17) . . . . . | 195 | 0,49 | 162 | 0,42 | 130 | 0,325 |
| 2. Nermal crop distribution (plates 21 and 22) . . . . . | 220 | 0,54 | 165 | 0,405 | 125 | 0,31 |
| 3. Extensive crop distribution (plate 20) . | 182 | 0,45 | 139 | 0,34 | 105 | 0,26 |
| 4. Custom crop distribution existing at village Spassky (plate 19) . . . . | 189 | 0,46 | 144 | 0,35 | 113 | 0,28 |

$Q_n^{max}$ — maximum summary discharge of water delivered on fields in cub. meters per sec.
$\varepsilon$ — specific water allowance to the fields in liter per hectare.

We obtain from the above mentioned table the following amplitude of fluctuations for the value $Q_n^{max}$:

1) for initial conditions of watering practice 220—182 m³/sec.
2) „ normal „ „ „ „ 165—139 m³/sec.
3) „ good technic of irrigation „ 130—105 m³/sec.

Let us admit that during the whole existence of the system proposed the efficiency will keep its minimum value — 0.5 corresponding to the case, when the whole network of canals has earth channels and the system is in a mean customary condition, as well concerning the management of the water distribution as concerning the technical equipement and survey of the system — then the corresponding values $Q_r^{max}$ of the

Попробуем себе представить, что пройзодет, если мы ограничим пропускную способность нашего канала и сооружений на нем расчетным расходом, соответствующим потребности на полях при хорошей технике орошения и определенным выше в 260—210 *куб. м* в сек. и, следовательно, в среднем 235 *куб. м* в сек.

В этом случае наличным расходом можно было бы оросить: при начальных условиях от 53% до 65% всей площади, при нормальных условиях — от 71% до 85% и, наконец, при хорошей технике орошения — всю проектную площадь.

Если принять во внимание изложенные ранее соображения о росте загрузки оросительных систем, то для нашего конкретного случая мы, собственно говоря, получаем уже практически реальные цифры, хотя сделали крайнее предположение и допустили, что коэффициент полезного действия все время будет сохранять свою минимальную величину — 0,5.

Однако, в правильно спроектированной, хорошо построенной и организованной ирригационной системе коеффициент полезного действия бывает выше 0,5 и легко достигает величины 0,65. Проектируя крупную инженерную систему, которая должна действовать столетия, легко допустить, что путем несложных эксплоатационных мероприятий ее нетрудно будет поддерживать в хорошем техническом состоянии, которое позволит приводить воду с меньшими потерями.

Наш проект предвидит полную бетонировку как для Магистрального канала, так и для значительной части распределительной и оросительной сети.

Кроме того, практика существующего орошения в Голодной Степи указывает на настоятельную необходимость ограничения потерь воды на фильтрацию, как на полях орошения, так и из водопроводящих каналов, чтобы, насколько возможно, ослабить явления осолонения и заболачивания земель. Поэтому эксплоатационная служба должна будет принимать все меры к повышению коэффициента полезного действия системы.

Все это, вместе взятое, совершенно отчетливо указывает, что в условиях Голодностепского Магистрального канала значение коэффициента полезного действия, равное 0,65, не является следствием какого-либо слишком оптимистического взгляда на будущее системы, а является величиной осторожной и вполне возможной даже в недалеком будущем.

Если принять эту величину коэффициента полезного действия и по приведенным выше цифрам наибольшего расхода на полях в различные моменты жизни системы определить расчетные расходы, то последние получают следующие значения:

1) при начальных условиях орошения . . . . . 348 — 280 $м^3/с$
2) „ нормальных „ „ . . . . . 255 — 214 $м^3/с$
3) „ хорошей технике „ . . . . . 200 — 164 $м^3/с$

Взяв теперь расчетный расход Голодностепского Магистрального канала в пределах нормальных условий орошения 255 — 214 *куб. м* в сек., в среднем равным 235 *куб. м* в сек., и подсчитав, какую часть всей площади в разных условиях можно было бы удовлетворить таким расходом канала, получим, что при начальных условиях орошения в этом случае можно обслужить от 68% до 84% всей площади, при нормальных условиях орошения — от 92% до 100% с избытком, а при хороших, и подавно, свыше 100% всей площади.

После таких предварительных прикидок перейдем теперь к выявлению величины расчетного расхода Голодностепского Магистрального канала в зависимости от роста загрузки, от постепенного увеличения коэффициента полезного действия и изменения потребности воды на поля, выражаемой величиной удельной отдачи. Вид этой зависимости был установлен выше (см. стр. 92 — 98) и там же на примере показан метод исследования этой зависимости и даны способы ее графического изображения.

В силу этого на этом мы останавливаться здесь не будем и перейдем к непосредственному построению кривых зависимости и к рассмотрению двух крайних случаев: случая возможного быстрого освоения вновь орошаемых земель и случая возможного медленного темпа их освоения.

На основании специального исследования было установлено, что нет никаких ни технических, ни экономических препятствий к осуществлению главных сооружений и главных каналов в течение трех лет, производя одновременно постройку распределительной сети и сооружений на ней, дорожной сети, а также построек, связанных непосредственно с освоением орошаемых земель.

canal discharge must be at the head of it as follows, the charge of the irrigated region being complete:

1) for initial conditions of watering practice 440—364 m³/sec.
2) „ normal „ „ „ „ 330—278 m³/sec.
3) „ good technic of irrigation „ 260—210 m³/sec.

The extreme limits are: 440 cu. meter per sec. and 210 cu. meters per sec. that is to say that the highest limit surpasses more than twice the lowest one.

The regime diagrams of summary allowance have an equal specific value, some of them are fundamental, others are control diagrams; the crop distribution in some of them is the result of more or less profound economical analysis, in the others it is taken conditionally as being conceived only in limits.

Let us try to imagine what would happen if we should limit the discharge capacity of our canal and the works on it by the required discharge corresponding to the water need on fields, under good conditions of watering practice and which was estimated above 260—210 cu. meters per sec. and averagely 235 cu. meters per sec.

In this case under the conditions of initial irrigation it could be possible to irrigate by actual discharge from 53 to 65 per cent of the whole area; in case of normal conditions — from 71 to 85 per cent and under good conditions — the whole proposed for irrigation area.

If we shall take into account the above mentioned considerations of the increase of the charge of the irrigation system, we shall already get for our concrete case practically adaptable figures, although we made an extreme assumption and admitted the efficiency of the irrigation system constantly remaining at its minimum value — 0.5. In a correctly projected, well built and organized system the efficiency of irrigation system is generally higher than 0.5 and easily reaches the value of 0.65. When one proposes than a large engineering system, which has to last for centuries, one can easily admit that be uncomplicated exploitation measures may be sustained in fair technical conditions allowing to convey water with less losses.

Our project foresees that the whole Main canal will be concrete lined, as well as a considerable part of the destributaries and laterals.

Practice of the existing Golodnaya Steppe irrigation shows quite an urgent need of limiting the water losses for filtration on the irrigated fields, as well as from the water-conveying canals. It is necessary for diminishing as much as possible features of alkalization and water-logging of land. Therefore exploitation service has to apply all measures to the increasing of the system efficiency. All this together shows quite clearly that under the conditions of the Golodnaya Steppe Main canal the value of efficiency of the irrigation system equal to 0.65 is not the result of a too optimistical conception of the future development being a cautious figure quite possible even in near future.

If we adopt this value of the efficiency of the irrigation system and the above mentioned figures of the maximum consumption on the fields at different moments of the life at the system, in this case required discharges will acquire the following values:

1) for initial conditions of watering practice 348—280 m³/sec.
2) „ normal „ „ „ „ 255—214 m³/sec.
3) „ good technic of irrigation „ 200—164 m³/sec.

If we now take the required discharge of the Golodnaya Steppe Main canal in the limits of normal conditions of irrigation, i. e. about 255—214 cu. meters per sec. and if we calculate what portion af the whole area could be satisfied by such a discharge of the canal, we shall see that under initial conditions of watering practice, one could water from 68 per cent to 84 per cent of the whole area; in case of normal conditions — from 92 to 100 per cent and under good technic — with overplus over 100 per cent of the whole area.

After such beforehand anticipations let us now establish the value of the required discharge of the Golodnaya Steppe Main canal, in dependence of the growth of the charge, of the gradual increase of the efficiency of the system and of the changes in water requirements on fields, which is expressed by the value of specific water allowances to the fields. This form of the dependence was stated above (see pp. 93—98) and also there the methods of investigating this object by diagrams are given. Therefore we shall not stop

По прошествии указанных трех лет, с технической стороны все может быть настолько подготовлено, что темп освоения будет зависеть только от наличности людского материала и денежных средств, а также от организационно-технических сил государства по устроению совхозов и колхозов.

Учитывая все вышеуказанное, была составлена ниже-следующая таблица освоения орошаемых земель.

| Годы от начала постройки. | Включается новых земель в гектарах. | | Количество фактически орошающихся земель. | | Примечание. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Валовых. | Действительного орошения. | В гектарах. | В % от общей площади. | |
| 0-ой . . . . . | — | — | 50.400 | 12 | 50.400 гектар есть площадь действительного орошения в 1925/26 г. |
| 1-ый . . . . . | 5.460 | 4.800 | 55.200 | 14 | |
| 2-ой . . . . . | 10.925 | 9.600 | 64.800 | 16 | |
| 3-ий . . . . . | 10.925 | 9.600 | 74.400 | 18 | |
| 4-ый . . . . . | 97.273 | 85.500 | 159.900 | 39 | |
| 5-ый . . . . . | 100.505 | 88.500 | 248.400 | 61 | |
| 6-ой . . . . . | 88.870 | 78.200 | 326.600 | 80 | |
| 7-ой . . . . . | 52.280 | 46.000 | 372.600 | 91 | |
| 8-ой . . . . . | 39.635 | 35.000 | 407.600 | 100 | |

Кривую, построенную по данным этой таблицы, принимаем за случай предельно быстрой земельной загрузки системы и будем считать ее таким образом заданной (см. атлас черт. 23) и перейдем к установлению другой кривой, соответствующей случаю предельно медленного роста загрузки.

Прошлый опыт заселения Голодной Степи ясно показал, что на целинных землях первые два-три года получается значительный урожай, даже при весьма примитивной обработке и благодаря этому молодые хозяйства сравнительно быстро могут образовать накопления и стать экономически на ноги. Этот факт стимулирует быстрое освоение земель. Но наряду с этим тот-же прошлый опыт отчетливо обнаружил и целый ряд неизбежных отрицательных сторон, предотвратить которые можно только весьма серьезными мерами административно-организационного и технического свойства. Прежде всего, примитивное поливное хозяйство и погоня за высоким урожаем влекут за собой чрезвычайно повышенный спрос на оросительную воду. Этот спрос при быстрой загрузке не сможет быть удовлетворен даже принятыми у нас расчетными нормами для условий начальной техники орошения.

Вслед за этим, почти с роковой неизбежностью, происходит быстрый подъем грунтовых вод и появляется массовое засоление и заболачивание почв. Земледелец, вследствие неуменья и бессилия бороться с катастрофически нарастающей порчей почвы или вследствие возможности под тем или иным предлогом получить или заарендовать новый целинный участок, легко забрасывает свой прежний. Таким образом вместо плодородных, многообещающих земель, образуются солончаки и джунгли из камыша и сорняков; вместе с тем развивается кочевое земледелие со всеми его отрицательными сторонами. В результате сильно уменьшается загрузка системы и ее интенсивность. Таков опыт современной Голодной Степи.

Статистических данных по заселению для других орошаемых районов и стран, к сожалению, очень мало. Интересны указания из американской практики, приводимые в книге Teele'я „The Irrigation in the U. S. A.". Эти данные характеризуют загрузку в виде плавной кривой, которая к 50-ти годам от начала постройки достигает своего максимума, не превосходя, между прочим, 72% от валовой площади орошения, что в переводе на площадь действительного орошения дает максимум равный 86%. Если представить теоретически ход всех событий по развитию оросительной системы, не учитывая никаких случайных исторических и тому подобных явлений форс-мажорного характера, то можно подойти только к такому, именно, характеру кривой. В начале, при обилии свободных земель, воды и населения, загрузка идет быстро. Далее стимулы к быстрому заселению могут ослабнуть, так как и тяготеющее население будет более или менее расселено, и лучшие земли могут быть разобраны и — что самое главное — может наступить не-

anymore at this subject and shall pass directly to the constructions of time-curves and to the examination of the two extreme cases: the case of a possible rapid utilization of the system and of newly irrigated lands and the opposite case of the possible slow rate utulization.

On the basis of a special investigation it was stated that there were whether technical, nor economical obstacles to the realization of the chief work and main canals in three years time, executing at the same time the construction of the distributing network, of the net of ways and the buildings, being directly connected with the irrigated lands utilization.

In three years time, in the technical part everything can be so far ready that the rate of utilization will depend only on the presence of human material and of finance as well as the organizing technical power of the Government, for establishing of the Soviet farms (sovkhoz) and collective farms (colkhoz).

As a result of all the above mentioned we obtain the following table:

| Years from the beginning of constructions | The increase of new lands (in hectares) | | Area actually irrigated | | Notes |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gross | Of actual irrigation | In hectares | Percentage of total area | |
| 0 | — | — | 50,400 | 12 | |
| 1-st | 5,460 | 4,800 | 55,200 | 14 | |
| 2-nd | 10,925 | 9,600 | 64,800 | 16 | |
| 3-rd | 10,925 | 9,600 | 74,400 | 18 | |
| 4-th | 97,273 | 85,500 | 159,900 | 39 | 50.400 hectares are the area of the actual irrigation in 1925/1926 |
| 5-th | 100,505 | 88,500 | 248,400 | 61 | |
| 6-th | 88,870 | 78,200 | 326,600 | 80 | |
| 7-th | 52,280 | 46,000 | 372,600 | 91 | |
| 8-th | 39,635 | 35,000 | 407,600 | 100 | |

It is assumed, that the curve constructed by data of this table corresponds to the case of extremely rapid increase of the charge of the system; therefore it is considered as a given curve (see plate 23) and now the other curve corresponding to the case of slow or moderate increase of the charge is to be plotted.

Past experience of colonizing the Golodnaya Steppe clarly showed that during the first two or three years virgin soils afford a considerable yield, even in case of quite a primitive cultivation, owing to which the young farms can in a comparatively short time collect savings and get on a firm economic footing. This fact stimulates a rapid utilization. At the same time the experience of the past clearly outlined many inevitable negative sides which can only be avoided by adopting most serious measures of an administrative, organizative and technical character. First of all the primitive watering menagement and the pursuit of a large crop yield causes the request for irrigation water to be extremely large. In the case of a rapid charge this request cannot be satisfied even by estimated values for the initial conditions of watering practice.

After this, there occurs, in quite an inevitable and fatal way, a rapid rise of the ground waters, in result of which these soils become alkali and waterlogged; the labourer owing to his ignorance or his impotence to struggle against the catastrophically increasing damage of the soil, or owing to his being able to receive, under some pretext, of other new virgin plat, leaves easily his former one. Thus, instead of fertile, promising soils, there are formed salines (solonchak), impassable jungles of reeds and weeds, and a nomadic agriculture with all its negative sides is developed. The charge (settlement) of the system and its intensiveness diminishes highly. Such is the experience of the Golodnaya Steppe of now-a-days.

Unfortunately there are but few statistic data about the colonization of irrigated regions in other countries. The most interesting information is obtained from American practice, which we find in Teele's book „The irrigation in the U. S. A." These data characterize the charge in the shade of a smooth curve, which in about 50 years from the beginning of construction attains its maximum and which, by the way, does not

хватка воды, обусловливаемая, исключительно небрежным обращением с ней и не устранимая даже принятыми у нас расчетными нормами для условий начального орошения. Это позволит вести дальнейшее заселение только за счет экономного расходования воды, т.-е. за счет роста коэффициента полезного действия системы, ограничения поливных норм и использования дренажных вод.

Таким образом, совершенно ясно, что чем дальше, тем этот процесс должен совершаться все медленнее и медленнее.

Что касается срока, по прошествии которого может наступить максимум загрузки, то эта цифра в каждом отдельном случае может быть различна, завися от размеров орошаемого района, обще-экономических, социальных и природных условий и приводимый Teele'ем срок в 50 лет, говорит, очевидно, о некоторой средней цифре для условий Северо-Американских Штатов.

Срок в 50 лет, вообще, является исключительно большим для освоения хлопковых земель,—таким образом, принимая его, мы не грешим в сторону форсирования загрузки системы. Опираясь на все эти, к сожалению, общие и весьма условные соображения, был намечен предельно-медленный темп земельной загрузки Голодностепской системы (см. лист 23), характеризуемый нижеприводимой таблицей.

| Годы от начала постройки. | Включаемая площадь действительного орошения в гектарах. | Количество фактически орошающихся земель. | |
|---|---|---|---|
| | | В гектарах. | В %% |
| 0-ой . . . . . | — | 50.400 | 12 |
| 1-ый . . . . . | 4.800 | 55.200 | 14 |
| 3-ий . . . . . | 19.200 | 74.400 | 18 |
| 5-ый . . . . . | 35.600 | 110.000 | 27 |
| 10-ый . . . . . | 65.000 | 175.000 | 43 |
| 15-ый . . . . . | 55.000 | 230.000 | 56 |
| 20-ый . . . . . | 50.000 | 280.000 | 70 |
| 25-ый . . . . . | 35.000 | 315.000 | 78 |
| 30-ый . . . . . | 30.000 | 345.000 | 85 |
| 35-ый . . . . . | 28.000 | 373.000 | 92 |
| 40-ой . . . . . | 17.000 | 390.000 | 96 |
| 45-ый . . . . . | 10.000 | 400.000 | 98 |
| 50-ый . . . . . | 7.000 | 407.000 | 100 |

Переходя к вопросу о построении кривых изменения коэффициента полезного действия и величины удельной отдачи на поля, естественно принять основное положение, заключающееся в том, что соответственно характеру изменения кривой загрузки системы, должен быть и характер изменения других факторов режима, и предельно быстрому росту земельной загрузки должен соответствовать и предельно быстрый рост коэффициента полезного действия и повышенный темп изменения величины отдачи на поля. Наоборот, при нормальном, естественном росте коэффициента полезного действия и таком же характере изменения удельной отдачи на поля, т.-е. когда не предусматриваются исключительные технические и организационные мероприятия в этом отношении, а расчет строится на естественном прогрессивном развитии того и другого фактора, нужно рассчитывать и на умеренный темп загрузки системы. Исходя из этого, мы дальше и строим две кривые — кривую предельно интенсивного и кривую нормального или уменьшенного роста коэффициента полезного действия, но прежде установим возможные пределы колебания коэффициента полезного действия.

Обычной величиной коеффициента полезного действия для систем в земляном русле принято считать 0,5, однако мы, учитывая возможность наличия в первые годы особо неблагоприятных условий водораспределения и водопользования, а также неизбежные потери на замочку вновь прорытых каналов, сочли осторожнее принять за низший вероятный предел, могущий иметь место в самом начале жизни системы, значение коэффициента полезного действия равным 0,40, распространив его на оба указанные выше случая загрузки системы.

surpass 72 per cent of the gross area of irrigation, giving, in percentage of area of actual irrigation, a maximum equal to 86 per cent. If we represent in theory the course of all the events in the development of the irrigation system, not taking into consideration any historical casualities or other events of force-majeur character, then we can get only this type of curve. At the beginning when free lands, water and population are abundant, the charge goes on quickly. Further, the stimulus to a rapid colonization may weaken, owing to the fact that the population apt to colonization will get more or less settled and the best lands may be already occupied, and what is most important, there may ensue a deficiency of water, depending exclusively on a careless use of it, which can exist inspite of the adopted values under initial conditions of irrigation. This permits of a further colonization only under the conditions of an economical expenditure of water, i. e. on account of the increase of efficiency of the system, so also by the limitation of the watering value and by utilization of the drainage waters.

Thus it seems quite clear that this process of colonization must become progressively slower.

As to the time when the maximum charge can take place—this figure in each separate case be different depending on the size of the irrigated region and on general economic, social and natural conditions; the term of 50 years appointed by Teele, is apparently an average figure for the U. S. A. conditions.

The term of 50 years appears as exclusively large for comprising the utilization of the cotton lands; and so, in adopting it we commit no error on the part of a forced system charge. Upon the base of all these unfortunately general and very conventional considerations, there was ascertained the extreme slow rate of the charge of the Golodnaya Steppe system (plate 23) characterized by the following table:

| Years from the beginning of construction | The included area of actual irrigation in hectares | Area actually irrigated | |
|---|---|---|---|
| | | In hectares | Percentage of total area |
| 0 | — | 50,400 | 12 |
| 1-st | 4,800 | 55,200 | 14 |
| 3-rd | 19,200 | 74,400 | 18 |
| 5-th | 35,600 | 110,000 | 27 |
| 10-th | 65,000 | 175,000 | 43 |
| 15-th | 55,000 | 230,000 | 56 |
| 20-th | 50,000 | 280,000 | 70 |
| 25-th | 35,000 | 315,000 | 78 |
| 30-th | 30,000 | 345,000 | 85 |
| 35-th | 28,000 | 373,000 | 92 |
| 40-th | 17,000 | 390,000 | 96 |
| 45-th | 10,000 | 400,000 | 98 |
| 50-th | 7,000 | 407,000 | 100 |

When passing to the question of the construction of time-curves of efficiency and of the value of the specific water allowance to the fields it is quite natural to adopt the basic assumption, that the character of modification of different factors of the regime at the system stands in full accordance with the character of modification of the system charge and to the extreme rapid rate of charge will correspond the extreme rapid increase of efficiency and the heightened rate of water allowances to the fields. Vice-versa: in case of a normal natural increase of the efficiency and the same character of modification of the specific water allowance to the fields, i. e, when no exceptional technical and organizative measures are suggested, but when the estimations is based upon the natural progressive development of both factors, it is to reckon upon a moderate increase of the charge of the system. Further on this basis are constructed two curves — the curve of an extreme intensive increasing of the efficiency and the curve of a normal or decreased development. But before this the possible limits of the variations of efficiency should be fixed.

Пределом нормального, так сказать, бытового увеличения коэффициента полезного действия,—когда с фильтрацией воды ведется борьба только в тех местах, где она явно выражена и когда земляная сеть, ее оборудование и методы водораспределения рационализируются медленно и обычным методом — примем 0,65 т.-е. ту величину, которая считается легко достигаемой на обычных земляных системах при хорошем их содержании.

И, наконец, приняв возможность бетонирования всей распределительной и оросительной сети (до поливной) допускаем возможность повышения коэффициента полезного действия до 0,85.

Первые два-три года т.-е. в период постройки главных сооружений в обоих случаях загрузки, полагаем, что величина коэффициента полезного действия остается одинаковой и держится на низшем пределе 0,40.

Далее предполагается, что в случае предельно интенсивной загрузки вся вновь строящаяся сеть бетонируется и для нее коэффициент полезного действия равен 0,80; остальная же часть системы, в нашем случае ныне орошаемая, сохраняет во все время до достижения максимума загрузки, коэффициент полезного действия 0,50. После этого, бетонировка постепенно вводится и на ныне существующей системе, кривая коэффициента полезного действия плавно повышается и он постепенно достигает своего предела 0,85.

Характер изменения кривой коэффициента полезного действия оправдывается и несколько иными рассуждениями. По данным индийской ирригационной практики потери в сети в среднем распределяются так: на магистральных каналах теряется около 20%, на распределителях около 6 — 10%, на мелких отводах и оросителях около 20 — 24%. Для проведения интенсивной земельной загрузки системы необходимо предвидеть и интенсивный рост коэффициента полезного действия, что может быть достигнуто, напр., путем бетонирования Магистрального канала и распределителей, получим что к 8-му году потери должны будут составлять около 24% и коэффициент полезного действия теоретически должен равняться 0,76; в нашем случае он равен 0,74. Дальнейший рост коэффициента полезного действия, идущий за счет урегулирования и бетонировки оросителей, проводим медленной плавной кривой.

При медленном развитии земельной загрузки системы, предельно низкое значение коэффициента полезного действия может держаться вначале дольше, чем в предыдущем случае, в связи с большими потерями на фильтрацию и при водораспределении. Затем кривая изменения коэффициента полезного действия будет повышаться медленным естественным путем, при чем надо полагать, что ко времени окончания сооружения всей системы будут предприняты специальные мероприятия по ликвидации явных очагов фильтрации и утечки воды, а также по выяснению рациональных форм водопользования, так как иначе району, при обычных начальных поливных нормах и при больших потерях, очень быстро стало бы угрожать засоление и заболачивание. Поэтому следует ожидать, что вслед за окончанием постройки коэффициент полезного действия увеличится скорее, чем в последующее время.

Перейдем теперь к построению кривых изменения удельной отдачи воды на поля. Выше был установлен целый ряд значений удельной отдачи воды на поля для разного соотношения культур и для различных условий техники орошения.

Наибольшая величина удельной отдачи воды получилась в случае нормально-интенсивного распределения культур [1]), при чем она оказалась равной:

| | | | |
|---|---|---|---|
| для начальных условий орошения | . . . | 0,54 | лит. в сек. на гектар |
| „ нормальных „ „ | . . . | 0,405 | „ „ „ „ „ |
| „ хорошей техники „ | . . . | 0,31 | „ „ „ „ „ |

Эти три величины и принимаем за основные величины для построения кривых изменения удельной отдачи воды.

Для начала загрузки ординату кривой изменения удельной отдачи принимаем равной 0,54 лит. в сек. на 1 *га*, как для медленного, так и для быстрого темпа освоения. Можно ожидать, что ордината кривой удельной отдачи не будет меняться целый ряд лет пока, под влиянием различных причин, главным образом, усовершенствования поливной сети, улучшение техники водопользования, а также подъема уровня грунтовых вод, не появятся земельные площади, которые смогут удовлетворяться меньшими поливными

---

[1]) Случай предельно-интенсивного распределения культур дает лишь самое незначительное отклонение.

The usualy adopted value of efficiency of a system in earth channel is 0.5, and yet considering the possibility of existance, in the first years, of extra unfavourable conditions of water distribution and water use, and also the possibility of inevitable losses due to the wetting of the newly cut canals, we found it more cautious to adopt as the lowest probable limit, which may occur at the very beginning of the system's life, the value of efficiency equal to 0.40 applying it to both cases of the system charge mentioned above.

In cases when the measures are applied against most active centers of water filtration, and when the system has earth channels, its equipment and methods of water distribution are slowly improved by the traditional method, the limit of the normal increase of efficiency is adopted at 0.65, this figure being considered as easily reached in ordinary earth system under good management.

And finally, when admitting the possibility of the whole network (up to watering one) being concrete lined, we admit also the possibility of increase of efficiency up to 0.85.

The first 2—3 years, i. e. in the period of the main works constructions in both cases of charge we consider that the efficiency remains the same and stays on the lowest limit 0.40.

Further, it is suggested that in case of an extra intensive charge the whole network in construction gets concrete lined and the efficiency for it is equal to 0.80; as for the remaining part of the system, irrigated now in our case, it keeps during the whole time up to the maximum of charge the efficiency 0.50. Afterwards the lining with concrete is introduced by and by and on the system, existing now, the efficiency curve rises smoothly and attains successively its limit 0.85. The character of the efficiency change curve can be justified by somewhat other considerations. By the data of the Indian irrigation practice the mean losses can be distributed in such a way: on the main canals the loss is about 20 per cent, on the distributaries—about 6—10 per cent, on the small canals and laterals about 24—20 per cent. For the realization of the intensive land charge of the system it is necessary to foresee therewith the intensive increase of the efficiency which can be attained for instance by concrete lining the Main canal and distributaries. Then we shall get losses, towards the 8-th year, constituting approximately 24 per cent, the efficiency theoretically being equal to 0.76; in our case it is equal to 0.74. The further increase of efficiency proceeding on account of control and concrete lining of the laterals, we express by a slow smooth curve.

When the charge of the system develops slowly, the extreme low value of efficiency may keep at the beginning longer than in the preceding case, owing to greater seepage. Later on, the time-curve of efficiency ascends in a slow natural way; hereby, one must suggest that when the construction of the whole system will be finished there will be especial measures undertaken concerning the liquidation of the obvious foci of seepage and losses of water, as well as concerning the rational forms of water use, for otherwise the region with ordinary primary watering conditions and great losses would be soon under the menace of alkalization and water-logging. Therefore it would be necessary to expect that immediately after the construction the efficiency would increase more rapid then in the later time.

Let us draw the time curves of the specific water allowance. Above was stated a whole range of values of the specific water allowance to the fields, for different correlations of crops, and for different conditions of the irrigation practice. The greatest value of the specific allowance to the fields occured in the case of a normal intensive distribution of crops [1]) and is equal to:

1) for initial conditions of irrigation 0, 54 lit/sec per hectare
2) „ normal „ „ „ 0,405 „ „ „
3) „ a good „ „ „ 0, 31 „ „ „

We take three values as fundamental points of the time curves of specific allowance to the fields. At the beginning of the charge the ordinate of the time-curve of the specific water allowance to the fields is adopted at 0.54 lit/sec per hectare for

[1]) The case of extreme intensive distribution of crops shows but a slight deviation.

нормами. С этого времени ордината кривой удельной отдачи будет убывать, постепенно приближаясь к величине, характеризующей наступление нормальных условий орошения.

Само собой разумеется, что величина удельной отдачи, соответствующая нормальным условиям орошения, в случае предельно быстрой загрузки системы должна наступить значительно раньше, чем для случая медленной загрузки, так как в первом случае вся водопроводящая сеть бетонируется и сразу же обращается внимание на урегулирование водопользования и на улучшение техники орошения.

В нашем случае было принято, что при предельно быстрой загрузке системы наступление нормальных условий отдачи воды на поля может наступить на 18—19-ом году, т.-е. через 10 лет после полной загрузки системы, а при медленной загрузке системы — на 10 лет позже.

Последнюю, предельно-минимальную величину удельной отдачи, характеризующую наступление хорошей техники орошения, равную 0,31 литр. в сек. на 1 гектар, относим к последнему году рассматриваемого периода.

Построенные по изложенным соображениям кривые изменения удельной отдачи показаны на том же листе 23. Следует отметить, что здесь мы не ввели в величину удельной отдачи поправку, обусловленную условиями дополнительных поливов целинных земель в первые два года орошения, так как предполагается, что таковые будут производиться в невегетационный период, когда по каналам может быть пропущено достаточное количество имеющейся в избытке воды.

Имея таким образом, кривые роста загрузки системы, роста коэффициента полезного действия и уменьшения величины удельной отдачи на поля, мы вычислили для различных моментов жизни системы наибольшие величины расходов Магистрального канала по формуле

$$Q_i^{max} = \frac{\varepsilon^{max} \cdot \Omega_\phi}{1000 \cdot \eta}$$

и построили кривые изменения величины наибольшего расхода за весь пятидесятилетний период, сделав это отдельно как для случая предельно быстрой загрузки системы, так и для случая медленной загрузки.

Кривые нанесены на листе 23-ом и из них можно сделать следующие выводы:

1) Если выдержать условия, характеризующие рост величины загрузки системы, коэффициента полезного действия и величины удельной отдачи воды на поля для случая предельно быстрой загрузки, то наибольший расход Голодностепского Магистрального канала определится в 288 *куб. м* в сек., при чем кривая в месте этого максимума образует пик. Если этот пик принять на форсированную работу канала, то можно было бы остановиться на нормальном расчетном расходе в 235 *куб. м* в сек.; в таком случае вся потребность, превышающая эту цифру, была бы удовлетворена временной форсировкой канала тем более, что она потребуется в течение сравнительно небольшого периода — всего 9 лет.

2) Если допустить условия роста загрузки системы, коэффициента полезного действия и величины удельной отдачи для случая медленной загрузки системы, то наивысший расход Голодностепского Магистрального канала определится в 233 *куб. м* в сек.; этот максимум носит более устойчивый характер.

Таким образом и в результате этого способа анализа величины расчетного расхода Голодностепского Магистрального канала мы подошли к ранее полученной цифре в 235 *куб. м* в сек.

Расчетный расход Голодностепского Магистрального канала окончательно принят нами равным 233 *куб. м* в сек., при чем размеры запроектированного канала допускают его форсировку до 290 *куб. м* в сек. до 26-го километра и до 274 *куб. м* в сек. с 26-го километра до конца. Принимая во внимание, что для вспомогательных целей, (для облегчения производства работ при постройке канала) предполагается востановить бывш. канал Николая с пропускной способностью до 10—12 *куб. м* в сек., можно утверждать, что предельно быстрая загрузка системы не встретит препятствий со стороны обеспеченности водою, т.-е. пропускною способностью канала. Очевидно, что бывш. канал Николая пришлось бы поддерживать только на конечном участке (после 26-го километра) и только в течение 2—3 лет, когда величина максимального расхода будет превосходить 274 *куб. м* в сек.

Заканчивая рассмотрение вопроса о расчетном расходе Голодностепского Магистрального канала, остановимся еще на одном факторе, который может оказать влияние как

both cases. It can be expected that the specific allowance curve will not change for many years under the influence of many causes, due chiefly to the improvement of the watering system, to the improvement of the watering practice, and also due to the rise of the ground water surface, there is formed a certain block of lands which can be satisfied by lower watering values. From this moment the ordinate of the specific allowance curve will decrease and gradually reach the value characterizing the beginning of normal conditions of watering practice.

Of course the value of the specific water allowance which corresponds to normal conditions of watering practice in the case of the extreme rapid charge of the system must be attained much earlier than in the case of a slow charge, because in the first case the whole water conveying network is concrete lined and attention is paid immediately to the control of water use consumption and to the improvement of the watering practice.

It was adopted in our case, that by means of the extreme rapid charge of the system, the beginning of normal conditions of water allowance to the fields can take place on the 18-th or 19-th year, i. e. in 10 years after the complete charge of the system, and under slow condition of charge the same is attained 10 years later.

The last extreme minimum value of the specific allowance characterizing the beginning of a good technic condition in watering practice answering to the ordinate of 0.31 lit/sec per hectare, we refer to the last year of the period considered.

The time-curves of specific water allowance constructed according to the above mentioned considerations are plotted on the same plate 23. It is to mention that no correction in the value of the specific water is here introduced, this correction being dependent on the conditions of supplementary watering of virgin soils during the first two years of irrigation, because it is supposed that such waterings will take place during the non-vegetative period, when the canals can carry a sufficient amount of water, being abundant.

Thus having the time-curves for the development of the charge and for efficiency of the systems, as well as for specific water allowance to the fields, we compute for separate moments of the life of the system the greatest values of discharges of the main canal, by the formula $Q_r^{\max} = \frac{z^{\max} \cdot \Omega_\phi}{1000 \cdot \eta_i}$ after which we construct the maximum discharge time curves for the whole 50 years period, separately for the case of the extreme rapid charge of the system and for the case of the slow one.

The curves are shown on the plate 23 and from them the following conclusions can be drown:

1) If the time-curves of the charge of the system, of the efficiency and of the specific water allowance to the fields in case of the extreme rapid charge are contemplated, then the maximum discharge of the Golodnaya Steppe Main canal will be 288 m³/sec., the curve at this maximum point forming a peak. If this peak can be admitted to the forced work of the canal, we could delay on the normal estimated discharge of 235 m³/sec., in such a case the whole requirement surpassing the figure would be satisfied by means of a temporary forcing of the canal, so much the more so as this forcing would occupy but a comperatively short period of 9 years.

2) If the time-curves of the charge, of the efficiency of the system, and of the specific water allowance to the fields in case of a slow charge of the system are contemplated, then the maximum discharge of the Golodnaya Steppe Main canal will be found equal to 233 m³/sec. and will bear a more constant character.

Thus in the result of this method of determining required discharge of the Golodnaya Steppe Main canal we come to the figures already received, being about 235 m³/sec.

The required discharge of the Golodnaya Steppe Main canal is definitely adopted at 233 m³/sec., and the cross-section of the projected canal allowing a forcing up to 290 m³/sec. till the 26-th kilometer and up to 274 m³/sec. beginning from the 26-th kilometer up to end. Taking into consideration that for auxiliary purpose (for facilitating the canal construction work) it is suggested to set in work the former Nicholas the I canal with a carrying capacity from 10 to 12 m³/sec., one can state that an extreme rapid discharge of the system will meat with no

на режим Магистрального канала, так и на величину расхода, а именно на вопросе о вторичном использовании дренажно-сбросных вод. Во всех предыдущих рассуждениях мы сознательно не учитывали влияния указанного фактора, чтобы не осложнять и без того сложный комплекс явлений, с которым нужно было оперировать. Между тем в этом отношении несомненно будут иметься некоторые возможности. Практика Соединенных Штатов Северной Америки указывает на широкое применение дренирующих калифорнийских колодцев, с использованием откачиваемых вод непосредственно на орошение. По этим данным, откачивается от $^1/_3$ до $^1/_6$ подаваемой в район оросительной воды и она местами целиком вновь используется. Если хотя бы одна десятая часть воды, которая поступает на поля, могла быть откачена и вновь использовалась, то мы могли бы получить десятипроцентное увеличение площади орошения, не увеличивая пропускной способности магистральных каналов.

Фактический ответ на вопрос о том, какое количество воды будут подавать в водопроводящую сеть все дренажные устройства, мы сможем получить только после осуществления дренажных устройств. В специально посвященном этому вопросу труде анализируется необходимый темп дренажных работ в Голодной Степи и подсчитывается суммарный дебет дренажных насосных станций. Однако мы полагали, что будет более осторожным принять этот водоисточник в качестве запасного, тем более, что в районе командования есть земельные резервы, напр., туган и Чардаринская Степь, которые легко и рентабельно можно было бы оросить из проектируемого канала.

Аналогичным методом были построены соответствующие графики для определения нормального и форсированного расходов воды для Южного Магистрального канала а затем и общий график водопотребления всей проектируемой Голодностепской системы охватывающей все очереди работ (см. лист 25).

obstacles from the standpoint of water supply, i. e. the carrying capacity of the canal. It is obvious, that former Nicholas the I canal should be substained only the end part (after the 26-th kilometer) and only during 2—3 years when the amount of the maximum discharge will surpass 274 cub. met. per second.

Finishing the examination of the problem of the required discharge of the Golodnaya Steppe Main canal, we are obliged to mention another factor, which can influence on the regime of the Main canal and on the value of the required discharges: this is the drainage and the reuse of the drainage waste waters. In all the preceeding argumentations, we did not introduce this factor in order to avoid complicating by useless conventionality the already complicated combination of factors with which we had to deal. Nevertheless, there are possibilities of this kind. The practice of U. S. A. shows a wide usage of Californian drainage wells which allow the pumped out waters to be used directly for irrigation. The data show that from $^1/_3$ to $^1/_6$ of the amount of water supplied to the irrigated region is pumped out, and in some places it is fully used for a second time. If we admit that only $^1/_{10}$ of the water which is supplied to the fields would be pumped out and utilized again, we should have nearly 10 per cent of increase of irrigated area without increasing the carrying capacity of the main canals.

The question concerning the amount of water supplied to the irrigation network by the drainage equipment can be solved only after the accomplishment of the drainage structures, themselves. In a work consacrated especially to this question the necessary rate of drainage works in the Golodnaya Steppe is analysed and the summary discharge of the drainage pumping plants is estimated. But we still suggested that it would be more circumspect for us to keep this water resource as a reserve, the more, that in the region commanded by the Main canal there are large land reserves, as the tugai and the Chardara Steppe to be irrigated easily and profitably by the proposed canal.

Corresponding diagrams were plotted, by the analogical method for the estimation of a normal and forced discharge of water for the Southern Main canal and further on a general water consumption diagram of the whole proposed Golodnaya Steppe system comprising all the turns of the works (See plate 25).

*Таблица XX.* *Plate XX.*

Watering terms for various cultures and separate points of the Golodnaya Steppe as observed by the Commitee on Duty of Water Studies.

Поливные сроки различных культур для отдельных пунктов Голодной Степи по наблюдениям гидромодульной части.

| Site of observation. Пункты отдельных наблюдений. | Order number of watering. Номера поливов. | Cotton. Хлопок. | Alfalfa. Люцерна. | Wheat. Пшеница. | Indian corn and castor plant. Кукуруза и клещевина. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nicholas the I canal, 1913. Канал Николая I, 1913 г. | Preparatory Предпосевный | — | — | — | — |
| | 1 | 18/V — 9/VI | 12/V —10/VI | — | — |
| | 2 | 23/VI —23/VII | 2/VI —10/VII | — | — |
| | 3 | 23/VII—15/VIII | 7/VIII—27/VIII | — | — |
| Veliko-Alexeievsky village, 1914. Велико-Алексеевский поселок, 1914 г. | Preparatory Предпосевный | — | — | — | — |
| | 1 | 5/VI —16/VII | 7/V —19/V | — | — |
| | 2 | 3/VII—25/VII | 1/VII —15/VII | — | — |
| | 3 | 27/VII—25/VIII | 26/VII —29/VIII | — | — |
| | 4 | — | 15/VIII—23/IX | — | — |
| Veliko-Alexeievsky village, 1915. Велико-Алексеевский поселок, 1915 г. | Preparatory Предпосевный | — | — | — | — |
| | 1 | 15/V —10/VI | 14/V — 8/VI | — | — |
| | 2 | 14/VI —10/VIII | 4/VI —10/VII | — | — |
| | 3 | 18/VII—22/VIII | 27/VI —29/VII | — | — |
| | 4 | — | 31/VII— 2/IX | — | — |
| Slaviansky village, 1915. Славянский поселок, 1915 г. | Preparatory Предпосевный | — | — | — | — |
| | 1 | 14/VI —28/VII | — | — | — |
| | 2 | 26/VII — 2/VIII | — | — | — |
| | 3 | 16/VIII —28/VIII | — | — | — |
| Slaviansky village, 1916. Славянский поселок, 1916 г. | Preparatory Предпосевный | — | — | — | — |
| | 1 | 10/V — 9/VI | 19/VI —15/VII | — | — |
| | 2 | 22/VI —14/VII | 9/VII—13/VIII | — | — |
| | 3 | 21/VII—15/VII | 26/VII—22/VIII | — | — |
| Slaviansky village, 1917. Славянский поселок, 1917 г. | Preparatory Предпосевный | — | — | — | — |
| | 1 | 2/VI —13/VII | 24/VI —21/V | — | — |
| | 2 | 13/VII—13/VIII | 24/V —19/VI | — | — |
| | 3 | — | 22/VI — 2/VII | — | — |
| | 4 | — | 5/VIII— 7/IX | — | — |
| Optimal duty of water, 1913. Оптимальный гидромодуль 1913 г. | Preparatory Предпосевный | — | — | — | — |
| | 1 | 19/VI | — | — | — |
| | 2 | 2/VII— 9/VIII | — | — | — |
| | 3 | 16/VII—30/VII | — | — | — |
| | 4 | 30/VII | — | — | — |
| Optimal duty of water, 1914. Оптимальный гидромодуль 1914 г. | Preparatory Предпосевный | 24/IV | — | 1/IX—10/X | — |
| | 1 | 10/VI | — | 1/V —20/V | — |
| | 2 | 3/VII | — | — | — |
| | 3 | 23/VII | — | — | — |
| | 4 | 13/VIII | — | — | — |
| Data of the Exploitation Service of the Golodnaya Steppe Irrigation System, 1924/25. Данные отдела эксплоатации Голодностепской оросительной системы 1924/25 г. | Preparatory Предпосевный | — | — | 15/IX—10/X | 15/V — 1/VI |
| | 1 | 1/VI —24/VI | 20/V — 1/VI | 1/V —20/V | 25/VI —15/VII |
| | 2 | 25/VI —14/VII | 15/VI —25/VI | — | 16/VII — 4/VIII |
| | 3 | 15/VII — 4/VIII | 10/VII — 1/VIII | — | 5/VIII—25/VIII |
| | 4 | 5/VIII—10/IX | 25/VIII—15/IX | — | — |

Watering terms for various cultures at the Dalverzin Steppe as observed by the Commitee on Duty of Water Studies.

**Поливные сроки различных культур для Дальверзинской Степи по наблюдениям Гидромодульной Части.**

| Kind of crop and method of wateriug. Наименование культур и способ полива | Order number of watering. Номера поливов. | Sretenskaya volost (district), 1918. Сретенская волость 1918 г. | Sretenskaya volost (district), Khas-Jas aryk (canal), 1914. Сретенская волость, арык Хас-Яс, 1914 г. | Sretenskaya volost (district), Kal-aryk (canal), 1924. Сретенская волость арык Каль, 1924 г. |
|---|---|---|---|---|
| Cotton watered by flooding. Хлопчатник, затоплением. | 1 | 20/V —20/VI | 11/VI —20/VII | 17/VI — 7/VII |
| | 2 | 2/VI — 2/VII | 1/VII — 2/VIII | 28/VI —11/VII |
| | 3 | 17/VI —15/VII | 11/VII —14/VIII | 8/VII —28/VII |
| | 4 | 29/VI —28/VII | 21/VII —28/VIII | 20/VII — 8/VIII |
| | 5 | 12/VII— 7/VII | 29/VII —10/IX | 23/VII —12/VIII |
| | 6 | 14/VII—26/VIII | 15/VIII—19/IX | 10/VII —29/VIII |
| | 7 | 27/VII— 6/IX | 20/VIII—30/IX | 18/VIII— 2/IX |
| | 8 | — | — | 26/VIII—10/IX |
| Cotton watered by joyak (sinuous furrows). Хлопчатник, по джоякам. | Preparatory Предпосевн. | — | 17/IV —23/V | — |
| | 1 | — | 11/VI —20/VII | 29/V —10/VI |
| | 2 | — | 29/VI — 2/VIII | 29/V —14/VI |
| | 3 | — | 11/VII —14/VIII | 18/VI — 1/VII |
| | 4 | — | 21/VII —28/VIII | 30/VI —12/VII |
| | 5 | — | 29/VII —10/IX | 11/VII —27/VIII |
| | 6 | — | 10/VIII -14/IX | 19/VII — 4/VIII |
| | 7 | — | 20/VIII—30/IX | 30/VII —16/VIII |
| | 8 | — | 10/IX — 4/X | 10/VIII—25/VIII |
| | 9 | — | — | 19/VIII— 3/IX |
| | 10 | — | — | 5/IX —25/IX |
| Alfalfa. Люцерна. | 1 | 1/V —21/V | 19/V — 3/VI | 9/V —25/V |
| | 2 | 16/V — 6/VI | 28/V —28/VI | 29/V —12/VI |
| | 3 | 27/V —19/VI | 4/VI —22/VII | 11/VI —28/VI |
| | 4 | 6/VI —12/VII | 25/VI —13/VIII | 25/VI —17/VII |
| | 5 | 16/VI —20/VII | 17/VII —28/VIII | 6/VII —31/VII |
| | 6 | 26/VI —27/VII | 30/VII —10/IX | 19/VII —15/VIII |
| | 7 | 17/VII—13/VIII | 23/VIII—21/IX | 5/VIII—19/VIII |
| | 8 | 29/VII—21/VIII | — | 18/VIII—30/VIII |
| | 9 | — | — | 3/IX —18/IX |
| Indian corn. Кукуруза. | Preparatory Предпосевн. | — | 20/V —20/VI | — |
| | 1 | 14/V —21/VI | 18/VI —18/VII | — |
| | 2 | 27/V — 6/VII | 10/VII —16/VIII | — |
| | 3 | 19/VI —16/VII | 26/VII —29/VIII | — |
| | 4 | 22/VI —30/VII | 9/VIII—11/IX | — |
| | 5 | 11/VII—16/VIII | — | — |
| | 6 | 17/VII—24/VIII | — | — |
| | 7 | 28/VII—29/VIII | — | — |
| Jugara. Джугара. | 1 | 18/V — 1/VII | — | 30/VI — 9/VII |
| | 2 | 31/V —14/VII | — | 11/VII —20/VII |
| | 3 | 14/VI —25/VIII | — | 19/VII —31/VII |
| | 4 | 24/VI — 8/VIII | — | 2/VIII— 9/VIII |
| | 5 | 6/VII—20/VIII | — | 7/VIII—19/VIII |
| | 6 | 23/VII— 5/IX | — | 20/VIII— 1/IX |
| | 7 | — | — | 1/IX — 5/IX |
| Bakhcha (melon beds). Бахча. | Preparatory Предпосевн. | — | 3/IV - 17/V | — |
| | 1 | 15/V —18/VI | 6/V — 8/VI | — |
| | 2 | 23/V —29/VI | 20/V —25/VI | — |
| | 3 | 31/V —12/VII | 5/VI —14/VII | — |
| | 4 | 8/VI —20/VII | 24/VI —30/VII | — |
| | 5 | 24/VI —30/VII | 13/VII—14/VIII | — |
| | 6 | 8/VII—14/VIII | — | — |
| | 7 | 23/VII—28/VIII | — | — |
| Kitchen garden. Огород. | 1 | 1/V — 1/VI | — | — |
| | 2 | 17/V —15/VI | — | — |
| | 3 | 30/V — 2/VII | — | — |
| | 4 | 11/VI —18/VII | — | — |
| | 5 | 21/VI —24/VII | — | — |
| | 6 | 2/VII— 1/VIII | — | — |

*Таблица XXII.* *Table XXII.*

Watering terms for various cultures in Murgab and Fergana regions as reported by the agronomist M. F. Pereskokov.

Поливные сроки различных культур для Мургабского района и Ферганской области по данным агронома М. Ф. Перескокова.

| Kind of crop and method of watering. Наименование культур и способ полива. | Order number of watering. Номера поливок. | Generalized terms of watering for Murgab region. Обобщенные сроки для Мургабского района. | Generalized terms of waterings as planned for Fergana region. Обобщенные проектные сроки для Ферганской области. |
|---|---|---|---|
| Cotton watered by flooding. Хлопчатник, затоплением. | Preparatory Предпосевный | 6/IV — 5/V | 15/IV — 7/V |
| | 1 | 5/VI — 30/VI | 16/V — 9/VI |
| | 2 | 1/VII — 26/VII | 7/VI — 30/VI |
| | 3 | 27/VII — 21/VIII | 30/VI — 29/VII |
| | 4 | — | 17/VII — 11/VIII |
| | 5 | — | 29/VII — 23/VIII |
| | 6 | — | 7/VIII — 3/IX |
| Cotton watered by joyaks (sinuous furrows). Хлопчатник по джоякам. | Preparatory Предпосевный | 5/VI — 12/V | — |
| | 1 | 16/V — 31/V | 19/VI — 8/VII |
| | 2 | 1/VI — 16/VI | 9/VII — 26/VII |
| | 3 | 17/IV — 2/VII | 5/VIII — 30/VIII |
| | 4 | 3/VII — 18/VII | — |
| | 5 | 19/VII — 3/VIII | — |
| | 6 | 4/VIII — 19/VIII | — |
| | 7 | — | — |
| Alfalfa. Люцерна. | 1 | 10/III — 5/IV | 12/V — 1/VI |
| | 2 | 6/IV — 30/IV | 15/VI — 30/VI |
| | 3 | 1/V — 15/V | 6/VII — 25/VII |
| | 4 | 15/V — 5/VI | 6/VIII — 25/VIII |
| | 5 | 6/VI — 25/VI | 21/VIII — 10/IX |
| | 6 | 28/VI — 10/VII | — |
| | 7 | 11/VII — 31/VII | — |
| | 8 | 1/VIII — 15/VIII | — |
| | 9 | 16/VIII — 31/VIII | — |
| | 10 | 1/IX — 15/IX | — |
| Winter cereals. Озимые зерновые. | 1 | 1/X — 10/III | — |
| | 2 | 1/IV — 15/V | — |
| Indian corn and jugara. Кукуруза и джугара. | Preparatory Предпосевный | 1/IV — 20/IV | — |
| | 1 | 15/V — 5/VI | 22/VI — 21/VII |
| | 2 | 6/VI — 26/VI | 24/VIII — 20/VIII |
| | 3 | 27/VI — 16/VII | 21/VIII — 10/IX |
| | 4 | — | — |
| Mash. Маш. | Preparatory Предпосевный | 1/VI — 30/VII | 10/VI — 10/VII |
| | 1 | 1/VII — 31/VII | 11/VII — 31/VIII |
| | 2 | 1/VIII — 30/VIII | 1/VIII — 16/VIII |
| | 3 | — | 17/VIII — 31/VIII |

CHAPTER VIII.

## Scheme of the new project of the Golodnay Steppe irrigation. Works of the I-st stages of the construction programme and their estimated cost.

Properties of the new scheme.

In the preceding chapter a new method of estimating the future water consumption has been described; that method permitted to reduce to a considerable extent the estimated discharges of main canals and correspondingly the discharge per one irrigated hectare and to include into commanding zone of the Golodnaya Steppe Main canal, in addition to Northern part of the Golodnaya Steppe a considerable portion of the Central part of it also.

Passing now over to the characteristics of the technical scheme of the new project and to the description of main structures, composing it, let us detain our attention first on those basic questions, which, to a certain extent, foreshadowed the accepted scheme and the construction of separate structures.

Of these questions the utmost importance have the fighting and prevention of silting up of the canals and the alkalization and water-logging of lands; the unsatisfactory solution of these problems constitutes the main fault of the existing Golodnaya Steppe system.

A considerable attention has been paid to these problems in the project prepared in 1914, but now, in the light of new experiences, regarding the irrigation practice, the above problems were examined thoroughly anew and could be solved in a better and less expensive way.

The project includes the construction of the Begovat weir, the purpose of which will be to maintain water levels required for the regular supply of the canals at changing river discharges. At the same time the construction of this weir will facilitate the prevention of silting up the canals, because the construction of weir, backing up the water to el. 140.80 sag. or 300.41 m. that is 4—5 m. above the natural level, would permit on the one hand, to locate the sills of canal head gates at an elevation considerably higher than the existing ones, on the other hand, would create a large deep pool, where reduced velocities would obtain with resulting sedimentation of coarser grades of silt in that pool.

Thus the water flowing up to the head gate will be free from sand particles. The „Dachwehr" type of head gates adopted in the design will permit to take water for the Golodnaya Steppe Main canal from upper layers of the stream. At the same time the types of structures for the weir and main regulators are so selected and their operation so planned, as to avoid lengthy and frequent closures of head gates during the process of sluicing, necessary for removal of silt from the upper pool.

Regarding the water-logging and possible alkalization of newly irrigated region, it may be noted that in the old project it was proposed to solve this problem by digging deep open ditches, the purpose of these ditches being to collect the surface run-off as well as to drain all irrigated area. This solution, due to the flatness of surface of the Golodnaya Steppe, resulted in very deep and, consequently, very expensive collecting channels. In the present reworked project, therefore, the drainage system underwent a radical change, the main feature of it being the separate disposal of the surface run-off and of the seepage water. For the surface run-off it is proposed to dig open ditches, same as in old project, but not so deep; for the disposal of seepage

ГЛАВА VIII.

## Схема нового проекта орошения Голодной Степи, работы первых очередей и их сметная стоимость.

**Характерные особенности новой схемы.**

В предыдущей главе был изложен новый метод подхода, примененный при решении вопроса о водопотреблении, позволивший значительно уменьшить расчетные расходы главных каналов, благодаря чему оказалось возможным довести до минимума удельный расход, приходящийся на 1 орошаемый гектар, и включить в сферу командования Голодностепского Магистрального канала, помимо всей Северной части Голодной Степи, и значительную площадь Центральной части.

Переходя к характеристике технической схемы нового проекта и описанию важнейших сооружений, входящих в состав проекта, остановимся вкратце на тех вопросах, которые необходимо было разрешить при проектировании и которые в той или иной степени повлияли на принятую схему и конструкции отдельных сооружений.

Главнейшими из этих вопросов являются — вопрос о мерах борьбы с заилением каналов и вопрос о методах борьбы и предупреждения заболачивания и засоления орошаемых земель, неудовлетворительное решение которых составляет основной дефект существующей Голодностепской системы.

Следует отметить, что этим вопросам было уделено значительное внимание и в проекте 1914 г., но теперь в свете новейших достижений современной техники они вновь были детально пересмотрены, благодаря чему удалось найти более совершенные и вместе с тем более дешевые решения.

Предусмотренное проектом сооружение Беговатской плотины, требующейся для поддержания необходимого горизонта воды в целях обеспечения поступления в канал нужных количеств воды при различных расходах в реке, разрешило одновременно и вопрос о предохранении ирригационных каналов от заиления. С одной стороны, благодаря плотине, поднимающей горизонт воды на 4—5 *м* против его естественного состояния (300,41 *м* или 140,80 саж.) получается возможность расположить пороги шлюзов-регуляторов значительно выше дна реки; с другой стороны, благодаря создаваемому плотиной подпору, перед головными шлюзами будет образован обширный глубокий бьеф со значительно уменьшенными скоростями, обеспечивающими здесь отложение наносов крупных фракций.

Таким образом, к головному шлюзу будет подходить вода, уже освобожденная от песчаных частиц, и, благодаря применению в головном шлюзе затвора типа Дахвер, будет происходить питание Голодностепского Магистрального канала из наиболее осветленных верхних слоев. Вместе с тем, предусмотрены такой способ эксплоатации плотины и головных регуляторов и такая их конструкция, при которых промывы верхнего бьефа не будут требовать частых и длительных закрытий головного регулятора.

Что касается вопроса о методах борьбы с заболачиванием и возможным засолением вновь орошаемого района, то этот вопрос в прежнем проекте орошения Голодной Степи разрешался путем устройства дренажа открытыми глубокими канавами, как отводящими воду поверхностного стока, так и имеющими назначение дренировать весь вновь орошаемый район. Это решение, приведшее в связи со спокойным рельефом Голодной Степи к очень глубоким, а следовательно и очень дорогим коллекторам, при настоящей переработке всего проекта подверглось коренному изменению, сущность которого свелась

water two methods are proposed, the applying of one or the other method to depend on the properties of soil and subsoil; one of these methods consists of laying deep tile drains of large diameters, the other — in installation of the so-called „Californian wells". Both methods foresee the pumping of the collected water. The described change of drainage methods will considerably reduce the cost of the whole drainage system and will permit to use the seepage water for irrigation, reducing the total amount of water taken for irrigation from the Syr-Daria river.

Aside from these purely irrigational problems in the general scheme of the new project, as well as in the old one, due attention has been paid to the question of power development, because the availability of cheap power plays a very important part in organization of prosperity of the region.

At the same time there were worked out problems concerning the general organization of life in the region which will be irrigated such as questions of settlements, organization of agriculture, industry, transportation, etc.

The main features of the scheme, finally adopted, are described in the following pages.

**Structures at Begovat. a) Weir.**

A weir, 185 meters long, is to be built on the Syr-Daria river near the Begovat village, at a distance of 2½ klm. from the station Khilkovo of Gentral Asiatic railroad and immediately downstream of the head regulator of the existing Northern canal. The entire length of the weir is divided by 11 concrete piers 2.70 and 3.20 m. thick into 12 openings 12,8 mtrs each; the openings may be closed by Stoney gates having collapsible parts attached to the tops.

The concrete floor of the weir is about 68 meters long, is faced with granite and at the downstream end of piers has a sill at elevation of 137.50 sag. or 293.37 m.; after that sill a water cushion will be provided together with special device for flooding the hydraulic jump and destroying the energy of water issuing from under the gate.

A service bridge is provided from which gates and upper stop-logs are operated. Besides this it is psoposed to build a highway and railroad bridges. The arrangement of railroad bridge was not provided for in the old project; at the present time, however, in connection mith unquestioned fact of future rapid growth of the Dalverzin Steppe, this bridge has been included into the project.

The weir backs up the river to el. 140.80 sag. or 300.41 m. and creates a pool, about 4—5 klm. long, the depth of pool near the weir reaching 8 mtrs.; the velocities of approach near the weir, at the above described conditions, are insignificant, facilitating thus the sedimentation of sand particles before the weir; the water flowing into the main canals will, consequently, be free from sand particles.

From the pool created by the Begovat weir, two main canals are to be taken on the left bank of the river — namely the Golodnaya Steppe canal and the Southern canal, — delivering the water for irrigation of 621,850 hectares (gross area) in the Golodnaya Steppe.

There were considerations, regarding the possibility of irrigation (from the Southern canal) of lands in the Nura-Tau Steppe, which is situated to the West of the Golodnaya Steppe and is separated from the latter by the branches of the Pistali-Tau and Balikli-Tau mountains. Reconnoissance surveys made in August of 1929 have shown however, that the construction of a canal across the ridges of the above mentioned mountains would require, on a considerable distance, too much excavation. In view of this fact, the idea of delivering the water to the Nura-Tau Steppe was dismissed. In the original project it was proposed, beside the above mentioned canals, to construct a head regulator on the right bank for irrigation of 44.000 gross hectares in the Dalverzin Steppe, in case if to the time of starting the construction of the Begovat weir, there will not be begun the works on the Dalverzin canal, which according to the existing project, will have its head regulator at the Ksta-Tugai village. At the present time that question is already fixed up, the Dalverzin head regulator has been built and the diversion line is being completed.

**b) Head regulator of the Golodnaya Steppe Main canal.**

The feeding of the Golodnaya Steppe Main canal will be accomplished by means of the existing (formerly „Romanov") regulator, which will be remodelled. The axis of the regulator lies at a distance of 69.3 mtrs from the proposed weir axis. The existing regulator

к разделению способов отвода поверхностной и дренажной воды. Для отвода первой остался прежний способ открытых канав, но в этом случае менее глубоких, а для отвода фильтрационных вод применен механический подъем их, путем устройства, сообразно с особенностями почво-грунтов, либо горизонтального глубокого дренажа из крупных гончарных труб, либо вертикального — путем устройства калифорнийских колодцев. Такое решение сильно удешевило всю водосборную сеть и привело к возможности вторичного использования дренажной воды для орошения, сказавшись в свою очередь и на возможном уменьшении общего водопотребления Голодностепского района из реки Сыр-Дарьи.

Помимо всех этих чисто ирригационных вопросов, при установлении новой схемы орошения Голодной Степи, как и прежде, уделено должное внимание вопросам утилизации гидравлической энергии, наличие и дешевизна которой безусловно будут иметь очень важное значение в будущей экономической жизни края.

Наконец, в состав проекта включены вопросы освоения, организации сельского хозяйства, промышленности, путей сообщения, создания населенных центров и проч.

Далее приводится окончательно принятая схема в ее наиболее существенных чертах.

**Беговатский узел сооружений.**
**а) Плотина.**

Беговатская плотина, являющаяся главною составною частью узла, сооружается на р. Сыр-Дарье, в двух с половиной километрах, от. ст. Хилково Ср.-Аз. жел.-дороги, вблизи поселка Беговат, непосредственно ниже головного регулятора существующего Северного канала. Плотина имеет общую длину 185 *м* и разделяется одиннадцатью бетонными бычками, толщиною в 2,70 и 3,20 *м*, на 12 отверстий по 12,8 *м* каждое, перекрываемых щитами системы Стонея с клапанами в верхней части.

Бетонный флютбет плотины, длиною около 68 *м*, облицован гранитом и имеет в начале водобойной части порог на отметке 293,37 *м* (137,5 саж.), за которым намечено устройство водобойного колодца со специальным приспособлением для затопления прыжка и погашения энергии потока, вытекающего из-под щита.

На плотине имеется служебный мост, с которого производится управление щитами и верховыми шандорами; кроме того, в проекте плотины предусмотрено устройство шоссейного и железнодорожного мостов; последний в прежнем проекте предусмотрен не был, теперь же, в связи с несомненно предстоящим быстрым развитием Дальверзинской Степи, он включен в проект.

Плотина подпирает воду до отметки 300,41 *м* (140,80 саж.) и создает бьеф длиной до 4—5 *км*, с глубиной его перед плотиной около 8 *м*, и, как указывалось выше, этим создаются условия, вполне обеспечивающие отложение песчаных фракций наносов перед плотиной и поступление в магистральные каналы уже осветленной воды.

Из подпертого Беговатской плотиной бьефа питаются два Магистральных канала — Голодностепский и Южный, подающие воду для орошения Голодной Степи на площади в 621,850 валовых гектар. Относительно Южного Магистрального канала были предположения о возможности посредством его подать также воду в Нуратинскую Степь, лежащую к западу от Голодной Степи и отделенную от последней отрогами гор Пистали-Тау и Балыклы-Тау. Однако рекогносцировочные изыскания, поставленные в августе 1929 года, показали, что проведение канала через отроги вышеупомянутых гор потребовало бы производства на значительном протяжении чрезвычайно большого количества земляных работ, в силу чего от подачи воды в Нуратинскую Степь приходится отказаться. Кроме указанных каналов, в первоначальном проекте было намечено также устройство право-бережного регулятора для орошения 44.000 валовых гектар Дальверзинской Степи в том случае, если до сооружения Беговатской плотины не будет приступлено к постройке Дальверзинского канала по имеющемуся проекту с расположением головного шлюза-регулятора у кишлака Кста-Тугай. В настоящее время последний вопрос уже разрешен и к моменту печатания настоящей книги Дальверзинский шлюз-регулятор у Кста-Тугая уже выстроен и заканчивается постройка холостой части канала.

**б) Головной регулятор Голодностепского Магистрального канала.**

Для питания водой Голодностепского Магистрального канала предположено переустройство существующего шлюза-регулятора (б. Романовского), ось которого расположена на 69,3 *м* выше проектной оси плотины. Существующий регулятор состоит из 15 отверстий пролетом по 1,9 *м* каждое, разделенных между собой бычками толщиной в 1,07 *м*. Эти отверстия закрываются плоскими щитами, кроме которых с верховой сто-

is divided by piers 1.07 mtrs thick into 15 openings of 1.9 mtrs each. These openings are closed with sliding gates; at the upstream side stop-logs are also provided. The sill of the regulator is situated level with the river bed so that the water is being drawn from the lower layers, with high silt content; the discharge of the regulator may be controlled by means of stop-logs, but their operation is rather clumsy and on account of the insignificant height of the wall formed by stop-logs, does not insure the supply of water freed from silt at a remarkable rate.

The remodelling of the existing regulator will consist in the following: the above mentioned openings will be filled, the existing bridge over the regulator will be dismantled; thus a single continuous span of 43.75 mtrs will be formed between the existing abutments, the sill of this span being 6.40 mtrs wide, and having its top at the elevation 139.70 sag. (298.11 m.); the whole span will be closed by a single gate of „Dachwehr" type 2.8 mtrs high, calculated to pass the normal discharge of 233 cu. mtrs per sec. and capable also to pass the maximum discharge of the Golodnaya Steppe canal estimated at 277 cu. mtrs per sec.

The gate of the „Dachwehr" type consists of a gate and counter gate, formed by steel girders spaced 1.5 mtrs center to center and faced with wood. The gate has a cantilever and may rotate, same as the counter gate, about respective hinges. While this rotation takes place, the cross brace connecting the gate with the counter gate, is sliding on the upper face of the counter gate. In order that the cross brace could not run off of the counter gate, a chain is provided limiting the lift of the gate. Regulation is accomplished by letting the water in and out of the chamber, formed by the masonry of the foundation and by the linings of the gate and counter gate. The sill of the regulator will be located at $^2/_3$ of the total depth of the upper pool, or 4.7 m. above the sill of sluice openings of the weir.

Beside this in order to insure a more quiet entrance of water into the regulator the wall of the regulator will have openings, letting water into the lower pool; such openings will create a horizontal flow, which will tend to decrease the harmfull action of eddies, created usually before a lifted sill and in addition, will take away the coarser grades of silt suspended in lower layers of water. The described action of such openings has been tested on the Isar river and gave satisfactory results.

Consequently the canal will be fed from the upper layers of water backed up by the weir and due to this circumstance and also to the general clarification of the water at its approach to the weir, the supplying of the canal with water free from sand is entirely insured [1]).

The water level in the Gólodnaya Steppe Main canal (294.11 m.) is 6.30 mtrs lower than the normal level of the upper pool (300.41 m.); a water cushion therefore is provided to reduce the destructive energy of the water after passing the „Dachwehr" gate; this water cushion is formed by constructing a reinforced concrete wall 1.85 mtrs high at a distance of 25 mtrs from the downsrteam face of regulator sill.

c) Southern head regulator. The construction of the Southern head regulator is referred to subsequent stages of the work. It is located on the left bank of the Syr-Daria river at a distance of about 100 mtrs upstream from the regulator of the Golodnaya Steppe Main canal.

This regulator, besides feeding the Southern Main canal, will take water also for the Begovat hydroelectric plant, using the difference in levels between upper pool and the water level in the Golodnaya Steppe Main canal.

It is necassary to note here that in the above mentioned head regulator of the Golodnaya Steppe Main canal, belonging to the first stage of works, no arrangements are provided for utilization of the difference in water levels described above; this is done so because it is supposed that during the first period of colonization of the irrigated lands the demand for power will be covered by the hydroelectric plant si-

---

[1]) It is to be noted here that the scheme finally decided upon (after its examination by Mr. A. P. Davis and confirmation by the Supreme Water Technical Council) provides for the arrangement of a training wall stretching upstream from the 3-d or 4-th pier of the weir and having the purpose of facilitating the sluicing of silt which is being deposited in the upper pool. The length and hight of this wall, as well as its arrangement in plan are not yet fixed and now in the process of preparation of the preliminary project of the Begovat structures, these questions are being worked out and tested by means of special laboratory experiments. At the same time it is supposed to lower the sills of the sluice gates to el. 292.30 m (137.00 sag.).

роны имеются шандоры. Так как порог регулятора расположен на уровне дна реки, то питание канала в настоящее время происходит из нижних, богатых наносами слоев. Что же касается возможности регулирования расхода посредством заложения верховой шандорной стенки, с созданием, таким образом, известного порога, возвышающегося над дном реки, то и в этом случае по незначительности высоты стенки не удается не только устранить, но и сколько-нибудь заметно уменьшить количество поступающих в канал песчаных наносов; при всем этом, самое манипулирование шандорами получается громоздким и в действительных условиях осуществляется далеко не в полной мере.

Переустройство существующаго шлюза заключается в полной заделке упомянутых выше отверстий, разборке существующего через шлюз моста и в образовании, таким образом, между существующими устоями одного сплошного порога пролетом 43,75 *м* и шириной 6,40 *м*, расположенного на отметке 298,11 *м* (139,70 саж.). Все отверстие перекрывается одним затвором типа Дахвер, высотою 2,8 *м*, расчитанным на пропуск нормального расхода в 233 *куб м* /сек. и обеспечивающим пропуск форсированного расхода в 277 *куб м* /сек., установленного для Голодностепского Магистрального канала.

Затвор типа Дахвер состоит из щита и контр-щита, образованных железными фермами, расположенными через 1,5 *м* и покрытыми деревянной обшивкой. Щит имеет консоль и вместе с контр-щитом вращается вокруг соответствующих шарниров; при этом поперечина, связывающая щит с контр-щитом, катится по верхней грани контр-щита. Для того, чтобы поперечина не могла соскочить с контр-щита, имеется цепь, ограничивающая поднятие щита. Регулирование совершается путем впуска и выпуска воды в камеру, образованную кладкой основания и обшивками щита и контр-щита. Порог регулятора расположен на высоте $^2/_3$ всей глубины подпертого бьефа, возвышаясь на 4,7 *м* над порогом промывных отверстий плотины. Кроме того, для обеспечения более спокойного входа воды на регулятор, в целях ослабления вредного действия водоворотов, образование которых перед поднятым порогом обычно имеет место, в стенке регулятора намечается устройство отверстий с выпуском воды в нижний бьеф; наличием отверстий будет создаваться горизонтальный ток, который, как показал опыт применения этих отверстий на р. Изаре, в значительной мере ослабляет вредное действие водоворотов и вместе с тем увлекает крупные фракции наносов, находящиеся во взвешенном состоянии в нижних слоях воды. Питание канала, таким образом, происходит из верхних слоев подпертого плотиной бьефа, что в связи с общим осветлением воды при подходе ее к плотине должно вполне обеспечить поступление в канал воды, избавленной от песчаных наносов [1]).

Так как горизонт воды Голодностепского Магистрального канала (294,11 *м*) на 6,30 *м* ниже нормального подпорного горизонта (300,41 *м*), то в целях уменьшения разрушительного действия поступающей через Дахвер воды в нижнем бьефе непосредственно за регулятором устраивается водобойный колодец, путем сооружения, в расстоянии 25 *м* от низовой грани порога регулятора, железо-бетонного зуба высотой 1,85 *м*.

**в) Головной шлюз-регулятор Южного Магистрального канала.**

Головной шлюз-регулятор Южного Магистрального канала, отнесенный постройкой к последующим очередям, расположен на левом берегу р. Сыр-Дарьи в расстоянии около 100 *м* выше шлюза-регулятора Голодностепского Магистрального канала.

Этот регулятор, помимо питания водой Южного Магистрального канала, выполняет еще функции забора воды для Беговатской гидроэлектрической станции, использующей разность горизонтов, имеющуюся между подпертым бьефом плотины и горизонтом воды в Голодностепском Магистральном канале. Здесь следует отметить, что указанный выше головной шлюз-регулятор Голодностепского Магистрального канала, намеченный к постройке в первую очередь, не предусматривает использования упомянутой разности горизонтов, так как предполагается, что в первое время при заселении первоочередных орошенных земель потребность в электроэнергии будет удовлетворяться гидросиловой установкой, расположенной на Джитты-Сайском конечном узле Голодностепского Маги-

---

[1]) Здесь следует отметить, что в результате рассмотрения проекта иностранной экспертизой инж. А. Дэвиса, по окончательно утвержденной Высшим Водно-Техническим Советом схеме, в целях улучшения условий промыва наносов, отлагающихся в верхнем бьефе, намечено сооружение раздельной стенки, идущей в сторону верхнего бьефа от 3-его или 4-ого бычка плотины. Длина и высота стенки, а также расположение ее в плане еще точно не установлены или в настоящее время при составлении предварительного проекта Беговатского узла эти вопросы прорабатываются с постановкой специальных лабораторных исследований на моделях. Одновременно в промывных отверстиях намечено понижение порога до отметки 292.30 *м* (137.00 саж.).

tuated at the Jetty-Say terminal structure of the Golodnaya Steppe Main canal, the proposed capacity of that plant being about 7600 HP. Later, when the demand for more power will arise it will be necessary to create a plant of a large capacity, the above mentioned Begovat hydroelectric plant with annual output of 149,000,000 kwh being designed for that purpose.

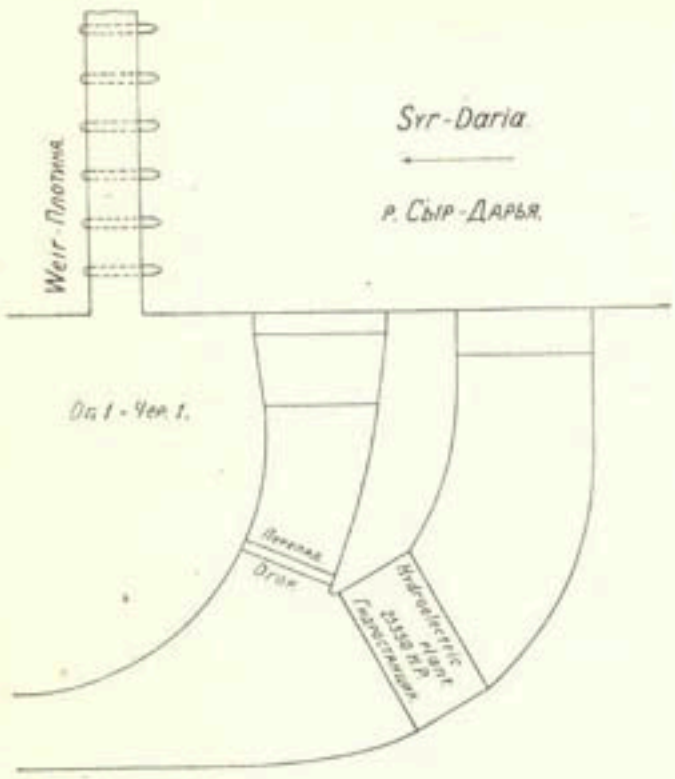
The Southern regulator will thus take all the water necessary for the Golodnaya Steppe Main canal and then at a convenient place this water will be delivered through a hydroelectric plant to that canal. The head regulator of the Golodnaya Steppe Main canal, which is to be built in the first course of works, will be closed and will serve only as a reserve to feed the canal in case the hydroelectric plant will be for some reasonos shut down or run at part of its capacity.

The discharge through the Southern regulator has been determined in the project as equal to 310 cu. mtrs per sec. out of which 233 cu. mtrs per sec. will be passed through the turbines of the Begovat plant feeding further the Golodnaya Steppe Main canal. The remaining 77 cu. mtrs per sec. will feed the Southern Main canal and pumping plants situated on that canal.

The regulator has 6 bays 8.40 mtrs each closed with flat gates and steel stoplogs. The fall at the regulator has been determined as equal to 0.21 mtrs, the sill being located at el. 138.95 sagenes, that is 3.08 meters higher than the sill of the sluice openings of the weir (el. 137.50 sag). [1]).

---

[1]) To the moment of issuing this book, the question of the hydroelectric plant construction in the Golodnaya Steppe has been reconsidered in connection with the now proposed development of big „colkhozes" and „sovkhozes" on the whole newly irrigated territory. The building of the Jetty-Say plant has been refered, accordingly, to the second stage of the programme and of the Begovat plant to the first. As the Southern Main canal remains included into the subsequent pars of the programme, the decision to construct first the Begovat plant involved the change of its site which, in its turn, influenced the above described scheme of leeding the Golodnaya Steppe Main canal and also the general layout of the Begovat structures. The preliminary scheme of new arrangement of the plant worked out by the author of the project as well as the changes suggested by the American expert Mr. A. Davis, are shown on the attached drawings No 1, 2 (see page 124). The essence of this new scheme, as may be seen from the drawings, consists in moving the head regulator of the Southern canal close to the existing head regulator; the plant will be located immediately after the regulator and the tail race will end at sta. 2 of the Golodnaya Steppe Main canal. As the maximum discharge passed through the plant remains the same, as proposed in the old project i. e. equal to 310 cu. m. per sec., the initial portion of the Golodnaya Steppe Main canal up to the wasteway will have the carrying capacity of 310 cu. m. per sec. The above mentioned wasteway according to the suggestion made by Mr. A. Davis (confirmed later by the Supreme Water Technical Council) must be arranged on the Golodnaya Steppe Main canal before the place where this canal is located between embankments, i. e. roughly between km. 10-th and 14-th. That wasteway certainly besides catastrophical discharges, will dispose of all the superfluous waters, which pass the turbines and are not needed for che feeding of the Golodnaya Steppe Main canal. Such scheme, in connection with the fact that big slopes obtained on the first 5—6 klm. of the Golodnaya Steppe Main canal. Such scheme, in conneetion with the fact that big slopes obtained on the first 5—6 klm. of. the Golodnaya Steppe canal, cannot be utilized by the Begovat plant, situated close to the head regulator, suggested the idea to build another hydroplant, backing up the initial reach of the canal.




Thus the decrease in capacity of the Begovat plant, due to its moving close to the head gate, will be amply compensated by the second plant; the two plant schemes permit also the gradual power development corresponding to the general economic growth of the newly irrigated region. The capacity of the first plant will be equal to about 22000—23000 HP with the annual output of about 120.000.000 kwh; such an output, according to preliminary estimates, will be sufficient to cover the demand for power in the whole newly irrigated region during the first 10-12 years. When the demand will exceed the capacity of this plant, a second less expensive plant will be built at Jetty-Say of 7600 HP capacity and 35.000.000 kwh annual output The combined work of these two plants will cover the demand during some more years—approximately up

стрального канала, мощностью около 7.600 HP. Впоследствии общее развитие вновь орошаемой части Степи повысит спрос на электроэнергию и тогда потребуется новая гидроэлектрическая станция большей мощности. Этой цели и будет служить упомянутая Беговатская установка с годовою производительностью в 149 милл. киловатт-часов.

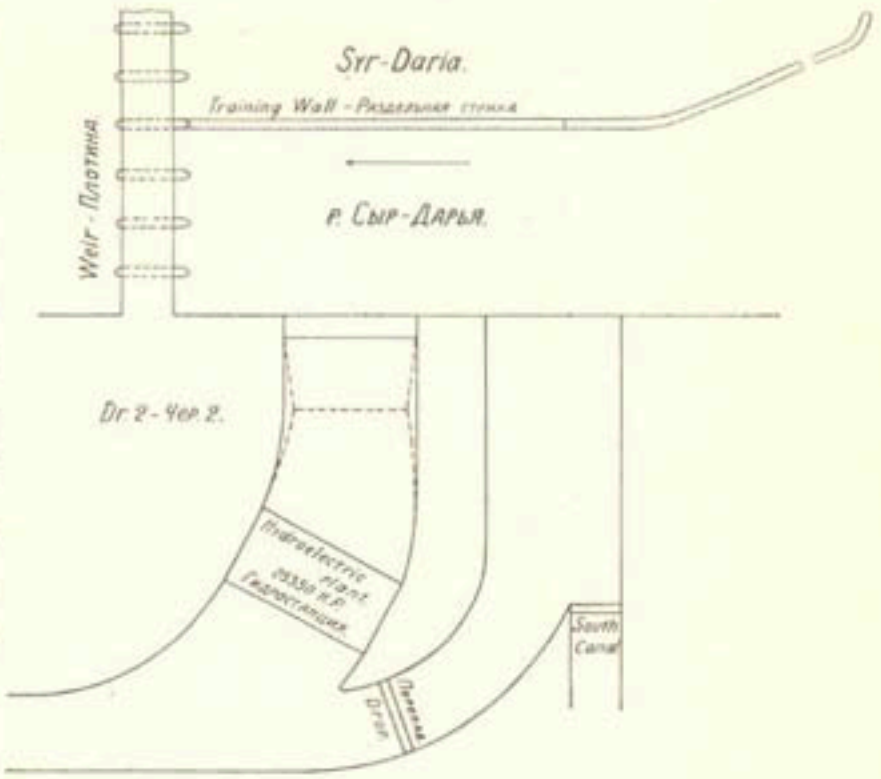
Южным регулятором будет забираться не только расход для орошения Южной части, но и весь расход Голодностепского Магистрального канала и затем в удобном месте через гидроэлектрическую станцию сбрасываться в последний; в этом случае построенный в первую очередь головной шлюз-регулятор Голодностепского Магистрального канала для повседневной работы будет закрыт и превращен в запасный для питания Голодностепского Магистрального канала тогда, когда гидроэлектрическая станция по каким-либо причинам должна быть выключена или работать частично.

Расход Южного регулятора определен в проекте в 310 *м* $^3$/сек., из которых 233 *м* $^3$/сек. пойдут через турбины Беговатской станции для питания Голодностепского Магистрального канала и 77 *м* $^3$/сек.—для питания Южного Магистрального канала с насосными установками, находящимися на нем.

Шлюз имеет 6 пролетов по 8,40 *м* каждый, закрываемых плоскими щитами и металлическими шандорами. Перепад в шлюзе принят в 0,21 *м* и порог регулятора расположен на отметке 296,45 *м* (138,95 саж.) т.-е. на 3,08 *м* выше отметки порога промывных пролетов плотины (293,37 *м*) [1]).

---

[1]) К моменту печатания настоящей книги вопрос об очередности постройки гидроэлектрических станций в Голодной Степи, в связи с отведением всей вновь орошаемой территории под крупное совхозное и колхозное строительство, был пересмотрен вновь и постройка Джизны-Сайской станции перенесена во вторую очередь, а в первую сооружается Беговатская. При этом, так как постройка Южного Магистрального канала по прежнему отнесена к работам последующих очередей, перенесение постройки Беговатской станции в первую очередь потребовало изменения места ее расположения, что в свою очередь отразилось на вышеописанной схеме питания Голодностепского Магистрального канала и общей компановке Беговатского узла сооружений.— Предварительно намеченная автором проекта схема нового расположения станции, а также изменения, внесенные в нее американской экспертизой инж. А. Дэвиса, представлены на чертежах 1-м и 2-м (см. стр. 124). Сущность этой новой схемы, как видно из чертежей, заключается в том, что намеченный по проекту регулятор Южного канала придвигается непосредственно к существующему шлюзу-регулятору, а станция располагается сейчас же за регулятором и отводящий воду от станции канал выходит ко 2-му пикету Голодностепского Магистрального канала. А так как наибольший расход, пропускаемый через станцию по прежнему оставлен 310 *куб. м/сек.*, то начальный участок Голодностепского Магистрального канала до места устройства сбросного шлюза и канала переустраивается на пропуск 310 *м* $^3$/сек. В отношении места устройства упомянутого сбросного канала следует отметить, что, в связи с указанием инж. А. Дэвиса, вошедшим впослед. ствии при утверждении схемы проекта в постановление Высшего Водно-Технического Совета на Голодностепском Магистральном канале перед местом, где канал вступает в дамбы, т.-е. примерно на протяжении между 10-ым и 14-ым *км* канала, намечено устройство катастрофического сброса, который, вполне понятно, будет вместе с тем и отводить все излишнее против требующегося для питания системы Голодностепского Магистрального канала количество воды, пропущенное через турбины. Такое решение, а также то, что при расположении Беговатской станции непосредственно у головного узла используются значительные уклоны, имеющиеся на первых 5—6 *км* Голодностепского канала, выдвинуло идею устройства на последнем второй гидростанции, работающей на подпоре начального участка канала.




Таким образом, уменьшенная мощность Беговатской гидростанции, вследствие приближения ее к головным сооружениям, постройкой второй гидростанции покрывается с избытком и, кроме того, создается возможность постепенного развития энергетического хозяйства вновь орошаемого района.

Мощность первой гидростанции в этом случае получается около 22—23 тысяч лошадиных сил с годовой выработкой около 120.000.000 кв. час. энергии, что, как показывают предварительные подсчеты, будет достаточно для покрытия общей потребности в энергии вновь орошаемого района в течение первых 10—12 лет; далее, когда эта гидростанция уже не сможет удовлетворить спроса, должно быть приступлено к постройке более дешевой

**The Golodnaya Steppe Main canal.**

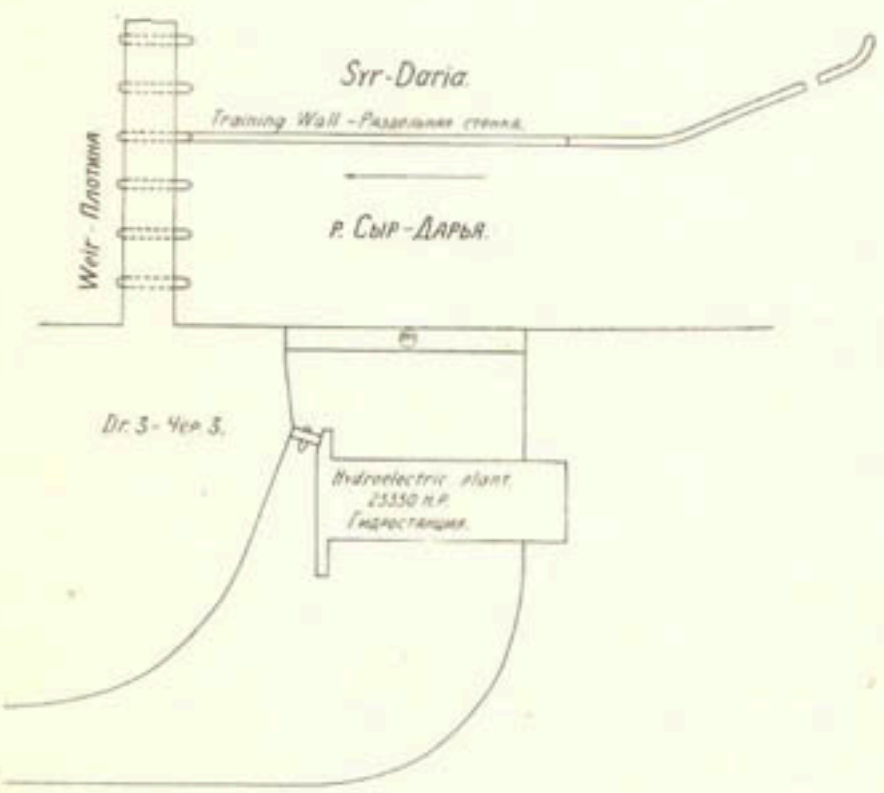
The Golodnaya Steppe Main canal will deliver water for the irrigation of 463050 hectares (gross area), 283350 hectares of which are situated in the Northern part, the Golodnaya Steppe and 179700 hectares in the Central part. The normal discharge capacity of the canal has been determined at 233 cu. mtrs, per sec., but, using the canal section to full capacity a discharge of 278 cu. mts per sec., may be passed.

The total length of the canal from head gate to the terminal Jetty-Say structure is 50 kilometers. For the first 38.8 klm. the canal uses the channel of the former Romanov canal designed for passing 45 cu. m. per sec. On this reach the increase of the carrying capacity of the channel to the designed carrying capacity will be accomplished almost without widening the existing sections, by means of deepening the canal (increasing the height of banks and lining it with concrete). The lining will consist of bituminous concrete 5 cmtrs thick for those parts of the canal where it passes in cuts or in fills not exceeding the height of 0.5 mtrs; where the fills are higher or where the canal bottom is in fill, the thickness of the lining is supposed to beegual to 10 cmtrs. On this reach the width of the canal at bottom varies from 18.25 mtrs to 31.50 mtrs.; slopes from 0.0001 to 0.0007; depths from 2.85 mtrs to 5.33 mtrs; velocities from 1.66 mtrs per sec to 3.27 mtrs per sec.

At the kilometer 38.8 the Golodnaya Steppe Main canal leaves the existing channel, turns into the Steppe and runs the remaining 20 kilometers in a new channel; this reach of the canal will also be concrete lined. Here it has a width of bottom equal to 19 mtrs, slope — 0.00008, depth — 5.33 mtrs and velocity — 1.5 mtrs per sec. Inner side slopes will be 1½: 1 tgroughout the whole length of the canal, the

---

to the 15-th year, counting from the beginning of new irrigation. At last, when the newly irrigated region will be fully developped and the above mentioned plants will not be able to meet all the requirements of ever growing demand, the third plant should be built on the canal; its capacity has been estimated at 12000-14000 HP and annual output — at 70-80 millions of kwh. From the attached drawing No 1 it may be seen that the above scheme foresees the remodelling of the existing head regulator (as is described on page 122 and 123) and remains in order to serve for the feeding of the Golodnaya Steppe Main canal in case of fullor partial shut down of the plant.




Mr. A. Davis accepting wholly the general scheme of power development and the idea of bringing the Begovat plant to the head regulator, suggested only the location of the power house in the existing canal with the utilization of the existing regulator for the plant supply, the regulator to be rebuilt for passing 310 cu. m. per sec. The feeding of the Golodnaya Steppe Main canal in cases of shut-downs of the plant will be accomplished through the newly built Southern regulator. In the opinion of Mr. Davis such arrangement will improve the condition of silt removal, because the permanently working gate of the hydroplant in situated nearer to the weir. No attempts will be made here to criticize these two schemes as they are not final and reflect only the general idea of moving the Begovat plant close to the head gates. In succeeding lines a brief description is made of still another schema shown on the drawing 3 and arisen in the process of working out the above mentioned idea. This scheme seems to be a most suitable one. As may be seen from the drowing the water from the river flows into one broad opening crossed by a continuous spillway with its crest lying high above the river bottom. Behind the spillway there is a forebay from which the water flows through the power house into the Golodnaya Steppe Main canal. When the power house is completely or partly closed the water is being delivered into the canal by means of two deep openings, specially provided to the left from the power house.

The reconstruction of the canal itself is made on the same lines as foreseen by the two other alternatives. Drawing No 4 shows a cross-section of spillway and gives a genaral idea of the contemplated remodelling of the existing head regulator.

**Голодностепский Магистральный канал.**

Голодностепский Магистральный канал подает воду для орошения 463.050 валовых гектар, из которых 283.350 гектар расположены в Северной части Голодной Степи и 179.700 гектар в Центральной. Нормальная пропускная способность канала определена в 233 *куб. м* в сек., а при форсировке по нему может быть пропущен расход в 278 *куб. м* в секунду.

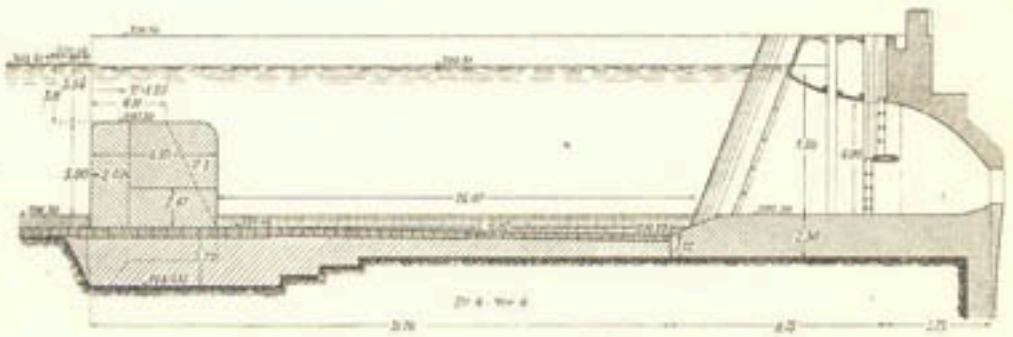
Общая длина канала от головного шлюза-регулятора до конечного Джитты-Сайского узла равна 58 *км*. Для первых 38,8 *км*. используется русло существующего Северного канала (б. Романовского), рассчитанного на пропуск нормального расхода в 45 *куб. м* в сек. На этом участке увеличение пропускной способности существующего канала до проектных расходов достигается почти без уширения существующих сечений по дну, путем допущения большей глубины с подсыпкой существующих дамб и благодаря покрытию дна и откосов канала бетонной облицовкой. Облицовка предположена из асфальтового бетона, толщиною в 5 *см* в частях канала, проходящих в выемках и дамбах, при высоте последних не более 0,5 *м*; при более высоких дамбах и на участках с подсыпным дном, толщина облицовки предположена в 10 *см*. На этом переустраиваемом участке ширина канала по дну изменяется от 18,25 *м* до 31,50 *м*, уклоны от 0,0001 до 0,0007, глубины от 2,85 *м* до 5,33 *м*, скорости от 1,66 *м* в сек. до 3,27 *м* в сек.

На 38,8 *км* Голодностепский Магистральный канал оставляет русло существующего канала, поворачивает в Степь и последние 20 *км* до конечного узла проходит уже по новому руслу; на этом участке канал также бетонируется. Здесь он имеет ширину по дну в 19 *м*, уклон 0,00008, глубину 5,33 *м* и скорость 1,5 *м* в сек. Внутренние откосы канала на всем протяжении приняты полуторные, ширина дамб по верху 6,40 *м*, а наружные откосы последних двойные.

Здесь следует указать, что проведение Голодностепского Магистрального канала после 38,8 *км* в новом русле, связанное, как увидим ниже, с устройством нового головного участка Северного рабочего канала и с упразднением начального двадцати-километрового участка существующей Левой ветви, явилось в результате подробного сопоставления различных схем питания Северного и Центрального рабочих каналов. Дело

---

Джиты-Сайской станции, мощностью 7.600 HP с годовой выработкой в 35.000.000 кв. ч. энергии; совместная работа этих двух станций сможет удовлетворить спрос на энергию еще в течение ряда лет, примерно, до 15-го года после начала нового орошения; и наконец, к моменту полного развития вновь орошаемого района, когда указанные станции уже не будут справляться со все возрастающим потреблением, должна быть построена гидростанция на канале, мощность которой определяется около 12—14 тысяч лошадиных сил с годовой выработкой около 70—80 милл. кв. ч. энергии.



Из приведенного чертежа 1-го видно, что в этом случае существующий головной регулятор переустраивается согласно проекта (как это изложено на стр. 122 и 123) и сохраняется для питания Голодностепского Магистрального канала в случае по каким-либо причинам частичного или полного выключения станции. Инж. А. Дэвис, вполне соглашаясь с общей схемой развития энергетического хозяйства и приближения Беговатской станции к узлу, перенес лишь здание станции в существующий канал с использованием для питания ее существующего регулятора, переустраиваемого в этом случае на 310 *куб. м* в секунду. Для питания Голодностепского канала, в случае остановки станции, предназначается вновь сооружаемый Южный регулятор. Такую перестановку инж. А. Дэвис мотивирует улучшением эффекта промывки наносов в подводящем канале, так как в этом случае постоянно работающий шлюз гидростанции будет расположен ближе к плотине. Не останавливаясь на критике этих схем, так как ни та, ни другая не являются окончательными, а дают лишь первое воплощение общей идеи приближения Беговатской станции к головному узлу, приведем краткое описание схемы, представленной на черт. 3, выявившейся при дальнейшей вариантной проработке этой идеи и, повидимому, являющейся наиболее рациональной.

Как видно из чертежа, в этом случае вода из реки, посредством одного широкого отверстия, представляющего из себя глухую водосливную стенку с высокорасположенным над дном реки гребнем, отводится в аванкамеру и из последней либо через станцию, либо при частичной или полной остановке последней — через особо устроенные слева от здания станции два глубоких отверстия поступает в Голодностепский Магистральный канал, который переустраивается совершенно так же, как и в двух первоначальных вариантах.

При таком расположении все основные элементы остаются те же, что в первоначальных схемах, но все сооружения приобретают более простое и компактное расположение.

Чертеж 4 представляет разрез по глухой стенке и аванкамере и дает представление о характере намеченного переустройства существующего головного шлюза-регулятора.

width of the embankments at the top — 6.40 meters, the outer side slopes of embankments — 2:1.

It ought to be noted here that the new location of the part of the Golodnaya Steppe Main canal after the kilometer 38.8, involving the construction of new head for the Northern canal and elimination of the initial 29 kilometer length of the existing Left branch, has been decided upon after many investigations and comparisons of various schemes of feeding the Northern and Central canals.

In case the initial reach of the Left branch would be used as a part of the Northern canal (which would necessitate the construction of the terminal structure for the Golodnaya Steppe Main canal at the Konnoguardeysky village) the line of the designed Central canal for the 10-12 kilometers should pass on account of the topographic conditions of the place, parallel to the above mentioned reach of the Left branch at a distance of about 1 kilometer from it.

As result of their conditions, the narrow strip of land 10 — 12 kilometer long, confined on both sides by canals carrying rather large discharges and having water levels at elevation higher than those of that strip of land, will be waterlogged. The ground water table in this locality is near the surface and even now the water-logging of lands situated along the Left branch has been observed. It is natural therefore to expect an increase of such water-logging, in case the scheme providing the construction of the terminal structure at Konnoguardeysky village would be realized. The above mentioned water-logging would involve certain preventive measures, which may consist either in digging a deep water collecting channel along the North canal, or in concrete lining of a 10 kilometers head reach of the Central canal, these measures considerably complicating the whole scheme. The proposition to line with concrete the initial 10 kilometer reach of the Central canal suggests the idea that it may be feasible to combine the initial reaches of both canals into only one with a concrete lined bed, this canal being an extension of the Golodnaya Steppe Main canal. Taking further into account the fact that the utilizaton of the above mentioned reach of the existing Left branch for the construction of the Golodnaya Steppe Main canal would involve many complications, among which the necessaty to considerably rise the existing embankments at the plevailing conditions, when it will be impossible to have borrow-pite along the canal, due to heavy alkalization of adjacent lands, it is evident that the above described location of the terminal reach of the Golodnaya Steppe Main canal is the only rational and economical solution.

As according to the accepted scheme, the Golodnaya Steppe Main canal does not reach to the existing head gates of the Right branch and the distributary „Tzarevna" which serve the gross area of 33000 hectares, the terminal reach of the existing Northern canal will be utilized for delivering water into these lands.

For this purpose the construction of a regulator at kilometer 38.8 of the Golodnaya Steppe Main canal is proposed with a discharge capacity of 16.4 cu. mtrs per sec. The water level required for the Right branch and turn out „Tzarevna" being 3.7 mtrs lower than the elevation of water surface in the Golodnaya Steppe Main canal, it will be possible to build here a hydroelectric plant of 690 HP capacity.

After the kilometer 38.8 of the Golodnaya Steppe Main canal and up to the terminal Jetty-Say structure, there will be 5 turn-outs with a total discharge of 9.65 cu. mtrs per sec. this water to be delivered to the distributaries which turn-out from the initial 20-kilometer reach of the existing Left branch (his reach to be abandoned according to the adopted scheme) and to be used also for irrigation of lands lying between the above mentioned reach of the Left branch and the new reaches of the Golodnaya Steppe Main canal and the Northern canal. The total gross area of commandment of those let-outs is determined as 21690 hectares.

**Terminal Jetty-Say structure on the Golodnaya Steppe Main canal.**

At the kilometer 58-th Golodnaya Steppe Main canal is divided at the so-called Jetty-Say terminal structure into two parts: the Northern and the Central canals.

At this terminal a waste gate capable to pass 97 cu. m. sec. is also provided to spill the water in case of emergency to the Jetty-Say depression confined within the contour line 268.83 mtrs (126.000 sag.) and having an area of 1650 hectares; the depression is to serve only as a temporary receptacle the water from which will be subsequently conducted by means of a small canal to the Sardoba — Arna-Say collector.

в том, что использование для Северного рабочего канала начального участка Левой ветви связано с устройством конечного узла Голодностепского Магистрального канала у пос. Конногвардейского; при этом трасса Центрального рабочего канала по условиям рельефа на первых 10—12 *км* идет параллельно упомянутому участку Левой ветви в расстоянии всего 1 *км* от нее.

Таким образом между этими каналами, несущими значительные расходы, получается на протяжении 10 — 12 *км* узкая полоса земли, имеющая отметки ниже горизонта воды в каналах. В силу этого, а также благодаря наличию высокого стояния грунтовых вод, наблюдающегося уже и теперь вдоль Левой ветви, совершенно естественно ожидать усиления этого явления в случае осуществления конечного узла у пос. Конногвардейского и необходимо принять те или другие предупредительные меры. Последние могут состоять либо в устройстве глубокого водосбора вдоль Северного рабочего канала, либо в бетонировке хотя бы первых 10 *км* Центрального рабочего канала. Введение этого уже значительно осложняет всю схему и прямо указывает на возможную выгодность совмещения начальных участков обоих рабочих каналов с заменой их одним каналом в бетонированном русле, являющемся продолжением Голодностепского Магистрального канала. А так как использование упомянутого выше начального участка существующей Левой ветви для проложения по нему Голодностепского Магистрального канала в силу ряда причин, связанных со значительным повышением существующих дамб, при невозможности заложить резервы вдоль канала из-за сильной засоленности близлежащих земель, представляется дорогим решением вопроса, то вполне понятно, что указанное выше направление конечного участке Голодностепского Магистрального канала явилось единственным рациональным и экономически выгодным решением.

Так как по принятой схеме Голодностепский Магистральный канал не доходит до существующих головных сооружений Правой ветви и выпуска „Царевна", обслуживающих площадь 33.000 вал. гектар, то для питания последних используется концевой участок существующего Северного канала; для этой цели на 38,8 *км* Голодностепского Магистрального канала предположено устройство специального шлюза-регулятора с расходом в 16,4 *км* в секунду. При этом, так как горизонт воды, требующийся для Правой ветви и выпуска „Царевна" на 3,7 *м* ниже горизонта воды, имеющегося в Голодностепском Магистральном канале, то здесь предположено устройство гидро-силовой установки мощностью 690 HP.

После 38,8 *км* до конечного Джиты-Сайского узла от Голодностепского Магистрального канала отходят 5 выпусков с общим расходом в 9,65 *куб. м* в сек., предназначенных с одной стороны для питания распределителей, отходящих от упраздняемого, по принятой схеме, начального двадцати-километрового участка существующей Левой ветви, а с другой — для орошения земель, лежащих между означенным участком Левой ветви и новыми участками Голодностепского Магистрального и Северного рабочего каналов. Общая площадь командования этих выпусков определяется в 21,690 вал. гектар.

**Конечный Джиты-Сайский узел сооружений на Голодностепском Магистральном канале.**

На 58 километре Голодностепский Магистральный канал заканчивается конечным так называемым Джиты-Сайским узлом, разделяясь здесь на Северный и Центральный рабочие каналы. В этом же узле предположено устройство сбросного шлюза (на случай катастрофического сброса) с расходом в 97 *куб. м* в секунду, отводящего воду в понижение Джиты-Сая, ограниченное горизонталью 268,83 *м* (126,00 саж.) и имеющее площадь в 1650 гектар; это понижение используется лишь как временное вместилище для воды, которая затем по выводному каналу с небольшой пропускной способностью отводится в Сардоба-Арнасайский коллектор.

Помимо указанных головных шлюзов Северного, Центрального и сбросного каналов, в состав Джиты-Сайского узла сооружений входит Джиты-Сайская гидроэлектрическая станция, использующая имеющуюся разность между горизонтами Голодностепского Магистрального и Северного рабочего каналов, равную 5,36 *м* и дающую при расходе Северного рабочего канала в 119 *куб. м* в секунду мощность в 7.600 HP с годовой выработкой энергии в 35 миллионов киловатт-часов.

**Северный рабочий канал.**

Северный рабочий канал начинается у конечного Джиты-Сайского узла и на первых 8,6 *км.* идет по вновь прорываемому руслу; этим вновь сооружаемым участком Северный рабочий канал выходит к существующей Левой ветви, соединяется с ней и далее, направляясь на северо-запад, идет по руслу последней. Что же касается начального участка существующей Левой ветви,

Besides head gates for the Northern, Central and Waste canals, the Jetty-Say terminal structure includes the Jetty-Say hydroelectric plant, which will utilize the available difference in levels between the Golodnaya Steppe Main and Northern canals, equal to 5.36 mtrs which difference permit to develop 760 HP (corresponding to the discharge of the Northern canal equal to 119 cu. m. sec. (with an annual output of 35 millions of kilowatthours).

**The Northern canal.** The Northern canal beginning at the Jetty-Say terminal structures for the first 8.6 kilometers uses the channel to be built anew and then comes out to the existing Left branch, joins it and runs to the North-West. The initial reach of the Left branch from Konnoguardeisky village up to joint with the designed [1]) Northern canal, will be entirely abandoned and the canals taking out from it will be supplied directly from the new portion of the Golodnaya Steppe Main canal.

On the initial reach of the Northern canal which is to be built anew, the width at bottom is 28.80 meters and the depth — 3.75 meters. From sta. 86 to sta. 570 the Northern canal will utilize the existing Left branch, cross-sections of which will be considerably changed, comprising the increase of bottom width, cutting of existing berms, increasing of embankment heights and changing of slopes. The bottom width on this reach of the canal gradually decreases from 27.00 mtrs. to 12.70 mtrs, the depth being constant for the whole length of the reach and equal to 3.75 mtrs. On this reach of the Northern canal there are 32 distributaries existing at the present time; some of them have concrete head structures and some — wooden structures of temporary character. At sta. 570 the existing Left branch terminates and farther on up to sta. 718 the Northern canal has a newly built channel. At sta. 580 the Tugai and Jetty-Say branches and the Northern Golodnaya Steppe waste way take off from the Northern canal. At sta. 718 the Northern canal ends, dividing into Arna-Say and Kisil-Kum branches, and having terminal waste gate, through which water is diverted to Tugai drainage collector and thencefrom to the Syr-Daria river. Except the branches and waste ways indicated 8 more distributaries will turn out from the terminal reach of the canal (counting from sta. 580). The total length of the canal is 71.8 kilometers and the gross area of commandment — 228.660 hectares and the discharge at the head — 119 cu. m./sec. On the 18-th, 58-th and 72-th kilometers of the Northern canal it is proposed to consctruct check gates, using for the first one the existing concrete structure and locating other two at places where branches and waste ways take out.

The slope of the canal on reaches from sta. 0 to sta. 323 and from sta. 580 to sta. 718 is equal to 0.00009, on the reach from sta. 323 to sta. 580 — 0.0001. The canal is designed with earth channel and inner side-alopes $1^1/_2$ to 1; the adopted width of embankments at the top is 6.40 mtrs and 5.32 mtrs, the right bank having wider embankments to allow an inspection road. The top of bank is 1.07 mtrs higher than the normal water level in the canal which allows to increese the flow up to 40 per cent and more on certain reaches.

**The Central canal.** The Central canal, designed as earth channel, begins at the Jetty-Say terminal structure of the Golodnaya Steppe Main canal and will have a discharge of 89 cu. m./sec. It crosses the Jetty-Say alkali lands, going round the depression on its southern side and directs westward, having the total length of 98 kilometers and commanding over a gross area of 179,700 hectares.

For the first 21 kilometers the Central canal is going in cut round the Jetty-Say and is designed with side-slopes 2:1. After the kilometer 21-st the canal enters the irrigated zone and goes in cut and fill with inner side slopes $1^1/_2$:1.

Up to kilometer 61-st where a branch taking half of the water coming up to this place turns out from the canal, the latter has a slope of 0.00008 and is 2.77 mtrs deep. On this reach there are 10 turn-outs, which are fed from the canal causing a gradual decrease of the discharge from 89 cu. m./sec. to 75.5 cu. m./sec. with corresponding decrease in bottom width from 37.35 mtrs to 32.50 mtrs; the width of

---

[1]) According the survey of 1926 the joint of the designed Northern canal with the Left branch is situated at sta. 618 + 49, the reach to be abandoned lies between sta. 400 and sta. 618 + 49. Stations were assumed from the existing head works.

от поселка Конногвардейского до места выхода к ней проектируемого Северного рабочего канала [1]), то он, как указано выше, упраздняется вовсе и питание отходящих от него выпусков производится непосредственно из вновь сооружаемого участка Голодностепского Магистрального канала.

На начальном вновь сооружаемом участке до п. 86 ширина по дну Северного рабочего канала равна 28,80 м., а глубина 3,75 м.; от п. 86 до п. 570 для Северного рабочего канала используется существующее русло Левой ветви, для чего поперечные сечения последней значительно изменяются и увеличивается ширина по дну, срезаются существующие бермы, увеличивается высота дамб и изменяются уклоны. Ширина канала по дну на этом переустраиваемом участке постепенно уменьшается от 27,00 метра до 12,70 метра, глубина же на всем протяжении сохраняется равной 3,75 метра. На этом участке от Северного рабочего канала отходят 32 существующие в настоящее время распорядителя, часть из которых имеет бетонные головные сооружения, а часть — деревянные, временного типа. На п. 570 существующая Левая ветвь заканчивается и далее до п. 718 Северный рабочий канал опять идет по вновь сооружаемому руслу. На пик. 580 от Северного рабочего канала отходят Тугайная и Джитты-Сайская ветви, а также Северный Голодностепский сброс. На пик. 718 Северный рабочий канал заканчивается, разделяясь на Арна-Сайскую и Кызыл-Кумскую ветви. Здесь устраивается конечный сброс с отводом воды в Тугайный водосборный коллектор, а оттуда в р. Сыр-Дарью; кроме указанных ветвей и сбросов от конечного участка Северного рабочего канала, считая за таковой участок канала после 580-го пик. и далее, отходят еще 8 распределителей. Общая длина канала равна 71,8 километров, площадь командования составляет 228.660 вал. гектар и расход в голове 119 куб. метров в секунду. На 18-м, 58-м и 72-м километрах Северного рабочего канала намечено устройство поперечных преграждений, причем для первого используется существующее бетонное поперечное преграждение, а два других располагаются в местах отхода ветвей и сбросов.

Уклон канала от пик. 0 до пик 323 и от пик. 580 до пик. 718—0.00009, а на участке от пик. 323 до пик. 580—0.0001. Канал запроектирован в земляном русле при полуторном заложении внутренних откосов; ширина дамб по верху принята в 6,40 метра и в 5,32 метра в предположении, что по правой дамбе, имеющей бо́льшую ширину, будет устроена инспекторская дорога. Превышение дамб над нормальным горизонтом принято равным 1,07 метра, что дает возможность доводить форсировку на отдельных участках до 40% и более.

**Центральный рабочий канал.**

Центральный рабочий канал начинается у конечного Джитты-Сайского узла Голодностепского Магистрального канала и запроектирован в земляном русле на нормальный расход в 89 кубометров в секунду. Вначале Центральный рабочий канал пересекает Джитты-Сайские солончаки, обходя пониженную часть с юга, и затем направляется на запад, командуя площадью в 179.700 валовых гектар; общая длина канала — 98 километров.

На протяжении первых 21 километра Центральный рабочий канал, идущий в обход Джитты-Сая, запроектирован в выемке с двойным заложением откосов. После 21-го километра канал вступает в орошаемый район и идет в полувыемке и полудамбе с полуторным заложением внутренних откосов.

До 61-го километра, где от него отходит ветвь, забирающая половину подводимого к этому месту расхода, Центральный рабочий канал запроектирован с уклоном 0,00008 и глубиной воды в 2,77 метра. На этом протяжении от него отходят 10 выпусков и расход канала уменьшается с 89 куб. м. в сек. до 75,5 куб. м. в секунду, а ширина по дну — от 37,35 м. до 32,50 м.; ширина дамб по верху на этом участке принята в 6,40 м. и 4,25 м., а превышение их над нормальным горизонтом воды в 1,07 метров.

На 61-м километре устраивается поперечное преграждение и сброс с отводом воды в Сардоба-Арнасайский коллектор. Так как необходимый горизонт воды в голове ветви Центрального рабочего канала определяется отметкой 271,75 метра, а горизонт воды в Центральном рабочем канале на 61-м километре равен 277,20 метра, то разность уровней может быть использована устройством гидросиловой установки мощностью в 2000 HP.

От 61-го до 88,5 километра Центральный рабочий канал идет с уклоном в 0,00009 и имеет глубину при нормальном расходе в 2,13 метра; ширина дамб по верху на

---

[1]) По съемке 1926 года, при которой пикетаж велся начиная от существующего головного сооружения, место соединения проектируемоге Северного рабочего канала с Левой ветвью соответствует п. 618 + 49, а упраздняемый участок Левой ветви заключен между п. 400 и п. 618 + 49.

embankments at the top adopted for this reach of the canal is 6.40 mtrs and 4.25 mtrs, the top being 1.97 mtrs over the normal water level.

At the kilometer 61-st a check gate and a wasteway leading water to the Sardoba—Arna-Say collector will be built. A hydroelectric plant of 2000 HP capacity may be built at the head of the branch at kilometer 61-st of the Central canal, utilizing the difference in levels in the canal at this place and in the branch, the latter, as determined by irrigation requirements, being at el. 271.75 mtrs and that in the canal — 277.20 mtrs.

From kilometer 61-st to kilometer 88.5 the Central canal has a slope of 0.00009 and is 2.13 mtrs deep at the normal discharge; embankment tops are 4.25 mtrs and 3.20 mtrs wide and raised 0.85 mtrs above the normal water level. On this reach there are 8 turn-outs, the discharge of the canal decreasing from 35 cu. m./sec. to 21.65 cu. m./sec. and bottom width from 22.2 mtrs to 13.40 mtrs.

At klm. 88.5 the second check gate and wasteway are designed, the wasteway leading water to Sardoba-Arna-Say collector.

After klm. 88.5 the slope of the canal increases to 0.00012 and this slope is kept up to klm. 98, where the last distributary takes out and where the Central canal ends by the terminal wasteway to the Tuz-Kane lake. On this last reach of the Central canal there are 3 turn-outs, the discharge on this reach decreasing gradually from 18.40 cu. m./sec. to 8.15 cu. m./sec. and bottom width from 13.15 mtrs to 5.35 mtrs.; the size of embankments on this reach are the same as for the reach from klm. 61 to klm. 88.5.

The above described cross-sections of the Central canal together with the adopted values of freeboard, permit to pass through the canal in case of emergency, the discharges increased by 40 per cent and more as against normal discharges. The outer side-slopes of embankments are 2:1 throughout.

**The wasteway taking off at Jetty-Say terminal structures.**

At the place where the Golodnaya Steppe Main canal is divided into two branches — the Northern canal with 119 cu. m. sec. discharge and the Central canal with 89 cu. m. per sec. discharge, it is proposed, as already stated above, to construct an emergency wasteway, capable to pass 97 cu. m. per sec., this amount of water to be temporarily into the low-lying portion of Jetty-Say, in order to be subsequently transferred, by means of a spacially built small canal, to the Sardoba—Arna-Say collector.

As the computations have shown, the area of this depression, which is equal to 1650 hectares, will be covered after 10 hour (time necessary for the water to travel from the head regulator of the Golodnaya Steppe Main canal to the terminal structures) work of the wasteway with a maximum layer of water 20 cm. thick; this depth is obtained in case the percolation and evaporation losses are not taken into account.

This wasteway is not to be used for the regulation of the discharge at the normal conditions, because such use would cause a waterlogging of the depression. The projected wasteway must be capable to pass the water in case of an accident on one or another of the working canals. This condition determined the maximum discharge, for which the canal must be designed.

In case of accident on the largest of the working canal namely on the Northern canal, the discharge of which in 119 cu. m./sec. — 22 cu. m./sec. may be led away to the Sardoba—Arna-Say collector through the above described wasteways of the Central canal, the discharge of that canal reaching in that case the permissible maximum. Thus the estimated discharge of the considered wasteway would be equal to 119 — 22 = 97 cu. m./sec.

As to the bottom elevation at the beginning of the wasteway, it has been adopted as equal to the elevation of the bottom of ihe Golodnaya Steppe Main canal at the site where the water division structure is projected.

The total length of the canal is about 6 kilometers, slope is equal to 0.00035, bottom width — 13.85 mtrs, depth at estimated discharge — 3.75 mtrs, inner side-slopes — 2:1.

At kilometer 6-th canal terminates in a slotted drop, the fall being 2.45 mtrs; after the drop a small canal will be excavated, 5.33 mtrs wide at bottom, with side-slope 1:1, and having a slope of 0.00045 and length of about 4 kilometers; this canal

этом участке принята в 4,25 м. и 3,20 метра, а превышение их над нормальным горизонтом в 0,85 м. На этом протяжении от канала отходят восемь выпусков, по мере отхода которых расход изменяется от 35 куб. м. в секунду до 21,65 куб. м. в секунду, а ширина по дну — от 22,2 до 13,40 метра.

На 88,5 километре устраивается второе поперечное прегражденне и сброс с отводом воды в Сардоба-Арнасайский коллектор.

После 88,5 километра уклон канала увеличивается до 0,00012 и с этим уклоном канал доводится до 98-го километра, где от него отходит последний распределитель и где Центральный рабочий канал заканчивается устройством конечного сброса в озеро Туз-Кане. На последнем участке от Центрального рабочего канала отходят три выпуска, расход которых изменяется от 18,40 куб. м. в секунду до 8,15 куб. м. в секунду, а ширина по дну — от 13,15 метра до 5,35 метра; размеры дамб на этом участке сохраняются те же, что и на участке от 61 километра до 88,5 километра.

Указанные выше размеры Центрального рабочего канала при принятых величинах превышения дамб над нормальным горизонтом воды в канале — позволяют на всем протяжении производить форсировку канала, доводя ее до 40% и более. Внешние откосы дамб на всем протяжении двойные.

**Сбросный канал, отходящий от Джиты-Сайского конечного узла.**

В месте разделения Голодностепского Магистрального канала на Северный рабочий канал с расходом 119 куб. м. в секунду и Центральный с расходом в 89 куб. м. секунду предположено, как уже указывалось, устройство катастрофического сброса с расходом в 97 куб. м. в секунду и с временным отводом воды в пониженную часть Джитты-Сая, играющую роль лишь временного водоема, из которого вода будет выводиться особо устраиваемым каналом с небольшой пропускной способностью в Сардоба-Арнасайский коллектор.

При этом, как показывают подсчеты, площадь этого понижения, равная 1650 гектарам, при работе сброса в течение 10 часов (чему равно время пробега воды от головного шлюза-регулятора Голодностепского Магистрального канала до конечного узла) при самых неблагоприятных условиях, без учета просачивания в грунт и испарения, обусловливает наибольшую высоту затопления в 0,20 м.

Для хозяйственного регулирования сброс не предназначается и ни в коем случае не должен быть использован с этой целью, так как это повело бы к заболачиванию понижения. Устраиваемый сброс должен удовлетворять условиям пропуска воды в случае катастрофы на каком-либо из рабочих каналов; это условие и определило максимальный расход, на который должен быть рассчитан канал.

Так как в случае катастрофы на большем из рабочих каналов, Северном, расход которого равен 119 куб. м. в секунду, 22 куб. м. могут быть отведены в Сардоба-Арнасайский коллектор через упомянутые выше сбросы Центрального рабочего канала, путем форсировки последнего, то расчетный расход рассматриваемого сброса определился в 119 — 22 = 97 куб. м. в секунду.

Что касается отметки дна в начале сбросного канала, то за таковую принята отметка дна Голодностепского Магистрального канала в месте устройства вододелителя.

Общая длина канала около 6 километров, уклон 0,00035, ширина по дну 13,85 метра и глубина при пропуске расчетного расхода 3,75 метра; заложение внутренних откосов двойное.

На 6-м километре канал заканчивается щелевым перепадом с понижением дна за последним на 2,45 метра; за перепадом, на протяжении около 4-х километров, прорывается небольшой канал с уклоном 0,00045, при ширине по дну 5,33 метра и с одиночным заложением откосов, выводящий воду на поверхность земли на отметке 127,00 саж.; далее вода растекается и направляется в Джиты-Сайское понижение, расходуя при этом значительную часть на просачивание, заполнение впадин и испарение.

Указанные небольшие размеры концевой части канала (после перепада) заданы в предположении постепенной разработки русла до нужных размеров самим потоком, а прорываемый канал предназначается лишь для получения большого эффекта размыва и направления его в желаемую сторону.

**Южный Магистральный канал и орошение предгорного района.**

Вторым каналом, отходящим от Беговатского узла сооружений и подающим воду для орошения Голодной Степи, является Южный Магистральный канал. Площадь самотечного орошения Южного канала исчисляется в 107.600 валовых гектар; кроме того, предположительно принято, что из него же будут орошаться путем механического подъема воды высокорасполо-

comes out level with ground surface at el. 127.00 sag., after which the water flows freely over the surface having a general direction to the Jetty-Say depression undergoing here considerable percolation and evaporation losses; part of water is expended also for filling cavaties in the ground surface.

Small dimensions have been adopted for the terminal part of the canal (below the drop) supposing that gradually the channel will be worked out to the required size by the action of the current itself, the initial channel being constructed mainly to guide the scouring action of the water into a desirable direction.

**The Southern Main canal and the irrigation of the foot-hill region.**

The Southern Main canal is the second canal taking water from the upper pool of the Begovat weir and delivering it for the irrigation of the Golodnaya Steppe. The gross area which could be irrigated from the canal by gravity is calculated to be equal to 107,600 hectares; beside this it is supposedly accepted that a gross area of 51,200 hectares of lands in the Southern part of the Steppe, situated at higher elevation, will be irrigated from this canal be means of the mechanical lift of the water. The water may be delivered to these lands by gravity also, but in this case the construction of an independent canal with its head situated between Kaznak and Ksta-Tugai villages wonld be required.

Only for the initial 30 kilometer reach of this canal the designe have been prepared, i. e. approximately up to the point where the gravity irrigation begins; farther on the location of the caual axis has been made only in order determine the size of the gravity irrigation area.

The initial 25 kilometer reach of the Southern Main canal passes in cuts from 4 to 17 mtrs. deep; two pumping plants situated at sta. 87 and 95 will deliver the water for irrigation of higher lands. The canal up to pumping plants has a slope of 0.0001 and bottom width 17.00 mtrs; after the pumping plants the slope changes to 0,00011 and the botton width to 10.70 mtrs.; inner side-slopes are $1^1/_2:1$; the depth of water when the flow is uniform equal to 3.75 mtrs for both reaches of the canal.

On kilometer 48-th the Southern Main canal approaches the Central canal, this circumstance permitting to effectuate in case of need additional feeding of the Central canal by means of a short (about 4 kilometers long) connecting branch. Such additional feeding will make possible certain changes is the regime of the other working canals belonging to the system of the Golodnaya Steppe Main canal and included into the first stages of the construction programme. This circumstance as well as the fact that the construction of the Southern canal is contemplated only during the last stages of the works, renders the whole scheme very elastic and permits to make certain corrections by means of changing operation plans and without any remodelling of the structures.

The total length of the Southern Main canal up to the beginning of the terminal wasteway is 120 klms.

The terminal wasteway of the Suthern Main canal similarly to the above mentioned wasteway of the Central canal, is led out to the Tuz-Kane lake, situated much lower than the Golodnaya Steppe (el. 230.00—235.00 m.).

It ought to be noted here that the adopted location of the Southern Main canal, even if 51,200 gross hectarcs of higher lying lands be included into its commandment zone, does not cover all lands suitable for irrigation and situated in the Southern part of the Steppe. There remains still an area of 94.300 gross hectares in the foothill region. It has been proposed to irrigate these lands in saparate oases by means of ground waters. In order to finally solve the problem of irrigation of this area, it is necessary to make thorough investigations relating to the hydrogeology of the foothill region so that it would be possible to have a clear idea of the underground waters regime, their mineralization and methods of possible utilization of these waters. The above mentioned hydrogeological investigations have been started (upon the initiative of the author of the projeet) twice; first time in 1915 — by the Department of Land Reclamation, due to the war, however, and consequent lack of funds they were stopped; in 1925 they had been started again, but after one year of work were stopped due to the insufficieent amount of funds appropriated for that purpose.

Thus it is difficult to state, at the present time, which part of this territory it will be more economical to irrigate by the Syr-Daria river water (either by pumping

женные земли южной части в количестве 51.200 валовых гектаров, оросить которые возможно также и самотечно посредством самостоятельного небольшого канала при устройстве головного сооружения последнего между кишлаками Казнак и Кста-Тугай.

В настоящем проекте рассчитан лишь начальный тридцати-километровый участок Южного Магистрального канала, примерно, до выхода канала в район самотечного орошения, а дальше произведена лишь трассировка его в целях установления размеров самотечно орошаемой площади.

Начальный двадцати-пяти-километровый участок Южного Магистрального канала с расположением на пикетах 87-ом и 95-ом насосных станций для подъема воды для машинного орошения пролегает в выемках, глубиной от 4 до 17 метров, и имеет до места расположения насосных станций уклон 0,0001 и ширину по дну 17,00 метров, а после забора воды насосными станциями уклон канала изменяется на 0,00011, а ширина по дну на 10,70 м. Заложение внутренних откосов канала принято полуторное, а глубина воды равномерного режима на обоих участках равна 3,75 метра.

На 48-м километре трасса Южного Магистрального канала очень близко подходит к Центральному рабочему каналу и это дает возможность путем короткой соединительной ветви (длиной около 4-х километров), в случае надобности, производить дополнительное питание Центрального рабочего канала, что в свою очередь позволит изменять режим и других рабочих каналов системы Голодностепского Магистрального канала, предположенных к постройке в первые очереди. Это обстоятельство, а также то, что сооружение Южного Магистрального канала отнесено к последней очереди, делает всю схему чрезвычайно гибкой, позволяя, таким образом, уже в порядке эксплоатации вносить коррективы без какой-либо переделок и переустройств.

Общая длина Южного Магистрального канала до места отхода конечного сброса равна 120 километрам.

Конечный сброс Южного Магистрального канала, аналогично упомянутому выше конечному сбросу Центрального рабочего канала, выводится в озеро Туз-Кане, занимающее по сравнению с Голодной Степью очень пониженное положение и имеющее отметки 230,00—235,00 метров.

Здесь следует отметить, что трасса Южного Магистрального канала, а также указанные выше 51.200 валовых гектар высокорасположенных земель не захватывают всех пригодных для орошения земель южной части и остается еще полоса предгорного района, общей площадью в 94.300 валовых гектар. В проекте предположено, что эти земли могут быть орошены отдельными оазисами путем каптажа подземных и грунтовых вод. Однако, для окончательного разрешения вопроса о способе орошения этой полосы необходимо предварительное гидрогеологическое изучение предгорной полосы в целях выяснения дебета подземных вод, их минерализации, а также техники возможного использования этих вод. Такого рода гидрогеологические изыскания (по инициативе автора проекта) ставились дважды: первый раз в 1919 году Отделом Земельных Улучшений, однако, сокращение кредитов в связи с военными обстоятельствами прервало работы; второй раз — в 1925 году, но в связи с нехваткой ассигнований — через год изыскания опять были приостановлены.

Таким образом, в настоящее время трудно утверждать, какую часть из этой территории рациональнее будет орошать из реки Сыр-Дарьи (путем ли механического подъема воды из Южного Магистрального канала или же путем самостоятельного самотечного канала, берущего начало выше по реке между кишлаками Казнак и Кста-Тугай) и какую часть возможно будет отнести на оазисное орошение подземными водами.

**Главные водосборные коллекторы.**

Наряду с рассмотренным, таким образом, вопросом о подаче воды во вновь орошаемый район — в новом проекте орошения Голодной Степи, также, как в проекте 1914 года, уделено достаточно внимания своевременному и беспрепятственному отводу отработанной или по тем или иным причинам неиспользованной воды.

В прежнем проекте этот вопрос разрешался устройством сети открытых глубоких канав и каналов, отводящих как воду поверхностного стока, так и имеющих назначение дренировать вновь орошаемый район. В связи со спокойным рельефом Голодной Степи, это вызвало сильное заглубление главных водоотводных коллекторов и сделало всю водоотводящую сеть очень дорогой, ложащейся расходом в 190 рублей на 1 гектар действительно орошенной площади. В новом проекте, как уже указывалось выше, эти две функции водоотводной сети разделены и прежний способ открытых канав, но в этом

from the Southern Main canal or by means of an independent gravity canal with its head higher upstream between the villages Kaznak and Ksta-Tugai) and on which part it will be possible to aplly the oasis-method of irrigation by means of underground water.

**Main collecting channels.** In the new project of the irrigation of the Golodnaya Steppe as well in the project of 1914, together with the problem of water delivery to the new areas to be irrigated, a considarable attention has been paid to the study of methods of quick and easy disposal of return and waste waters.

In the old project it was suppossed to solve this proplem by constructing system of open deep ditches and canals, having the purpose to lead away the surface run-off as well as to drain the whole new irrigated region. Such scheme, in connection with the flatness of topography of the Golodnaya Steppe, resulted in very deep main watercollecting channels and consequently has made the drainage system very expensive, the cost of it alone per one hectare of actually irrigated area being equal to Rbls. 190,0. In the new project as already has been explained in the foregoing pages, these two functions of the drainage system are separated; the net of open ditches, but not so deep as in the old project, remains, but its purpose is to lead away the surface run-off only. The percolation water is conducted to underground drains and disposed of by pumping in into the surface canals, the collection of water being accomplished, according to peculiarities of soils and subsoils, either dy deep laid tile-pipes of large diameters (5″ — 18″) or by means of a vertical drainage system, consisting of Californian wells. This measure permitted to design drainage canals of a considerably less depth, effectuating thus a substantial saving in cost of their concstruction, this cost being lowered to 28 — 30 roubles per hectare of actually irrigated area; the cost of deep drainage which may be required after several years of operation and on the part of the whole area not exceeding 20 — 25 per cent of the newly irrigated region is estimated at from 50 to 115 roubles per hectare, depending upon the conditions of soil and subsoil and also on a possible type of drainage installation.

The surplus waste and drainage waters are be disposed by following main collectors: Tugai (flood-plain) collectors passing along the northern border of the Steppe and flowing into the Syr-Daria river 20 klm. above the Chinaz railroad bridge, the collector receiving waters from the terminal wasteways of the Central canal and the Southern Main canal and leading these waters into Tuz-Kane lake, and the Sardoba-Arna-Say collector which divides the Northern part of the Steppe and goes first across the Jetty-Say—Karoi depression, then along the Arna-Say (where the North-Western part of the Steppe borders on Kizil-Kum sands) and coming out into the flood-plain discharges into the Sur-Daria river a little distance upstream from Chardara.

These collectors, aside from the above mentioned terminal wasteways, receive the flow of all water-collecting canals of the cystem and also a lot of wasteways, taking off from various points of the working canals; these wasteways serve as safety valves, unloading the Main canals in case of accidents and also when water by some operation reason is not taken by distributaries and rises too high in the Main canals.

**Supply of hydroelectric power.** Simultaneously with the solution of problems relative to the irrigation proper the scheme of hydroelectric developments has been revised and changed, studies have been made, concerning the possibility of generating considerable additional amounts of power on the canals, as well as feasible utilization of hydraulic power at the Begovat weir.

In connection with the new scheme of delivering water for the irrigation of the Golodnaya Steppe is has been found that concentrated falls of water may be utilized at the following points of the system (see the scheme of irrigation of the Golodnaya Steppe, atlas, plate 7).

1. Near the Begovat structures, at km. 5-th of Golodnaya Steppe Main canal in case this canal will be fed from the initial reach of the Southern Main canal, with possible capacity equal to [1] . 25,000 H.P.
2. At. km. 38,8 of the Golodnaya Steppe Main canal at the head of the distributary which is to feed the Right branch and Tzarevna canals, with possible capacity equal to . . . . . 690 H.P.
3. At Jetty-Say structure (terminal structure of the Golodnaya Steppe Main canal at the head of the Northern canal) with possible capacity of the plant equal to . . . . . 7600 H.P.
4. At km. 61-th of the Central canal at the head of its branch with possible capacity equal to . . 2000 H.P.

[1]) See footnote on p. p. 123 and 124.

случае менее глубоких, сохранен для отвода лишь поверхностных вод, а для отвода фильтрационных вод предположено устройство подземного дренажа с последующим механическим подъемом дренажных вод в поверхностную сеть. Самый дренаж, в соответствии с особенностями почво-грунтов, намечается либо горизонтальный из гончарных труб большого диаметра (от 5" до 18"), либо вертикальный по типу калифорнийских колодцев. Это мероприятие позволило делать все водоотводные каналы значительно менее глубокими и тем самым сильно снизило указанные выше первоначальные затраты на сооружение поверхностной водосборной сети, доведя их до 28—30 рублей на 1 действительно орошенный гектар; стоимость же дренажа, который может потребоваться по прошествии ряда лет после начала эксплоатации и не более чем на 20—25% всей вновь орошаемой площади, в зависимости от характера почво-грунтов и возможного типа дренажной установки, изменяется в круглых цифрах от 115 до 50 рублей на гектар.

Для удаления излишне поданной, неиспользованной и дренажной воды из пределов орошаемого района служат: Тугайные коллекторы, идущие по северной границе Степи и впадающие в реку Сыр-Дарью в 20 км. ниже Чиназского железнодорожного моста, коллектор, принимающий концевые сбросы Центрального рабочего и Южного Магистрального каналов и отводящий эти воды в озеро Туз-Кане и, наконец, упомянутый выше Сардоба-Арнасайский коллектор, отделяющий Северную часть Степи от Центральной и идущий сначала от Джитты — Сай-Каройскому понижению, а затем по Арна-Саю (на границе северо-западной части с Кызыл-Кумскими песками) с выходом к реке Сыр-Дарье немного выше Чардары.

Эти коллекторы, помимо указанных выше концевых сбросов главных каналов, принимают все водосборные каналы системы, а также ряд сбросных каналов, отходящих от различных пунктов рабочих каналов и играющих роль клапанов, через которые происходит разгрузка главных каналов в случае катастроф, а также в случае переполнения вследствие незабора из них воды распределителями по тем или иным причинам хозяйственного порядка.

**Снабжение Голодной Степи гидроэлектрической энергией.**

При разработке новой схемы орошения Голодной Степи одновременно с разрешением чисто ирригационных вопросов была вновь пересмотрена и подверглась изменению схема использования гидравлической энергии как в смысле получения дополнительной, значительной мощности на рабочих каналах, так и в смысле возможной схемы использования гидравлической энергии на Беговатском головном узле сооружений.

В связи с новой схемой подачи воды для орошения Голодной Степи выяснена возможность использования сосредоточенных падений воды в следующих пунктах Голодностепской системы (см. карту схемы орошения Голодной Степи, атлас, лист 7).

1. У Беговатского узла сооружений, на 5-ом километре Голодностепского Магистрального канала при питании последнего посредством начального участка Южного Магистрального канала с возможной мощностью [1]). . . . . 25.000 HP
2. На 38,8 км. Голодностепского Магистрального канала в голове отвода, предназначенного для питания существующей Правой ветви и „Царевны" с возможной мощностью . . . . . 690 HP
3. На Джиты-Сайском узле сооружений (конечный узел Голодностепского Магистрального канала) в голове Северного рабочего канала с возможной мощностью в . . . . . 7.600 HP
4. На 61-м км. Центрального канала в голове ветви последнего с возможной мощностью в . . . . . 2.000 HP
5. На конечном узле ветви Центрального рабочего канала при отходе последнего распределителя с возможной мощностью в . . . . . 390 HP
6. На 48-м километре Южного Магистрального канала в случае устройства соединительной ветви для дополнительного питания системы Голодностепского Магистрального канала (мощность в настоящее время не может быть установлена в виду неизвестности величины дополнительного питания). .

Из всех перечисленных выше возможных мер получения гидроэлектрической энергии для целей удовлетворения общей потребности вновь орошаемого района в проекте выделяются Беговатская и Джиты-Сайская станции, так как остальные в виду сравнительно небольшой мощности, а главным образом, в виду значительности ее колебания в отдельные периоды отнесены на удовлетворения местных нужд в районе их расположения.

Энергией этих двух станций в количестве $184 \times 10^6$ киловатт-часов ($35 \times 10^6$ киловатт часов с Джиты-Сайской и $149 \times 10^6$ киловатт-часов с Беговатской) можно будет, как показали подсчеты, удовлетворить самую острую потребность орошенного района,

[1]) См. выноску на стр. 123 и 124.

5. At the terminal structure of the branch of the Central canal with possible capacity equal to . . 390 H.P.
6. At km. 48-th of the Southern Main canal in a case a contecting branch would be constructed serving for additional feeding of the system of the Golodnaya Steppe Main canal (the capacity can not be determined at present).

Of all above described possible sources of hydroelectric power the Jetty-Say and Begovat plants stand out as capable to supply power for the whole irrigated region; other plants are small and their output is subject to wide fluctuations, wherefore these plants are supposed to supply the power demand in their immediate vicinity only.

The output of these two plants, amounting to $184 \times 10^6$ kilowatt-hours ($35 \times \times 10^6$ k. w. h. from Jetty-Say plant and $149 \times 10^6$ k. w. h. from Begovat plant) is, according to calculations, sufficient to cover only the most urgent demand of the irrigated area, namely the needs of pumping plants for pumping irrigation and for drainage works, cotton-mills, oil-presses, flour-mills and other plants for primary manufacturing of raw materials, as well as domestic needs of settlements.

**The distributaries and ditch network.** The layout of the distributaries and ditch network adopted in the project may be characterized by its uniformity and is so designed as to facilitate and simplify the water rotation and the general take out from distributaries on the average every 550 mtrs and have an average length of about 2.5 km. Every lateral has an area of commandment of 141 hectares, same for all laterals; this area has been termed in this project as „water using unit". On such one unit may be situated either from 25 to 20 individual farms, or it may be included totally into some big agricultural enterprise, representing in this case a convenient subdivision. As every lateral serves the same area of land, the discharge of each lateral is also the same; this discharge has been denoted in this project as „the menagement flow" and has been assumed at 0.065 cu. mtrs per sec., according to data of irrigation practice. In case of need, when, for instance, the whole area of watering unit is occupied by cotton, the discharge of lateral may be largely increased (decreasing the designed freeboard), namely to 0.131 cu. mtrs per sec. in concrete lined canals and to 0.091 cu. m. per sec. in earth canals.

In case of individual farms the distribution of water among water-users is supposed to be organized in such a way that at every given moment the whole discharge of a lateral is being delivered to one water-user only. Such arrangement greatly simplifies the problem of water distribution and reduces to a minimum usual disputes arising on this ground.

According to the adopted scheme of lateral layout, the distributaries are usually commanding the area on both sides and are located at a distance of 4—6 kilometers from each other.

One of the main requirements to be fulfilled in the design of the distributeries and laterals was the prevention of silt deposition; in accordance with this requirement minimum slopes have seen determined for distributaries and laterals, but at which velocities obtained are sufficient to maintain the silt in suspension. The topography of the Golodnaya Steppe being flat, the slopes of the canal determine the hight of embankments; as the earth moving operations for the construction of distributaries and laterals consist chiefly in making embankments, it is evident that a decrease in minimum allowable slope will tend in case of flat topography to the decreased cost of these systems. In order to attain this, it is foreseen in the project to line with concrete some of the distributaries and laterals, for in the concrete lined laterals the allowable slope is 0.00012 instead of 0.0005 for similiar canal with earth bed, this fact being due to diminished roughness. Therefore in many cases the decrease in volume of embankment gives saving in cost, which is more than the additional cost of concreting; in some cases the concrete lined canal are only a little more expensive than earthen ones. Before a final decision is taken ragarding the desirability of concreting the irrigation canals and economies derived therefrom, it is necessary to consider some additional advantages, resultipg from such concreting, namely: a) considerable decrease in current expenses on cleaning the canals of silt deposits and weeds; b) the decrease in the losses of seepage water, resulting in corresponding decrease of the discharges of the closed drains, and, consequently in smaller diameters of these drains, and decreased capital cost of the drainage system and pumping expenses.

а именно, потребность насосных станций для машинного орошения и дренажных установок, хлопко-очистительных и маслобойных заводов, мельниц и прочих предприятий по первичной переработке сырья, а также нужды населенных центров.

**Распределительная и мелкая оросительная сеть.** Характерной в проекте своей типичностью и однообразием является разбивка распределительной и мелкой сети, при которой чрезвычайно облегчается и упрощается применение водооборота на системе и управление ею. По принятой схеме оросители отходят от распределителей в среднем через 550 метров и имеют среднюю длину около 2,5 км. Каждый ороситель командует одной и той же площадью в 141 гектар, названной в проекте „единицей водопользования", на которой могут быть расположены либо индивидуальные хозяйства в количестве 20 или 25 единиц в зависимости от величины надела, или же единица водопользования может входить целиком в состав какого-либо крупного хозяйства, представляя в этом случае очень удобное подразделение всей площади этого хозяйства в сельско-хозяйственном и промышленном отношениях. Так как все оросители снабжают водою одинаковую площадь, то и расход их является одинаковым; этот расход в проекте назван „хозяйственным током" и в соответствии с удобством манипулирования при поливах, согласно данным ирригационной практики, принят равным 0,065 куб. м/сек.; при этом следует отметить, что в случае надобности, например, при монокультуре хлопчатника, на все единице водопользования, принятое сечение оросителя, за счет уменьшения величины превышения верха дамб над горизонтом воды, допускает форсировку расхода и при том в довольно больших пределах: при оставлении оросителей в земляном русле расход может быть форсирован до 0,091 куб. м./сек., а при бетонированных оросителях — до 0,131 к. м./сек.

В случае индивидуальных хозяйств распределение воды между отдельными водопользователями предположено по времени, т.-е. в каждый данный момент весь расход оросителя поступает только одному хозяину. Это крайне упрощает задачу водораспределения и сводит к минимуму обычные споры на почве водораспределения.

Соответственно принятой схемы разбивки оросителей распределители получаются преимущественно двустороннего командования, располагаясь на расстоянии от 4-х до 6-ти километров один от другого.

Основным требованием при проектировании распределителей и оросителей было поставлено, чтобы вновь сооружаемая система не заилялась и в соответствии с этим требованием были установлены предельные уклоны каналов, при которых скорости в них получаются достаточными, чтобы поддерживать содержащиеся в воде наносы во взвешенном состоянии. А так как при плоском рельефе Голодной Степи уклоны каналов определяют высоты дамб, стоимость которых составляет главные затраты по сооружению распределителей и оросителей, то очевидно, что уменьшение минимальных уклонов должно оказать в нашем случае существенное влияние на размер общих затрат по устройству распределительной и оросительной сетей. В силу этого в проекте предусмотрено бетонирование некоторых распределителей и оросителей, так как при бетонированных каналах за счет уменьшения коэффициента шероховатости предельные минимальные уклоны сильно уменьшаются; например, для оросителей при бетонировании русла — минимальный уклон получается равным 0,00012 вместо 0,0005, являющегося для оросителей в земляном русле предельным; благодаря этому во многих случаях экономия от уменьшения объема дамб превосходит стоимость бетонировки, а в некоторых случаях бетонированные каналы обходятся лишь немного дороже земляных. Помимо этого, при решении вопроса о выгодности бетонирования ирригационных каналов учитывались также и другие положительные стороны бетонирования, а именно: значительное сокращение расходов по эксплоатации каналов в смысле их очистки от наносов и сорных трав; уменьшение потерь на фильтрацию из каналов, связанное с уменьшением количества воды, поступающей в закрытые дрены, а следовательно, с уменьшением диаметра последних, стоимости дренажа и эксплоатационных расходов по откачке дренажной воды.

Облицовка оросителей и распределителей предположена из асфальтового бетона, толщиной в 2,5 см. для оросителей и 3,75 см. для распределителей [1]).

[1]) Вопрос о применении асфальтового бетона для облицовки оросительных каналов как в смысле состава бетона и толщины облицовочного слоя, так и в смысле подготовки основания под бетон и методов производства работ в настоящее время подвергается детальному исследованию путем бетонирования каналов на опытно-дренажном участке в Золотой Орде.

Taking all these factors into account, it has been concluded that concrete lining for 20 per cent of distributaries and for 57 per cent of laterals would be economical and rational, this as is accepted in the result of detailed computations for a typical lot equal to 20.000 hectares.

The lining of distributaries and laterals is supposed to consist of bituminous concrete of 2.5 cm. thickness for laterals and 3.75 for distributaries[1]).

**Settlements and roads.** The situation of settlemets, economical centers, roads and railways adopted in the project is closely connected with the adopted layout of distributaries and laterals[2]). In the variant with small individual farms it is proposed to locate farm lots in a continuous row along distributaries, and in such a manner that the settlers having their land-lots along a given lateral would have the farm lots within the limits of a watering unit served by this lateral.

Looking at the map (see atlas, plates 70 — 70-a) one may see that the settlements stretch out along the distributaries and on both sides of them, forming a „strip of life" with special social areas, planned at a distance of about 10 klm. from each other; these social areas include scools, hospitals, stores for agricultural implements, shops and series of other institutions of social and cultural character. Such social area will thus serve as a center of a village the latter being stretched in one line along the distributary instead of having the usual form of a circle or quadrangle.

Then with the adopted layout the distributaries not only serve as a means to transport water to the Steppe, but all vital arteries, such as roads, transmission lines, telephone etc. will be located close and along them. In view of this the adopted type of colonization, represented by „strips of life" has many advantages concerning the intercourse among the water-users, formation of economic associations and facilitation of rapid communication between the oparation personnel and the water-users, which will simplify the whole exploitation of the system.

The roads mentioned above and representing in certain respects something like future life streets, come out together with the distributaries to the main canal along which run main highways and in some cases even a local standard gage railway, connecting the principal administrative and economic centers of the irrigated region with the railway system of the Union.

The vast area of the Golodnaya Stepe with its future busy life and the agriculture producing for the markets, will undoubtedly need big administrative and economic centers, where there could be concentrated the administration of the irrigated region and various commercial and industrial establishments such as cotton mills, flour mills, banks, cooperatives, purchasing offices and stores etc. In view of this, the question of how to lay out most advantageously the future urban centers with their surrounding zones, was included into the list of problems concerning colonization of the new irrigated region. Ii was found that 5 urban centres of one or another size will be needed; this figure has been arrived at assuming that one town with 350 hectares of land is required for every 100,000 hectares of agricultural area.

Three towns are projected for the Northern part of the Golodnaya Steppe and two towns for the Central part.

One of the towns proposed for the Northern part will be situated in the main center of the already irrigated part of the Golodnaya Steppe near the town Mirza-Chul and the station „Golodnaya Steppe" of the Central Asiatic railway; other towns will be located at kim. 58-th and 75-th of the Northern canal at important points where the Tugai and Jetty-Say branches (58-th km.) and Arna-Say and Kizil-Kum branches (75-th km.) take off from the canal.

---

[1]) The acceptability of the bituminous lining for these purposes (regarding preparation, thickness and work methods) is now investigated on the experimental lot at Zolotaya Orda where this material is applied.

[2]) The succeeding lines contain a description of the scheme of organization of the newly irrigated territory in case of settlement by means of individual farms, as this question had been worked out in 1926. At the present time, in connection with the considered utilization of the whole newly irrigated territory of the Golodnaya Steppe for „sovkhozes" and „colkhozes" development, the problem of possible rational ways of organization of the territory is being specially worked out. The results of these studies as it mentioned in the preface together with the statements regarding all economic and financial foundations of the project will be described in the second part.

Детальная проработка вопроса о бетонировании распределителей и оросителей на типовом участке площадью в 20.000 гектар, с учетом всех вышеизложенных факторов, показала, что в условиях Голодной Степи является вполне рациональным и экономически выгодным бетонировать 20% распределителей и 57% оросителей.

**Населенные и хозяйственные центры и дороги.**

В тесной связи с принятой схемой разбивки распределителей и оросителей находится и намеченное по проекту расположение населенных и хозяйственных центров, а также направление дорог и подъездных путей [1]).

В варианте, разработанном применительно к заселению вновь орошаемых земель мелкими индивидуальными хозяйствами, основной чертой всей организации территории является устройство усадеб, идущих непрерывной линией вдоль распределителей и при том таким образом, что все хозяйства, имеющие наделы вдоль какого-нибудь оросителя, имеют и свои усадебные наделы в пределах единицы водопользования, обслуживаемой этим оросителем.

Подобное расположение усадеб, при взгляде на план (см. атлас, листы 70 и 70а) показывает, что вдоль распределителей с той и другой стороны их тянутся поселки, образуя как бы „полосу жизни", с намеченными, примерно, через каждые 10 километров особыми общественными площадями, включающими школу, больницу, склады сельскохозяйственных орудий, торговые магазины и ряд других учреждений общественно-культурного характера. Эти общественные площади являются, таким образом, центром поселков, которые расположены не в виде обычной формы квадрата или круга, а вытянуты в одну линию вдоль распределителя.

Так как при таком расселении распределителей не только подают воду в Степь, но и сосредоточивают около себя все жизненные артерии — вдоль них будут расположены дороги, линия электропередачи, телефон и проч. — то устройство подобных „полос жизни" представляет ряд преимуществ, облегчая общение между водопользователями и объединение их в хозяйственные группы, и, обеспечивая возможность быстрой связи эксплоатационного штата с водопользователями, упрощает всю эксплоатацию системы.

Указанные выше дороги, представляющие собою как бы улицы будущей жизни, вместе с распределителями подходят к главному каналу, вдоль которого располагаются магистральные шоссейные дороги, а в некоторых случаях и подъездной ширококолейный железнодорожный путь, соединяющий главные центры административно-хозяйственной жизни орошаемого района с рельсовой сетью Союза.

Громадная площадь Голодной Степи с будущей интенсивной жизнью и сельским хозяйством, рассчитанным на рынок, безусловно будет нуждаться в крупных административных и торгово-промышленных центрах, где могло бы быть сосредоточено административное управление орошаемым районом и разные торгово-промышленные предприятия, как-то: заводы по первичной переработке хлопка, мельницы, кооперативы, заготовительные организации, кредитные учреждения и проч. В виду этого, при рассмотрении вопроса об освоении вновь орошаемого района, был проработан вопрос о наилучшем местоположении будущих городских центров и площади их обслуживания. Было установлено, что будет иметься надобность в устройстве 5 городских центров той или иной крупности; принято было на 100.000 гектар по одному городу с площадью в 3.500 гектар городской земли.

Три города намечены в Северной части Голодной Степи, а два в Центральной.

Один из городов в Северной части Голодной Степи намечен в месте расположения существующего главного центра орошенной части Голодной Степи близ городе Мирза-Чуля и железнодорожной станции Средне-Азиатской железной дороги Голодная Степь, а два других — на 58-ом и 75-ом км. Северного канала, где сосредоточены главные узлы последнего с отходом на 58-м километре Тугайной и Джитты-Сайской ветвей, а на 75-м километре — Арпа-Сайской и Кызыл-Кумской.

Оба последние города предположено соединить подъездной железно-дорожной веткой, идущей вдоль Северного рабочего канала и примыкающей к первому участку намеченной в проекте магистрали, соединяющей станцию Сыр-Дарьинскую с г. Джизаком.

---

[1]) Здесь приводится описание схемы организации вновь орошаемой территории для случая заселения ее индивидуальными хозяйствами в том виде, как этот вопрос был проработан в 1926 году. В настоящее время, в связи с намеченным использованием всей вновь орошаемой территори Голодной Степи под совхозы и колхозы, специально прорабатывается вопрос о возможных рациональных формах организации территории и в этом случае, и как об этом упомянуто в предисловии, вместе со всеми финансово-экономическими и хозяйственными обоснованиями проекта войдет в состав второй части.

The latter two towns will be connected by local railroad passing along the Northern canal and joining the first division of the trunk railroad Syr-Dariinski — Djisak the construction of which is proposed in the project.

The towns of the Central part of the Steppe will be located along the branch of the Central canal and also will be connected by a local railroad with the first division of the above mentioned trunk-line.

**Fighting the alcalization and water-loging of lands.**

As was already stated above a thoroughful study of measures to be taken to prevent the alkalization and water-logging of newly irrigated areas and to eliminate these phenomena in old lands, constitutes an important feature of the project of irrigation of the Golodnaya Steppe.

The waterlogging as well as alkalization of irrigated lands is caused by the rise of ground waters which takes place during irrigation and which leads to a redistribution of alkalis contained in upper layer of soil and subsoil, between the ground water table and the earth surface.

The alkalization or waterlogging, or both, would not take place in case only when there is come natural outlet for ground waters that are present in the soil, as well as for those percolating from irrigated fields into layers below plant roots, ot else, when recourse is had to special measures against the dangerous rise of ground water table.

There are reasons to apprehend that after the irrigation of a considerable portion of the Golodnaya Steppe, the ground waters, accumulating under the Golodnaya Steppe plateau will have an outlet only, at the western and northern boundaries of that plateau, but that the remaining part, to avoid waterlogging will require artificial means of leading the water away.

The artificial drainage is provided therefore in the project with a pumping of drainage water. The drainage will be made either of covered deep horizontal type consisting of large diameter clay pipes or of vertical type by means of Californian wells.

It ought to be noted here that the drainage installations are to serve only for interception of percolating water and for lowering the ground water table; the surface run-off, as has been already indicated above, will be intercepted by special open ditch watercollecting network; as this network is only for surface run-off and not for drainage water, the canals may be made shallow. Such distribution of functions is the main difference between the watercollecting system of the new project and that of the project of 1914.

**a) Horizontal drainage.**

The horizontal drainage arrangement adopted is of the American type. It consists of deep, large diameter collectors, located widely apart and running at a distance of 50 mtrs from each lateral. The distance between collecting drains is equal to 265 or to 530 meters and each water using unit is served by one or two drains, according to the degree of permeability of the ground.

Collecting drains have a slope of 0.001. In order to decrease excavation each collector consists of two branches, one of which takes off at the beginning of the lateral and the other at the end of it. These branches run to meet each other approximately in the middle of the length of water using unit. As the distributaries are located in the project usually along the slope of the ground surface and the laterals across that slope and having only a slight downgrade from contour lines and as far as one may expect that the general direction of the ground water would coincide approximately with the slope of ground surface, the above mentioned collecting drains must be regarded as intercepting drains. The ground water intercepted by both branches of the collecting drains into a connecting collector, which serves several collecting drains. The connecting collectors similarly to collecting drains, consist of two branches meeting together and having a slope of 0.001. At the point where two branches of the connecting collector meet, the abducing collector starts which takes all the water out towards the distributary. Near the distributary a pumping plant of a capacity which is required according to calculation is arranged; the water if suitable for irrigation may be diverted into the distributary and if unsuitable — into the watercollecting canals. The depth at which collecting drains are laid, varies from 2 mtrs at the beginning to 3.2 mtrs at the middle of the watering unit. The depth of connecting und abducing collectors depends upon the number of collecting

Что же касается городов центральной части, то они располагаются вдоль ветви Центрального рабочего канала и также соединяются подъездным путем с первым участком вышеуказанной магистрали.

**Борьба с засолением и заболачиванием.**

Как уже указывалось выше, существенной частью нового проекта орошения Голодной Степи является подробная разработка вопроса о мероприятиях по предохранению вновь орошаемых земель от заболачивания и засоления, а также по борьбе с этими явлениями в ныне орошаемом районе.

Заболачивание и засоление орошаемых земель обусловливается происходящим во время орошения подъемом грунтовых вод, что, в свою очередь, сказывается в перераспределении солей, содержащихся в верхних слоях почво-грунтов, заключенных между горизонтом грунтовых вод и поверхностью.

Засоление и заболачивание не будет происходить лишь или в том случае, когда имеется свободный отток грунтовых вод, как естественных, так и получающихся от фильтрации из каналов и просачивания ниже корневой зоны растений во время поливов, или в том случае, когда предусмотрены специальные меры для борьбы с опасным подъемом грунтовых вод.

Имеются опасения, что после орошения значительной части Голодной Степи грунтовые воды, скапливающиеся под Голодностепским плато, будут иметь свободный выход только на западной и северной периферии плато, а на остальной части может потребоваться искусственный их отвод. В силу этого проектом предусматривается устройство искусственного дренажа с механическим подъемом дренажной воды либо по типу закрытого горизонтального глубокого дренажа путем укладки гончарных труб большого диаметра, либо по типу вертикального дренажа, путем устройства калифорнийских колодцев.

Здесь следует оговорить, что дренажные устройства предназначаются лишь для для отвода фильтрационных вод; воды же поверхностного стока, как уже указывалось выше, отводятся посредством специальной открытой водосборной сети, представляющей в этом случае сеть неглубоких каналов той или иной пропускной способности. Это разделение функций отвода фильтрационных вод и функций удаления вод поверхностного стока между закрытым дренажем с механическим подъемом дренажной воды и сетью неглубоких канав и каналов.

**а) Горизонтальный дренаж.**

Вариант горизонтального дренажа принят по образцу американской дренажной практики. Он состоит из глубоких, большого диаметра, но редко расположенных собирателей, располагаемых на расстоянии 50 метров вдоль каждого оросителя. Расстояние между дренами-собирателями, в зависимости от степени водопроницаемости грунтов, может быть в 265 или 530 метров и каждая единица водопользования будет обслуживаться одной или двумя дренами.

Собирательные дрены имеют уклон 0.001. В целях уменьшения земляных работ каждый собиратель состоит из двух ветвей, идущих друг другу навстречу, из которых одна начинается у начала оросителя, а другая — у конца его и встречающихся, примерно, на середине длины единицы водопользования. Поскольку распределительные каналы проведены обычно в проекте по уклону местности, а оросители с небольшим отклонением от направления горизонталей и поскольку можно ожидать общего движения грунтовых вод приблизительно параллельно уклону местности, постольку означенные собирательные дрены должны работать, как перехватывающие. Поступающая из обеих ветвей дрен собирателей грунтовая вода поступает в соединительный коллектор, обслуживающий несколько дрен-собирателей. Соединительные коллекторы, как и дрены-собиратели, состоят также из двух отдельных ветвей, закладываемых с уклоном 0.001 и идущих навстречу друг другу. В точке встречи обоих ветвей соединительного коллектора к нему примыкает выводной коллектор, отводящий собранную воду к распределительному каналу (см. атлас, лист 79). Возле распределительного канала устраивается насосная станция требуемой по расчету мощности, и откачиваемая вода может либо поступать в распределитель, в случае ее пригодности для дальнейшего использования в целях орошения, либо отводиться в водосборную сеть в случае ее непригодности. Глубина дрен-собирателей изменяется от 2-х метров в начале их до 3,2 метров в середине длины единицы водопользования. Глубина соединительного и выводного коллекторов зависит от количества дрен-собирателей, объединенных насосной станцией в одну дренажную группу. Диаметр дрен-собирателей изменяется от 5 до 8 дюймов. Диаметры соединительного и выводного коллекторов зависят от числа объединяемых в дренажную

drains combined with a pumping plant into one drainage group. Diameters of collecting drains vary from 5" to 8". Diameters of connecting and abducing collectors depend on the number of collecting drains, combined into one drainage group and are to be determined using the formulae of hydraulics. The size of a drainage group has been selected on the basis of economic considerations, having in view to attain the minimum first cost of a drainage installation and minimum capitalized expenses of its operation; that size is controlled also by the maximum possible depth of excavation, of which are capable the trench excavators, issued to the markes at present time. At such conditions the required capacity of pumping plants fluctuates from 10 to 20 HP.

During the construction work some changes in the general layout may be introduced depending upon the results of test borings, which borings are quite necessary on order to be able to lay the drains in most permeable strata of the subsoil and also in order to reveal the general conditions obtaining in subsoil (the existence and thickness of the impervious layer underlaying the pervious, quicksand, etc.).

The scheme of drainage works described above affords easy access to the pumping plants for their suspection and other needs and makes it possible to serve the pumping plants directly from the main transmission lines, without any additional side lines.

According to this scheme the operation and inspection of pumping plants may be performed with a minimum of personnel. Mechanic who is in charge of a certain number of pumping plants will have to ride, according to the scheme proposed, the minimum amount of kilometers and by the best road, which of course would increase the sphere of action of one mechanic and decrease consequently that part of operation expenses, which depend upon his wages.

The diameter of collecting drains has been computed on the basis of a supposition that one third of water delivered to the fields would get into the drains; beside this the drains make to pass all water percolating through the beds of distributaries and laterals. As it acknowledged in the project that it would be desirable from the economical point of view, to concrete the larger part of laterals, the drains serving lots with concreted canals should have smaller discharge capacities than the corresponding drains serving the earth canals zones. The diameters of connecting and abducing collectors have been calculated to be pass the total discharge of all collecting drains which open into a given collector. The diameters of drains from economical consideration are so selected that the drains are capable to pass during the year all water which flows into them during that period. During the period when intensive waterings take place, the drains will be overloaded and not capable to lead away all the water which should be got of at that moment. This surplus water will be passed during other periods when the irrigation is less intensive or does not take place altogether. Such an arrangement makes the work of the drains more uniform throughout the year. If immediate disposal of all the water flowing into drains were required, the diameters of them would evidently be larger, the cost of drainage substantially higher and the working of drains uneven; during certain times they would perhaps remain entirely dry. Thus in the determination of the design discharge of a drain the leading idea was to increase the loading of a drain and its „coefficient of use" if it may be so called.

During periods of intensive waterings certain rise of ground water over the drainage lines will take place; according to computations this rise will not be great, varying between 15 cm. for zones with concreted canals and 30 cm. for zones with earth canals. A temporary rise of water above drains to such an insignificant height has been considered as not preventing the normal growth of plants, and therefore allowable, especially because it decreases the cost of drainage almost one and half times.

In order to lessen the cost of drainage, it is supposed to mechanize the excavation works, using for that purpose trench excavators capable of digging a narrow trench from 0.45 mtrs to 1 mtr wide. The backfilling will be done also by special machines—backfillers, which follow behind the excavator and fill the drainage trench after the pipe has been laid into it.

Whereas the cost of excavation (provided it would be performed by means of trench excavators) constitutes about 30 per cent of the total cost of the drainage works, the use of trench excavators is therefore a necessary condition to make practicable the described type of drainage.

группу дрен-собирателей и определяются гидравлическим расчетом. Величина дренажной группы подсчитывается на основании экономических соображений с тем, чтобы получить минимум стоимости первоначального устройства дренажной установки и капитализированных эксплоатационных расходов, и корректируется предельной возможной глубиной механической отрывки траншей выпускаемыми в настоящее время на рынок траншейными экскаваторами. При этих условиях потребная мощность насосных станций изменяется от 10 до 20 лошадиных сил.

Во время производства работ должны быть введены еще дополнительные коррективы, в зависимости от результатов пробного бурения вдоль линии дрен, представляющегося совершенно необходимым в целях расположения дрен в наиболее проницаемых пластах, а также выявления других условий подпочвы (наличие и глубина непроницаемого слоя под проницаемым, плывун и проч.).

При этой схеме дренажного устройства осуществляется легкий доступ к насосным станциям для их осмотра и других надобностей и представляется возможным непосредственное обслуживание насосных станций от главных линий электропередачи, без устройства дополнительных ответвлений от таковых.

Обслуживание и наблюдение за работой насосной станции согласно этой схеме, может быть осуществлено с минимумом эксплоатационного штата. Механику, наблюдающему за правильным действием определенного количества насосных станций, при расположении их вдоль распределителей, очевидно придется проехать наименьшее количество километров и при том по наиболее хорошей дороге, что естественно должно расширить возможную сферу действий одного механика и свести к минимуму ложащиеся от стоимости его содержания эксплоатационные расходы.

Диаметр дрен-собирателей расчитан в предположении, что $^1/_3$ воды, вылитой на поля, должна быть ими отведена и, кроме того, дрены должны пропустить еще всю фильтрующуюся из распределительных и оросительных каналов воду. Поскольку бо́льшую часть оросителей по проекту признано желательным из экономических соображений бетонировать, постольку дрены, обслуживающие участки с бетонированными каналами, должны пропускать соответственно меньшие расходы, чем при каналах в земляном русле.

Диаметр соединительных и выводных коллекторов расчитан на отвод суммы расходов обслуживаемых ими дрен-собирателей и из экономических соображений выбран таким образом, чтобы обеспечить удаление в течение года всей поступившей в дрены за этот период воды. Таким образом, в период наиболее интенсивных поливок дрены будут несколько перегружены и не смогут удалить всей воды, подлежащей в данный момент отводу; ее они отведут в период менее интенсивных поливок или в период отсутствия таковых, что создает более равномерную в течение года работу дрен. Если бы задаться требованием немедленного отвода всей поступающей в данный момент в дрены воды, то, очевидно, в этом случае диаметр дрены получился бы больше, а стоимость дренажа дороже; дрены работали бы неравномерно, и в известный период времени, возможно, стояли бы совсем сухими. Таким образом, принятый метод подхода к определению расчетного расхода дрен сводится к тому, чтобы увеличить их загрузку или, иначе говоря, увеличить коэффициент их использования.

Как показали сделанные в проекте подсчеты, подтопление дренажных линий будет выражаться незначительными величинами и колебаться в пределах до 30 см. в случае распределительной и оросительной сети в земляном русле и до 15 см. в случае бетонирования последних. Подобное временное подтопление дрен на столь незначительную глубину ни в какой мере не отражается на благополучном развитии сельско-хозяйственных культур, а, вместе с тем, оно сопровождается понижением стоимости дренажного устройства почти в полтора раза.

В целях удешевления стоимости дренажа отрывку траншей под дрены предположено производить траншейными экскаваторами, допускающими отрывку узкой траншеи шириной от 0.45 до 1 мтр. Укладку дрен и засыпку траншей также предположено производить механически, посредством бекфилеров, идущих вслед за траншейными экскаваторами.

Поскольку стоимость земляных работ при горизонтальном дренаже, даже при условии исполнения их траншейными экскаваторами, составляет около 30% от полной стоимости всего устройства, постольку вопрос о механизации работ является необходимым условием для экономичности описанного типа дренажа.

The second factor influencing considerably the cost of horizontal drainage is the cost of clay pipes. The use of pipes manufactured, for instance, at the Borovich works in Novgorod district involving transportation by rail for a considerable distance with unavoidable breaking of certain percentage of the pipes, would mean an additional expense burdening the cost of drainage. The construction of a special manufacturing plant for making clay pipes is therefore provided in the project, the plant to be situated in the Golodnaya Steppe and to use local raw material — the Golodnaya Steppe loess.

The loess has been tested for this purpose in the loboratories of Leningrad at the time when the project was being prepared and the tests showed that it is possible to use it as a material for manufacturing clay pipe.

Due however to insufficient plasticity of the loess and small difference between the temperature required for burning and the temperature of fusion (1 100° — 1 150°) it was proposed to add Kizil-Kia clay in the amount of 15—25 per cent to the loess. Such an addition increases the plasticity of loess and at the same time increases the difference between the temperatures of burning and fusion. The latter is essential, because in furnaces of existing construction the accuracy of temperature regulation is not less than 20 — 30 degrees. At present availability of the Golodnaya Steppe loess for the manufacture of clay pipes is stated by laboratory experiments. As result, a small brick-yard is built and started to work providing with pipes an experimental drainage land lot (since 1927) near Zolotaya Orda railway station.

The cost of drainage of the type described above is equal to 66.5 roubles per one actually irrigated hectare, upon condition that collecting drains are located 530 meters from each other and that the trenches would not require bracing. Should it be necessary to lay the drains at a distance 2 times shorter, that is 265 mtrs from each other and should the trenches require bracing, the cost of drainage per one net hectare would rise to 115.68 roubles.

Control wells are provided in places where there is a change of diameter or slope, at the turning-points, the distances between manholes being not more than 200 mtrs. Their purpose is to control the flow of water through drains and to help to locate a disorder in case such should occur.

Manholes are arranged where the drains join the connecting collector and when the latter joins the abducing collector.

The variant of horizontal drainage above described represents of course only a scheme. In the project of a typical drainage district on the zone of Tugai branch having an area of 20,320 hectares and in general projects for other portions requiring drainage many variations have been made as compared with the above mentioned scheme, these variations being due to the necessity of having intercepting drains and to other local conditions.

The adopted distances between drains — 530 and 265 mtrs are, of course, only certain average values; in separate, most unfavourable cases, in heavy soils, in the triangle for instance, formed by the Right branch, railroad and former Left branch, it will be necessary to decrease the distance between drains, which may be easily accomplished by means of laying an additional collecting drain at midway between the two normal drains [1]). This will raise the cost of drainage, but on the other hand, heavy soils will not need bracing, which will result in certain economy compensating to some extent the cost of additional drains. Thus the final maximum cost of drainage as shown by estimates for this unfavourable case will not exceed the above mentioned sum of 115.68 rouble.

As may be seen from all said above, the proposed type of horizontal drainage can be adopted to various conditions and permits to change the distansce between the drains in places where such change is required and even within the limits of a single land lot. This and the possibility of extending the drainage over those areas only where it will prove necessary is of great importance, for there are places in the Golodnaya Steppe where only the local drainage will be required.

---

[1]) To the moment when this book is being printed first data have been received regarding the working of the described type of drainage installation arranged on an experimental lot at Zolotaya Orda. These data show that favourable result may be obtained, justifying the original suppositions of the project.

Вторым фактором, существенно влияющим на стоимость горизонтального дренажа, является стоимость гончарных труб. Использование труб, изготовляемых, например, на Боровичском заводе в Новгородской губернии, связанное с необходимостью перевозки их по железной дороге на значительное расстояние и с неизбежным при этом боем части труб, должно было бы лечь отягчающим расходом на стоимость дренажа. Поэтому в проекте предвидено устройство в Голодной Степи специального завода для изготовления дренажных труб из имеющегося под рукой голодностепского лесса.

Произведенное с этой целью в Ленинградских лабораториях изучение голодностепских лессов показало возможность использования его, как материала для дренажных труб. При этом в силу недостаточной пластичности лесса и близости температур, требующихся для его обжига (1.100°) и уже дающих плавление (1.150°), предположена прибавка к лессу кызыл-кийских глин в количестве 10—15%. Эта прибавка увеличивает пластичность лесса, разницу между температурой обжига и температурой плавления. Последнее представляется весьма существенным, так как существующая конструкция обжигательных печей позволяет производить регулировки температуры в разных частях печи с точностью не более, как до 20—30°. В настоящее время вопрос о применении лесса для изготовления дренажных труб уже вышел из стадии исследований в лабораторной обстановке и уже в Голодной Степи близ ст. Сыр-Дарьинской выстроен и работает небольшой завод, снабжающий трубами опытно-дренажный участок, организованный в 1927 г. близ станции Золотая Орда.

Стоимость дренажа описанного типа составляет 66 р. 50 к. на один действительно орошаемый гектар, при условии, что при отрывке дрены-собиратели расположены на расстоянии 530 м. и траншеи не будут требовать крепей. Если дрены-собиратели надо будет располагать в 265 метрах друг от друга и если траншеи будут требовать крепления, то стоимость дренажа на гектар нетто возрастает до 115 р. 68 коп.

В местах перемены диаметра или уклона дрен и на поворотах их и, во всяком случае, не реже, чем через 200 метров устраиваются контрольные колодцы. Их назначение заключается в том, чтобы контролировать протекание воды через дрены и иметь возможность обнаружить место расстройство их действия, если таковое произойдет.

В местах соединения дрены с соединительным коллектором и последнего с выводным коллектором устраиваются смотровые колодцы.

Описанный выше вариант горизонтального дренажа в Голодной Степи является, конечно, только схемой. При проектировании типового участка дренажа в районе Тугайной ветви на площади 20.320 гектар, а равно и при проектировании дренажа на других участках, при сохранении общих основных принципов, был, конечно, допущен ряд отступлений от описанной выше схемы, связанных с необходимостью устройства перехватывающих дрен и учета всех местных условий.

Принятые расстояния между дренами 530 метров и 265 метров также являются, конечно, некоторыми средними величинами. В отдельных, наиболее неблагоприятных случаях, в тяжелых грунтах, например, в треугольнике между Правой ветью, железной дорогой и бывшей Левой ветвью весьма вероятно, придется уменьшить расстояние между дренами, что и может быть легко осуществлено путем прокладки дополнительной собирательной дрены по середине расстояния между основными дренами-собирателями. Это обстоятельство будет увеличивать стоимость дренажа; но зато в тяжелых грунтах не потребуется устройства крепей, и это даст известную экономию, так что в общей сложности, как показали подсчеты, максимальная стоимость всего устройства и в этом случае не превысит вышеприведенной суммы в 115 р. 68 коп. [1]).

Как видно из изложенного, предположенный тип горизонтального дренажа является весьма гибким и допускает изменение расстояний между дренами там, где это потребуется, в пределах даже площади единичного надела. Это последнее обстоятельство, а также возможность устройства дренажа этого типа только на тех площадях, где это окажется необходимым, имеет большое значение, так как в Голодной Степи может встречаться также необходимость устройства дренажа лишь в определенных местах.

---

[1]) К моменту печатания настоящей книги были получены первые результаты действия описываемого типа дренажного устройства осуществленного на опытном участке в Золотой Орде, которые оказались вполне благоприятными и оправдывающими сделанные предположения.

b) Vertical drainage.

The second type of drainage (Californian wells) will be adopted according to the project in such places, where the hydrogeological features are suitable for this method and where pervious underlying strata can be met at a convenient depth. As has been shown by the foreign practice, Californian wells proved very efficient and capable to lower the water table considerably even when the drains were spaced rather far apart. They may be placed 1.6 klm. from one another almost everywhere, excepting localities with heavy subsoils and deliver about 60—80 liters of water per second. When very pervious underlying strata are present, the distance between wells may be increased up to 3 klm., the output of a well increasing correspondingly to 85—100 liters per sec.; in this case the depth of pumping increases also. In case of heavy soils, on the other hand, the distance between wells would decrease to 0.8 klm.

According to foreign experience one Californian well may serve on the average the area of about 250 hectares. Where favourable conditions obtain, the served area may be increased to 600 hectares, the output and depth of pumping increasing correspondingly. The smallest area served by one well at the distance of 0.8 klm. between wells, is equal to about 64 hectares.

In California, as well as in Arizona, Californian wells were installed mainly for the purpose of lowering the ground water level. More than half of their output is, however, utilized as a source of irrigation water. Looked upon from this point of view Californian wells have great advantages if compared with other types of drainage. The experience has shown that a Californian well can supply water continuously throughout the growing season. This is easily explained by the fact that Californian wells derive their supply from a series of layers of extensive thicknes (a few scores of meters) while in other types of drainage the water is being collected from upper 2—4 meters. One may expected therefore, that Californian well would give a more iniform discharge while the supply from horizontal drainage is subject to interruptions.

How efficient would be the work of Californian wells in the Golodnaya Steppe? It will be possible to answer definitely to this question only after the experiments in various parts of the Steppe. At the present time one may judge of it only approximately. The results of the soils and subsoils investigations are favourable and show that the layers from surface to the ground water are pierced in vertical directions by many fissures of various irigin. The presence of these fissures leads to the conclusion that the whole mass of soil and subsoil from the ground surface to the water table is pervious. Two deep holes drilled in various localities of Golodnaya Steppe (one in North-Eastern part, near the Sir-Daria station, the other in Central part, near the former post stage Murza-Rabat) show that the Golodnaya Steppe is underlain by permeable formations of considerable depth. Sections of these holes are hown on the plates VII and VIII, page 16.

American practice did not work out the theory of design of Californian wells; their possible efficiencies, depth of pumping, radii of circles of influence are being determined experimentally for each separate case. An attempt has been made to outline a method for computing the above mentioned elements, due however to lack of data regarding the average values of seepage coefficients of the pervious strata, we cannot solve this problem satisfactorily by means of mere calculations. In the Golodnaya Steppe it will evidently be necessary to use the same experimental method.

It is necessary, however for the estimating purposes to choose some definite types of structure. In view of this there were worked out in the Golodnaya Steppe irrigation project two types of Californian wells; they were designed for the conditions as represented by the two above mentioned drill-holes and assuming the possible conditions as to depth, output, height of pumping etc. For the North-Eastern part there was prepared a design of Californian well, providing casing pipes 40 mtrs long, by 40 cm. diameter a horizontal centrifugal pump of 40 liters per second capacity and 6.5 mtrs lift driven by oil engine 9 HP. The cost of such a well, according to present time prices, has been determined at 9 800 roubles. The area which can be served by one well, is assumed to be equal to 256 gross hectares or 225 actually irrigated hectares; this being the average zone of action as obtained from the actual experience in the Salt-River valley. The distance between wells is equal to 1 600 mtrs, the cost of installation of one well per one net hectare being equal thus to rblss 43.52.

**6) Вертикальный дренаж.**

Второй тип дренажа — калифорнийские колодцы — предполагается применить, согласно проекта, в тех случаях, когда будут иметься соответствующие гидро-геологические условия и, прежде всего, глубокие водопроницаемые, подстилающие пласты. Как показывает иностранный опыт, калифорнийские колодцы оказались весьма эффективными и доказали возможность понижения ими горизонта грунтовых вод при весьма значительных расстояниях между колодцами. За исключением тяжелых подпочв, калифорнийские колодцы могут быть расположены один от другого в расстоянии в 1,6 километра и дают при этом дебет около 60—80 литров в секунду; при наличии же сильно проницаемых подстилающих слоев расстояние между колодцами может доходить до 3-х километров, при соответствующем увеличении глубины откачки и производительности до 85—100 литров в секунду. Наоборот, в случае тяжелых грунтов, расстояние между колодцами может уменьшаться до 0,8 клм.

Таким образом, согласно иностранному опыту, один калифорнийский колодец в средних условиях может обслужить площадь около 250 гектар, а при благоприятных условиях до 600 гектар; минимальная же площадь, обслуживаемая колодцами при расстоянии между колодцами в 0,8 клм составляет около 64 гектар.

Как в Калифорнии, так и в Аризоне, калифорнийские колодцы, поставленные, главным образом, с целью понижения горизонта грунтовых вод, были использованы более, чем в 50% случаев и в качестве источников оросительной воды и с этой точки зрения представляют большие преимущества перед другими способами дренажа. Практика работы калифорнийских колодцев показывает, что они могут давать непрерывно воду в течение всего вегетационного периода; это объясняется тем, что они получают свое питание из мощной, в несколько десятков метров, толщи почво-грунтов, чего мы не имеем в других типах дренажа, собирающих воду лишь из верхних 2—4 метров. Поэтому калифорнийские колодцы дают более равномерный дебет, в то время как при горизонтальном дренаже вполне возможны перерывы.

Об эффективности калифорнийских колодцев в условиях Голодной Степи можно будет судить только после производства опытов в различных районах ее. В настоящее же время к разрешению этого вопроса можно подойти лишь с известным приближением. Имеются благоприятные показания почво-грунтовых исследований, свидетельствующих о том, что слой грунта от поверхности земли до горизонта грунтовых вод сильно пронизан в вертикальном направлении всевозможными ходами, обеспечивающими хорошую проницаемость до уровня грунтовых вод. Две глубокие скважины, заложенные в различных районах Голодной Степи, одна в Северо-Восточной части (около ст. Сыр-Дарьинской), а другая в Центральной (около бывшей почтовой станции Мурза-Рабат) показывают, что под Голодной Степью залегают водопроницаемые пласты достаточной мощности Разрезы этих скважин приведены на таблицах (см. таблицы VII и VIII, стр. 16).

Американская практика не дает теорий расчета калифорнийских колодцев; их возможная эффективность, глубина откачивания и дальность действия кривой депрессии определяются каждый раз опытным путем. Мы пытались дать метод расчета указанных элементов, но, благодаря тому, что остаются неизвестными осредненные коэффициенты фильтраций дренирующих слоев, нет еще возможности путем расчета подойти к разрешению к интересующего нас вопроса. В Голодной Степи придется идти, очевидно, тем же опытным путем.

А так как для сметных соображений необходимо было установить те или иные конкретные конструкции, то в проекте и были разработаны для условий вышеуказанных скважин два типа калифорнийских колодцев, исходя из предельных предположений относительно глубины и отдачи колодца, высоты качания и пр. (см. атлас чертежей, листы 83 и 84). Для условий Северо-Восточной части составлен проект калифорнийского колодца, глубиною 40 метров, диаметром обсадных труб в 40 см., с горизонтальным центробежным насосом и нефтяным двигателем; мощность двигателя при принятой производительности в 40 литр/сек., при высоте качания в 6,5 метров, определилась в 9 лош. сил, а стоимость всего устройства по современным ценам в 9.800 рублей; площадь обслуживания, по аналогии с данными практики для долины Солт-Ривер, принята в 256 валовых или в 225 действительно орошаемых гектар, при расстоянии между колодцами в 1.600 метров; расход от устройства колодца на один гектар нетто определился в 43 р. 52 коп.

При электрификации колодцев, т. е. при замене нефтяных двигателей электромоторами, стоимость всей установки почти не изменяется, но за то, как будет указано ниже, значительно понижаются эксплоатационные расходы.

Electrification of wells, i. e. the replacement of oil engines by electromotors does not perceptibly change but the first cost of installation, as indicated below, reduces considerably the operation expences.

The second type of design has been prepared for the Central part of the Steppe (based on the data of Murza-Rabat drill-hole): the depth of well adopted here is equal to 76 mtrs; the diameter of casing pipes — 40 cm.; the pump is vertical, of turbine type having the capacity of 72.5 liters per second; 9 mtrs lift, with oil engine 22 HP; the cost of such a well has been determined at rbls 20.892; the radjus of action — 1 085 mtrs; the area served by one well — 470 gross hectares or 414 hectares; the cost of installation per one hectare will be equal to rbls 50.46.

Electrification reduces the cost to rbls 18,592, which corresponds to rbls 45 per one net hectare.

**c) Operation espenses.** The operation cost of drainage arrangements depends on their types and capacities. The calculations show the following expenses per one hectare of the area actually irrigated and drained:

| | |
|---|---|
| I. Horizontal drainage installation with pumping: | |
| a) with oil engine actuallis irrigated | Rbls. 10.68 |
| b) with electromotors fed by Jetty-Say or Begovat plant | „ 3.12 |
| II. Vertical drainage installation — Californian wells: | |
| A. For the first type of well 40 m. deep, giving 40 liter/sec. with 6.5 metrs lift: | |
| a) with oil engine | Rbls. 25.13 |
| b) with electromotors fed by Jetty-Say or Begovat plant | „ 9.76 |
| B. For the second type of well 76 m. deep, giving 72.5 liter/sec. with 9 metrs lift: | |
| a) with oil engine | Rbls. 21.13 |
| b) with electromotor fed by Jetty-Say or Begovat plant | „ 8.97 |

As may be seen from above figures the operation expenses ef electrified drainage with power supplied by local hydroelectric plants is materially lower, than in case of installation with oil engine, maintainance of the former is also much more easy because the personnel required is considerably smaller. Will it be possible to electrify the drainage installations? The conditions for that seem to be very favourable, for:

1) The arrangement of a series of hydroelectric plants is foreseen in the project; the biggest of which are the Jetty-Say plant of 7600 HP capacity and the Begovat plant of 25000 HP capacity. One horse power may serve in drainage installations an area of from 21.5 to 40 gross hectares, so that even assuming an incredible case, such when the entire area of the new project (405.850 gross hectares) would require the drainage with mechanical lift, the total power necessary would not exceed 13000 — 16000 HP. This amount may be easily supplied by hydroelectric plants which will be built the Golodnaya Steppe.

2) The Californian wells, as well as pumping plants for horizontal drainage will be situated, according to the project, along the main canals and distributaries, that is along the „strips of life", where usually highways and railroads pass, where farms, social grounds, cotton mills and other industrial plants are located; it is evident that transmission lines for local service should pass also along the mentioned „strips of life" and the supply of power for drainage installations will not be dificult.

3) The power generated at Golodnaya Steppe hydroplants will be, according to the very conservative estimates of the project, very cheap (at the Begovat the cost of one kilowatt-hour will be equal to 0.8 copeks). It will be possible therefore to transmit the power through long distances.

Thus, all conditions are favourable for the adoption in the project of the electro-drainage instalations.

**d) Proposed plan of measures against waterlogging and alkalization.** In the proceeding lines a qualitative and quantitative characteristics have been given of the proposed methods of fighting the waterlogging and alkalization of lands at the conditions which obtain in the Golodnaya Steppe. Using these data a plan of measures for elimination of the above mentioned phenomena has been outlined.

The area of the project, equal to 405,850 gross hectares includes also the lands already waterlogged or spoiled by alkali; these lands comprise 41890 gross hectares in the region of existing irrigation and also the virgin slightly alkalized lands, included into the first stage of works (10650 gross hectares), total — 52540 gross hectares or assuming 0.88 as a factor of lang use — 46235 hectares of land to be actually irrigated. For the reclamation of these lands the drainage of some type will be necessary.

Второй тип колодца установлен для условий Центральной части по данным Мурза-Рабатской скважины; глубина колодца принята в 76 метр., диаметр обсадных труб—40 см., насос вертикальный, турбинного типа, с нефтяным двигателем; мощность двигателя при принятой производительности колодца в 72,5 литр/сек. и высоте качания в 9 метр. определилась в 22 лош. силы, а стоимость всего устройства—20.892 рубля. Радиус действия колодца установлен в 1.085 метр., что дает площадь обслуживания в 470 валовых или 414 действительно орошаемых гектар; расход от устройства колодца на 1 гектар нетто определился в 50 рубл. 46 коп.

При электрификации стоимость колодца понижается до 18.592 рубл., а расход на 1 гектар нетто — до 45 рублей.

**в) Эксплоатационные расходы.** Расходы по эксплоатации дренажных устройств, в зависимости от их типа и производительности, согласно сделанных подсчетов, характеризуются следующими цифрами, отнесенными на 1 гектар площади действительного орошения, обслуживаемой дренажным устройством:

I. Для горизонтального дренажа с механической откачкой дренажной воды:

а) При нефтяных двигателях . . . . . 10 р. 68 к.

б) При электромоторах, получающих энергию от Джиты-Сайской или Беговатской станции 3 р. 12 к.

II. Для вертикального дренажа по типу калифорнийских колодцев:

А. Для колодцев глубиною в 40 метр., производительностью в 40 литр/сек., при высоте качания в 6,5 метр.:

а) При нефтяных двигателях . . . . . 25 р. 13 к.

б) При электромоторах, получающих энергию от Джитты-Сайской или Беговатской станции . . . . . 9 р. 76 к.

Б. Для колодцев глубиною 76 метр., производительностью в 72,5 литр/сек., при высоте качания в 9 метр.:

а) При нефтяных двигателях . . . . . 21 р. 13 к.

б) При электромоторах, получающих энергию от Джиты-Сайской или Беговатской станции . . . . . 8 р. 97 к.

Из приведенных цифр видно, что эксплоатационные расходы для электрифицированного дренажа с использованием энергии от местных гидроэлектрических станций значительно ниже, чем при работе двигателями внутреннего сгорания; вместе с этим очень облегчается обслуживание установок, так как требуется значительно меньший персонал. Но возможно ли в действительности в условиях Голодной Степи электрифицировать дренажные установки? На этот вопрос надо дать благоприятный ответ, так как для этого имеются на лицо, как будто бы, весьма благоприятные условия.

Во-первых, проект предвидит устройство целого ряда гидростанций, из коих наиболее крупными являются Беговатская, мощностью в 25 000 лош. сил, и Джиты-Сайская, мощностью в 7.600 HP. Одной лошадиной силой в дренажных установках можно обслужить от 21,5 до 40 валовых гектар, так что, если даже допустить такой невероятный случай, что потребуется устроить дренаж с механической откачкой на всей площади, захватываемой новым проектом (405.850 валовых гектар), то и тогда общая потребная мощность не превысит 13—16 тысяч лошадиных сил, т. е. легко может быть удовлетворена проектируемыми Голодностепскими гидроэлектрическими станциями.

Во-вторых, согласно проекту, как калифорнийские колодцы, так и насосные установки горизонтального дренажа будут расположены вдоль главных каналов и распределителей, т. е. вдоль полос жизни, по которым проходят обыкновенные и железные дороги, на которых расположены усадьбы поселян, общественные площади, хлопкоочистительные и проч. заводы; очевидно, линии электропередачи для обслуживания местной жизни также будут проложены вдоль указанных линий, а следовательно, снабжение дренажных установок энергией не представит затруднений.

В-третьих, энергия, согласно проектным, весьма осторожным исчислениям, вырабатываемая на Голодностепских гидростанциях, получается очень дешевой (например, на Беговатской станции себестоимость 1 кв. ч. исчислена в 0,8 коп.) и допускает передачу ее на значительное расстояние.

Таким образом, имеются все данные для принятия в проекте электродренажных установок.

**г) Предполагаемый план мероприятий.** Выше была дана качественная и количественная характеристика предположенных в условиях Голодной Степи способов борьбы с заболачиванием и засолением. Наметим теперь возможный конкретный план проведения в жизнь указанных мероприятий, который должен быть принят новым Голодностепским проектом.

The above mentioned lands are situated in the Noth-Eastern part of the Steppe. One may suppose that in that locality the underlying strata are of sandy and gravelly character, that Californian wells might be adopted for drainage purposes; in the estimates, however, in order to be on the safe side, it has been assumed that the bulk of the North-Eastern part, with its heavy soils and subsoils, situated between railroad line and the Right branch and having a total area of 36500 net hectares, will require the deep horizontal drainage (costing rbls 115.68 per one hectare net) with drain spaced 265 mtrs and trench bracing during construction (supposing that the lower part of the trench excavated for placing the drains will be quicksand [1]).

On the remaining area of existing waterlogged and alkali lands (46235—36500 = 9735 net hectares) it is supposed to arrange a vertical drainage system.

Regarding the virgin non-alkali lands the following plan of action has been proposed.

During the first years of irrigation one may not expect that good technic of watering would prevail, as well as good distribution of water. In view of the estimates of the project contrain an item covering the arrangement of drainage in order to prevent the posible waterlogging and partial alkalization of that part of the new project's area where the depth of ground water table is less than 10 mtrs (counting from the ground surface); such a condition obtains on an area of 64867 gross or 57083 net hectares. On the above mentioned area, according to investigations made for that purpose, the menace of waterlogging and partial alkalization may appear not earlier than after 4.5 — 7 years of full irrigation conditions being unfavourable.

Thus the project foreseen expensees for arrangement of drainage of one or another type, covering the total area of 52540 + 64867 = 117407 gross hectares, or 46235 + 57083 = 103318 actually irrigated hectares. In fact this area represents the total amount of lands needing special reclamation, which according to present knowledge are included within the estimates.

Alkalization and waterlogging of other territories of the project, if it will take place at all, and in case if no measures would be taken to reduce the seepage of water through wetted surfaces of earth canals and the percolating irrigation water can be expected not sooner than in 10 or 20 years after the beginning of irrigation, because the natural water table is situated at considerable depth. In these conditions it would be wrong to include into the estimate the expenses for building drainage system while these systems may be wanted only after such a long period of time, or perhaps never and while we do not know exactly what part of the territory considered (407,525 — 103,318 = 304,207 hectares, actually irrigated) would require the drainage. Besides, the methods and costs of drainage works may also undergo substantial changes in so long a period of time.

But if we foresee a most incredible situation, namely that the whole area would require artificial drainage, that natural drainage would not take place anywhere, even at the western and northern outskirts of the Golodnaya Steppe (where the latter adjoin vast regions of low lying lands) even then the expense required to aceomplish a complete drainage of the whole remaining territory by means of Californian wells would not exceed a sum equal 50.46 × 304207 = 15350285 roubles. The unit cost of drainage per one net hectare assumed here, rbls. 50.46, is a maximum calculated on the basis of the present high prices of pipes, pumps, motors etc.

In any case the application of the drainage on a big scale will not be required at once; it will be probably sufficient during the first period to install a few rows of wells, intercepting the ground water flow at such places where more intensive feeding of this flow by waste water of irrigation could be expected.

In the Northern part of the Golodnaya Steppe Californian wells could be located for instance along the Northern canal from the kim. 45 to the kim. 65, in order to intercept the water percolating from the canal. Assuming the average distance between wells at 1.6 kim, it will necessary to install here 13 wells. Along the Jetty-Say branch about 8 wells could be installed on the length of 13 kim., in that part of

[1]) In has been already indicated above that in the case of absence of quicksand and consequent elimination of trench bracing it would be possible to construct for the same price (rbls. 115.68) a deep horizontal drainage installation with drains spaced 132.5 mtrs.

В числе 405.850 валовых гектар, захватываемых новым проектом орошения, входят заболоченные или засоленные земли в районе существующего орошения (около 41.890 гектар брутто), а также легко засоленные девственные земли, включенные в проект первых очередей (10.650 гектар брутто), всего 52 540 валовых гектар или при коэффициенте земельного использования 0,88—46.235 действительно орошенных гектар. Указанные земли главной своей массой расположены в Северо-Восточной части Степи и для мелиорирования их придется применить дренаж в том или ином его виде. Хотя и можно предполагать, что в этом районе имеются песчаные и галечниковые подстилающие слои, обеспечивающие успешность применения калифорнийских колодцев, тем не менее при сметных исчислениях для осторожности мы принимаем, что основной массив Северо-Восточной части с тяжелыми грунтами, расположенный между железной дорогой и Правой ветвью, общей площадью в 36.500 гектар нетто, потребует горизонтального глубокогое дренажа с расстоянием между дренами в 265 метров и с креплением траншей в предположении, что нижняя часть выемки для дрен будет пролегать в плывуне (стоимостью в 115 р. 68 коп. на гектар нетто) [1]).

На остальной площади ныне засоленных или заболоченных земель (46.235—36.500 = = 9.735 гектар нетто) предполагается устройство вертикального дренажа.

По отношению к незасоленным девственным землям, входящим в проект, предлагается следующий план действия.

Так как в первые годы орошения нельзя рассчитывать на хорошую технику полива и хорошо нормированное водораспределение, то в целях осторожности, в смету проекта включено устройство дренажа для предупреждения возможного заболачивания и частичного засоления на той площади, захватываемой новым проектом, где уровень грунтовых вод залегает ныне, до орошения, на глубине менее 10 метров от поверхности земли, т. е. на площади 64.867 валовых или 57.083 действительно орошенных гектар. На последней площади угроза заболачивания и частичного засоления даже при самых худших предположениях может создаться, как показало произведенное исследование, не ранее, чем через 4,5—7 лет после начала полного орошения.

Таким образом, проект предвидит расходы, связанные с проведением дренажных мероприятий того или иного типа на общей площади 52.540 + 64.867 = 117.407 валовых или 46.235 + 57.083 = 103.318 действительно орошенных гектар. Это есть фактически максимальная площадь, которую можно предвидеть для мелиорирования в строительной смете.

Заболачивание и засоление остальных районов в том случае, если эти явления будут иметь место и если не будут приняты меры по уменьшению потерь из каналов и при поливах, могут наступить не ранее, как через 10—20 лет после начала орошения, в виду наличия значительных глубин залегания грунтовых вод в их естественном состоянии. При таком положении дела было бы неправильным в настоящее время включать в смету стоимость мероприятий, которые могут проблематично потребоваться через такой длинный срок после начала орошения на какой-то части всей остающейся площади (407.525 — 103.318 = 304.207 действительно орошенных гектар), тем более, что к тому времени могут подвергнуться существенному изменению как методы дренирования, так и стоимость производства работ.

Но если бы даже предвидеть самый невероятный случай, что дренаж будет нужен на всей площади, что естественное дренирование не будет иметь места ни на какой части территории даже на западной и северной периферии Голодной Степи (где последняя примыкает к обширным районам с пониженным рельефом), то расход, который потребуется для сплошного дренирования калифорнийскими колодцами этой остающейся площади не привысит: 50 р. 46 коп. × 304.207 = 15.350.285 рублей, где 50 р. 46 к. являются максимальной цифрой при современных дорогих расценках труб, насосов и двигателей, падающей на 1 гектар нетто от устройства калифорнийского колодца.

Конечно, такое массовое применение дренажа во всяком случае, не потребуется сразу и весьма вероятно, в первую очередь будет достаточно устроить лишь несколько линий колодцев, перехватывающих грунтовый поток в тех местах, где можно ожидать усиленного питания его после орошения.

В Северной части Голодной Степи можно было бы расположить калифорнийские колодцы вдоль Северного рабочего канала, примерно, между 45 и 65 километрами с целью

---

[1]) Выше указывалось, что за эту же цену можно выполнить горизонтальный глубокий дренаж с расстоянием между дренами в 132,5 метра, но без применения траншей, т. е. при отсутствии плывуна.

the branch where it runs nearly parallel to the Sardoba—Arna-Say collector. Assuming the same spacing, 8 wells could be located on the Arna-Say branch for the protection of the lower lying lands. Eight wells could be installed on the Kizil-Kum branch and 6 wells along the Tugai branch. Thus it would be advisable to locate in the Northern part of the Golodnaya Steppe 43 wells in all. To extend lines of wells westward to Kizil-Kum desert seems purposeless because the ground surface here has a steep natural slope toward the Kizil-Kum and the ground water table probably follows that slope. It seem likewise unnecessary to extend the wells up to the „Kiat" for here also the natural flow should exist.

In the Central part of the Golodnaya Steppe it would be desirable to intercept the water which percolates from the Central canal; for this purpose it would be advisable to drill 38 wells, locating them between kilm. 30 and 90, that is on a length of 60 kim. These wells will collect not only the water percolating from Central canal, but also that water which will flow here from the Southern part of the Steppe, after the latter will be irrigated. On the same purpose will be the wells which are to be put along the branch of the Central canal after this branch turns to the West, that is where it runs almost parallel to the Central canal and at a distance of 8 — 10 klm. from it. Along this stretch of the Branch which is about 20 klm. long 13 wells may be installed. The Central part will thus be served by 51 wells. The western portion of the Central part may be left without wells, for the first period, because it has a pronounced slope towards Tuz-Kane lake.

The total number of wells in the Northern and Central parts would then be equal to 94, situated along working canals, branches and distributaries; the water pumped from these wells may be discharged immediately into the canals along which the wells are located. With a capacity of each well assumed at 65 liters per second, their total output would amount to about 6 cu. mtrs per second. Such a flow of water will suffice for the irrigation of an area of 7000 — 9700 hectares. This area may be regarded as a reserve in case if digressions from the values of the duty of water adopted in the project will take place.

Aside from the wells mentioned above, it is necessary to foresee a disposal of the ground waters which will flow after irrigation into the Sardoba — Arna-Say depression. For this purpose it will be necessary to install about 30 wells along the first 50 klm. of the collector. In case if the inflow of ground waters would be abundant along the Sardoba—Arna-Say depression, a double row of Californian wells may be required in that place. The water from these wells be discharged into the Sardoba—Arna-Say collector at a rate of 2 — 4 cu. mtrs per sec. and together with the water of surface run-off, the amount of which is calculated at 40 cu. mtrs per sec., it may be turned to the irrigation of the Chardara Steppe.

The above mentioned measures, i. e. the installation of 120 — 150 Californian wells are considered as a feasible scheme; however this number perhaps will be sufficient altogether, will require an expenditure chargeable to the newly irrigated lands of the Northern and Central parts and not exceeding 3,000,000 roubles if we assume that one will not cost more than 20,000 roubles.

**Telephone.** In connection with the just outlined general scheme of development the newly irrigated territory, the project foresees the arrangement of a telephone network having as its purpose to facilitate inspection and operation of the irrigation works, as well as to help to carry out various measures concerning the colonization and administrative menagement of the territory. The main telephone lines will be located along the Main canals and their branches, with five central stations to be arranged in five new towns which are to be built in the Golodnaya Steppe according to the project. The telephone system will also connect the newly irrigated region with the city of Tashkent.

Besides this „governmental" service, if one may call it so, the project foresees the private use of telephone system which use will, of course, greatly help the general organization of life in the newly irrigated territory.

**Houses.** The realization of the project will finally result in the peopling of vast expenses of land heretofore lifeless and utilization of these lands for growing various crops, cotton in preference. The whole enterprise must play a responsible part in the general economy of the Union; it is necessary therefore to take

перехватить фильтрационный ток из этого канала. Здесь должно разместиться 13 колодцев, если принять, в среднем, расстояние между ними в 1,6 километра. Вдоль Джиты-Сайской ветви можно было бы разместить на протяжении 13 километров около 8 колодцев в той ее части, где она имеет направление, близкое к параллельному по отношению к Сардоба-Арнасайскому коллектору. По этим же соображениям для ограждения ниже лежащих земель можно было бы расположить на Арнасайской ветви 8 колодцев, на Кызыл-Кумской — 8 колодцев и на Тугайной ветви — 6 колодцев. Таким образом, в Северной части Голодной Степи во вновь орошаемом районе следовало бы всего разместить 43 колодца. Доводить колодцы на запад до Кызыл-Кумов как будто не имеет смысла, потому что здесь имеется крутой естественный уклон местности и весьма вероятен отток грунтовых вод по направлению к Кызыл-Кумам. До обрыва кията тоже как будто не следовало бы доводить линий колодцев, так как здесь должен быть обеспечен естественный сток.

В Центральной части Голодной Степи, возможно, потребовалось бы перехватить фильтрационную воду из Центрального рабочего канала и с этой целью между 30 и 90 километрами, т. е. на длине в 60 километров, следовало бы заложить 38 колодцев. Эти колодцы будут собирать не только фильтрующуюся воду из Центрального канала, но также и ту воду, которая будет стекать сюда после орошения Южной части Степи. Такое же назначение должны осуществлять колодцы, закладываемые вдоль ветви Центрального канала после ее поворота на запад, т. е. там, где она проходит почти параллельно Центральному каналу в 8 — 10 километрах от него. На этом участке ветви, длиною около 20 километров, можно расположить 13 колодцев. Таким образом, Центральная часть будеть обслужена 51 колодцем. Западный край Центральной части, как имеющий сильный склон к озеру Туз-Кане, можно оставить в первую очередь без колодцев.

Следовательно, всего в Северной и Центральной частях, вдоль рабочих каналов и ветвей будет расположено 94 колодца, которые могут подавать откаченную воду непосредственно в те водопроводящие артерии, вдоль которых они расположены. При производительности каждого колодца в 65 литр сек., их общий дебет составит около 6 куб. метр/сек. Этого количества воды должно хватить для орошения площади 7.000—9.700 гектар и она может пойти в запас, если в жизни будут происходить отступления от принятой в проекте расчетных величин гидромодуля.

Кроме указанных выше колодцев, следует еще предусмотреть отвод тех грунтовых вод, которые стекут после орошения в Сардоба-Арнасайское понижение. С этой целью вдоль линии коллектора на первых 50 километрах его длины нужно будет расположить около 30 колодцев; при чем здесь, в случае обильного притока грунтовых вод, может потребоваться устройство двойной линии калифорнийских колодцев по обе стороны от коллектора. Вода из колодца будет отводиться в Сардоба-Арнасайский коллектор в количестве от 2 до 4 куб. метр. в сек. и вместе с водами поверхностного стока, исчисленными по проекту в нормальных условиях в размере 40 куб. метров в сек., может поступать на орошение Чардаринской Степи.

Эти мероприятия, т. е. сооружения 120—150 калифорнийских колодцев, указанные лишь как возможная схема, осуществлением которой, может быть, удастся ограничиться и вообще, вызовут расход для вновь орошаемых земель Северной и Центральной частей не свыше 3.000.000 рублей, если исходить из предельной стоимомости одного колодца в 20.000 рублей.

**Телефон.**

В связи с намеченной таким образом общей схемой будущей организации вновь орошаемой территории, в целях осуществления удобного и легкого управления и наблюдения за водным хозяйством, а также для успешного и своевременного проведения различных мероприятий, связанных с освоением и административным управлением края, проектом предусматривается устройство телефонной сети с продолжением главных магистральных линий вдоль магистральных и рабочих каналов и их ветвей, с устройством узловых станций в 5 вновь проектируемых городах и с соединением вновь орошаемого района с городом Ташкентом.

На ряду с этой, так сказать, правительственной службой телефонной сети, проектом предусматривается также и использование ее для частных сношений будущего населения, что, конечно, явится очень существенным фактором в деле общей организации и устроения жизни во вновь орошаемом районе.

into consideration all factors which may increase and safeguard its efficience. There is no doubt that the success and efficiency of the system will be considerably increased in case if it will be operated by a permanent staff personnel not only experienced but possessing also the knowledge of local conditions and accustomed to the system. This personnel must consist, as much as possible, of permanent workers. Every effort therefore ought to be made to make the place attractive for the men and this may be greatly facilitated by creating good living conditions at which noxious influences of climate and locality would have been reduced to a minimum. The service, as a principle, must be a long-termed one; therefore it is necessary to take advantage of very possible way to increase the quality and good arrangement of lodgings for the employes. It is necessary to take into account also that illness and loss of capacity for work, even be it temporary, will have a strong influence upon the performance of the whole irrigation system and will lower its output. All this induced the authors of the project to pay a considerable attention to the working out of typical designs of rational and economical dwelling houses, as well as of auxiliary, cultural and educational building (see atlas, plates 108, 109, 110, 111, 112). The possibility to use for operation personnel the houses built for the construction staff with resulting saving, almos equal to the total cost of provisional construction camp building, has been also considered. In the vicinity of the Begovat structures, where a considerable amount of work will be concentrated, the workers camp and administrative town have been projected, the latter being of permanent type with a view to their subsequent utilization as dwellings for personnel operating the headworks.

**Afforestation.** In order to further improve the living and working conditions of the settlers in the newly irrigated region, aside from creating (as mentioned above) of favourable conditions concerning the dwellings, the project foresees the planting of trees in populated places, converting them into garden-villages and garden-towns and also along the roads, canals and the western boundary of the irrigated territory, creating roadside strips and protective hedges which, aside from their purely cultural importance, have some special purposes. The tract of forest, for instance, which it is proposed to plant in a broad strip along the western border of the Golodnaya Steppe must serve as a measure, reducing the pernicious influence of the Kizil-Kum sands; this influence shows itself in partial moving of sands into irrigated lands and in causing winds of western direction which are locally called „harmsils"; these winds after passing over vast areas of heated sands become extremely dry, hot and are spreading over the whole territory to be irrigated masses of very fine dust, creating thus very unfavourable conditions for the cultivated crops. The planting of trees along the roads and on borrow-pits of canals has first of all the purpose of extracting the excess moisture from said borrow-pits, preventing thus all the desirable consequences, which are caused by the water accumulating in the depressions of the ground surface as, for instance, waterlogging, efflorescences of salts, growth of weeds, etc. Except this the trees planted along the canals and separating the latter from roads will prevent the possible use of canal embankments as roads and protect the mentioned embankments from destruction or injuries which may be caused by cattle driven over the roads.

Alongside with these special purposes the afforestation has in view the creation of a supply of lumber for the needs of the settlers, the use of wood for this purpose must be so arranged however as not to impair the protective value of tree plantings.

**Works to be undertaken in the first turn and their estimated cost.** It is proposed to irrigate in the first turn the 463050 gross hectares of land situated in the region of the Main Golodnaya Steppe canal.

As 57200 [1]) hectares out of this area are being already irrigated at the present time, the new area to be served by the projected Golodnaya Steppe Main canal and located in the Northern and Central parts of the Steppe will be equal to 463050 — 57200 = 405850 hectarers.

---

[1]) This figure is based on the data for the year 1925 — 1926. In 1929 the total irrigated area has increased to 70.000 gross hectares.

**Гражданские сооружения.**

В конечном итоге, при осуществлении проекта ожидается заселение громадных, доныне мертвых пространств с использованием их под посевы различных культур и, главным образом, хлопчатника. Вся система должна выполнить ответственную роль в хозяйственной жизни Союза и потому необходимо учитывать все факторы, усиливающие и обеспечивающие ее производительность. Нет сомнения, что успешность и продуктивность системы значительно увеличатся, если она будет обслуживаться постоянным составом работников не только опытных, но и знающих местные условия, сжившихся с системой. Этот персонал должен, по возможности, не меняться. Поэтому все стремления должны быть направлены к его прикреплению, а это будет легче всего сделать, если весь персонал будет поставлен в хорошие условия существования, при которых вредные влияния климата и местности будут сведены до минимума и будут предвидены все мероприятия, способствующие поднятию благоустройства жилищ служащих. Надо иметь также в виду, что заболеваемость и утрата трудоспособности, даже временные, будут сильно отражаться на работе всей системы орошения и понижать ее продукцию. Все это, а также то обстоятельство, что использованием в период строительства зданий, предназначенных для служащих по эксплоатации, возможно без какого-либо ущерба съэкономить почти всю стоимость временных жилищ, нужных для служащих постройки, привело к тому, что в проекте было уделено достаточно внимания разработке ряда рациональных и экономически выгодных типовых проектов жилых домов и вспомогательных и культурно-просветительных зданий (см. атлас, листы 108, 109, 110, 111 и 112). Кроме того, в районе Беговатского узла сооружений, где сосредоточено довольно значительное количество работ, запроектированы здания рабочего поселка и административного городка, при чем последние постоянного типа, с использованием их после окончания постройки для размещения эксплоатационного штата, обслуживающего головной узел.

**Лесонасаждения.**

В целях дальнейшего улучшения условий жизни и работы во вновь орошаемом районе, помимо создания указанных выше благоприятных жилищных условий, проектом предусматривается создание в пределах орошаемого района, древесных насаждений как в населенных пунктах с превращением их в поселки-сады и города-сады, так и вдоль дорог каналов и западной границы орошаемого района, в виде придорожных полос и защитных изгородей, которые, помимо своего чисто культурного значения, имеют еще и специальные цели. Так, лесонасаждение, предположенное в виде широкой полосы, идущей на западной границе Голодной Степи, должно явиться мероприятием, ослабляющим вредное влияние Кызыл-Кумских песков, выражающееся, с одной стороны, в частичном надвигании песков на культурные земли, а с другой — в образовании так называемых гармсилей, западных ветров, распространяющих по всему орошаемому району тонкую пыль и отличающихся, вследствие прохождения их над большими пространствами раскаленных песков, весьма высокой температурой, исключительной сухостью и оказывающих иногда весьма неблагоприятное действие на сельско-хозяйственные культуры. Насаждения вдоль дорог по резервам каналов, ветвей и распределителей преследуют, прежде всего, цель осушения резервов и предотвращения всех неприятных последствий, происходящих от скопления в последних воды и заключающихся в заболачивании этих мест, в выступе солей, в развитии сорной растительности и проч. Кроме того, эти насаждения, идущие вдоль каналов и отделяющие последние от дороги, будут предохранять дамбы от разрушений скотом, прогоняемым по дорогам, а также препятствовать непредусмотренному использованию дамб для проезда.

Попутно с этими специальными назначениями, лесонасаждением преследуется также и цель возможного использования древесины для удовлетворения потребностей вновь орошаемого района, при непременном и строгом наблюдении, чтобы это совершенно не отразилось на защитном значении насаждений.

**Работы первых очередей и их сметная стоимость.**

В первую очередь предположено осуществить орошение земель, лежащих в районе Голодностепского Магистрального канала с валовой площадью 463.050 гектар.

При этом, так как 57.200 [1]) гектар из этой площади орошаются в настоящее время, то, следовательно, после сооружения системы Голодностепского Магистрального канала

---

[1]) Эта цифра относится к данным за 1925—1926 год и к 1929 году общая площадь орошения возросла до 70.000 валовых гектар.

The cost of the works of the first stage of the programme according to the preliminary estimate (see appendix) will amount to rbls 114.500.000 and will consist of the following items:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. Headworks | | Rbls. | 6,950,841 |
| 2. Main canals: | | | |
| a) Golodnaya Steppe Main canal | Rbls. 10,460,322 | | |
| b) Northern canal | 4,388,402 | | |
| c) Central canal | 5,790,279 | | |
| Total | | Rbls. | 20,645,003 |
| 3. Distributaries | | „ | 15,288,244 |
| 4. Small canals and ditches | | „ | 12,075,174 |
| 5. Water collectors, wasteways and drainage | | „ | 19,209,939 |
| 6. Structures on canals | | „ | 20,385,075 |
| 7. Buildings | | „ | 10,599,222 |
| 8. Telephone | | „ | 902,133 |
| | Total | Rbls. | 106,055,631 |
| 9. Location sf canals, layout of structures, working drawings étc. | | Rbls. | 530,278 |
| 10. General expenses | | „ | 7,848,117 |
| Grand total: | | Rbls. | 114,434,026 |
| or round | | „ | 114,434,000 |

The cost per one actually irrigated hectare calculated on the basis of the above estimate and assuming the value of land-use factor at 0.88 will be equal to:

$$\frac{114,434,000}{405,850 \times 0,88} = \text{rbls. } 320.41$$

The computation of costs of various separate structures hat been made on the basis of list of current prices for materials and labor, published by the office of the Tashkent Dictrict Engineer for the years 1925 — 1927. For the materials which are to be used on a large scale, the local prices (for the same years) have been taken, that is the price of a given material in a locality where this material will supposedly be stocked. Transportation expenses have been also taken into account.

The standards of output have been taken from the acting Code of construction works standards with corresponding corrective coefficients.

The unit costs of mass works, which will be mechanized and the costs of those works which are not contained in the Code, have been assumed on the basis of up-to-date practice and taking into account the local conditions.

As regards the technical side of the enterprise, the project may be completed in three years (the time necessary for preliminary works not included into this period). Actually the time of its completion will depend on the amount of annual appropriation of money and on the general march of works.

The economical side of the enterprise will be discussed in detail in the second part of this book to be issued later; here we will indicate only that the irrigation of new area covering 405.850 gross hectares (the first stage of the programme) will create the following additional amount of raw cotton:

| | | | |
|---|---|---|---|
| a) at the average yield equal to 60 [1]) | poods per one ha | 12.8 | millions of poods |
| b) „ „ „ „ „ | 70 „ „ | 15.0 | „ „ „ |
| c) „ „ „ „ „ | 80 „ „ | 17.0 | „ „ „ |

Let us consider the whole project as an enterprise created for the sole purpose of producing cotton and let us assume that the cotton which will be cultivated on the new irrigation lands will serve as the only source for refunding the total cost of the project.

Assuming it as equal to rbls 114.434.000 (as shown above) and taking an ammortization period of 40 years corresponding to charges on the capital at 6.6 per cent per annum, we will have the following annual expenses for refunding the capital cost and paying the interest:

$$\frac{114,434,000 \times 6.6}{100} = 7,552,644 \text{ roubles.}$$

[1]) On the areas of the Golodnaya Steppe irrigated now by a poorly built system the yield per hectare reaches for some years as higt a value as 90 poods (for the period from 1925 to 1927).

валовая площадь вновь орошенных земель, лежащих в Северной и Центральной частях Голодной Степи, составит 463.050—57.200 = 405.850 гектар.

Стоимость работ первой очереди, согласно предварительной сметы, проводимой в приложении, выражается в сумме 114½ миллионов рублей и составляется таким образом:

| | | |
|---|---|---|
| 1. Стоимость головных сооружений . . . . . | 6.950.841 | руб. |
| 2. Стоимость главных каналов . . . . . | | |
| а) Голодностепского Магистрального канала . | 10.466.322 | |
| б) Северного рабочего канала . . . . . | 4.388.402 | |
| в) Центрального рабочего канала . . . . . | 5.790.279 | |
| | 20.645.003 | руб. |
| 3. Стоимость распределительной сети: . . . . . | 15.288.244 | „ |
| 4. Стоимость мелкой оросительной сети: . . . . . | 12.075.174 | „ |
| 5. Стоимость водосборной, сбросной и дренажной сети . . | 19.209.939 | „ |
| 6. Стоимость искусственных сооружений . . . . . | 20.385.075 | „ |
| 7. Стоимость гражданских сооружений . . . . . | 10.599.222 | „ |
| 8. Стоимость телефонной сети . . . . . | 902.133 | „ |
| Итого . . . . . | 106.055.631 | руб. |
| 9. Трассировка каналов и разбивка сооружений, составление рабочих чертежей и проч. . . . . | 530.278 | „ |
| 10. Общие расходы . . . . . | 7.848.117 | „ |
| Всего . . . . . | 114.434.026 | руб. |
| кругло . . . . . | 114.434.000 | „ |

Относя полученную сумму стоимости первоочередных работ на 1 гектар площади действительного орошения и принимая коэффициент земельного использования равным 0,88, получим $\frac{114.434.000}{405.850 \times 0{,}88} = 320$ р. 41 коп.

При исчислении стоимости отдельных сооружений, расценки на рабочую силу и материалы взяты по справочным ценам Управления Ташкентского Областного Инженера за 1925—1927 гг., цены на материалы массового потребления взяты по ценам мест заготовок (за тот же год), но с учетом накладных расходов по доставке их к месту работ.

Что же касается норм выработки, то таковые взяты на основании действующего Урочного Положения с введением соответствующих поправочных коэффициентов.

Расценки на работы массового характера, производство которых предположено механизировать, и на работы, непредусмотренные Урочным Положением, взяты на основании данных современной практики, но с учетом местных Голодностепских условий.

Проект с технической точки зрения, после выполнения всех подготовительных мероприятий и, главным образом, приобретения заграничного оборудования, может быть исполнен за 3 года; фактический же срок его осуществления будет зависеть от общего темпа работ и размера ежегодных ассигнований.

Экономическая сторона всего предприятия подробно будет освещена в намечающейся второй части настоящей книги. Здесь же мы отметим только, что проект первых очередей, захватывающий 405.850 валовых, вновь орошаемых гектар, обеспечит Союзу дополнительное производство хлопка-сырца:

| | | | |
|---|---|---|---|
| а) при среднем урожае в 60[1]) пуд. с гектара . . . . . | 12,8 | милл. | пудов |
| б) „ „ „ в 70 „ „ „ . . . . . | 15,0 | „ | „ |
| в) „ „ „ в 80 „ „ „ . . . . . | 17,0 | „ | „ |

Рассматривая далее весь проект, как предприятие, создаваемое только с одной целью производства хлопчатника, и считая, что вся определенная выше стоимость должна быть оправдана хлопком, который поступит с вновь орошаемой площади, согласно произведенных подсчетов, получаются следующие цифры.

Беря вышеуказанную стоимость всего ирригационного предприятия в 114.434.000 руб. и считая, что полная амортизация всех устройств должна быть произведена в течение 40 лет, что, при капитализации из 6 процентов годовых и при 0,6% на амортизацию, равносильно ежегодному расходу в размере 6,6% от суммы первоначальных затрат, получаем, что ежегодный расход на восстановление стоимости и оплату процентов по капиталу будет: $\frac{114.434.000 \times 6{,}6}{100} = 7.552.644$ рубля.

[1]) В современной совершенно неблагоустроенной орошенной части Голодной Степи средний урожай доходит в некоторые годы до 90 пудов с гектара (за период с 1925—1927 г).

The enterprise will give annually from 12.8 to 17 millions of poods of raw cotton; the cost of building the irrigation system, calculated as annual charge per one pood of raw cotton produced will be from $\frac{7,552,644}{12,800,000}$ = rbls 0.59 to $\frac{7,552,644}{17,000,000}$ = rbls 0.45. At the present price of raw cotton equal to rbls 4.50 per the above mentioned annual charge will constitute from 13.4 to 10 per cent of the cost of raw cotton.

Except the works described in the preceding lines, the project recommends that the following measures be undertaken simultaneously with other works of the first part of the programme: a) construction of temporary pumping plant at Sarman; this plant could shorten, if it would be necessary, the time needed for the completion of the works on the Golodnaya Steppe Main canal, by allowing to use longer periods of closing of that canal; except this, the plant could deliver water for the irrigation of new areas (up to about 15 000 hectares) during the first years of construction period; after the completion of the Golodnaya Steppe Main canal the pumps and motors of this plant could be used by the „Sredasvodkhoz" (Central Asiatic Water Economy Department) elsewhere; b) construction of the Jetty-Say hydroelectric plant of 7 600 HP capacity; c) installation of two small electrically operated pumping plants, which could deliver the water from the Golodnaya Steppe Main canal to the South-Eastern part of the Steppe for the irrigation of an area of 27 350 gross hectares.

All these works would involve the following additional expenses:

| | | |
|---|---|---|
| a) Construction of the temporary pumping plant (oil or steam engine driven) at Sarman . . . . . | Rbls. | 1,160,236 |
| b) Construction of the Jetty-Say hydroelectric plant . . . . . | Rbls. | 2,916,960 |
| c) Construction of two electrically driven pumping plant and of transmission line to them from the Jetty-Say plant . . . | Rbls. | 865,544 |
| Total . . . . | Rbls. | 4,942,740 |
| d) Layout of the structures, preparation of working drawings etc . . . . . | Rbls. | 24,714 |
| e) General expenses . . . . . | Rbls. | 365,763 |
| Grand total . . . | Rbls. | 5,333,217 |

The two above mentioned pumping plants operated by the power transmitted from the Jetty-Say hydroelectric plant, would permit to irrigate at reasonable cost the above mentioned additional area of 27 350 gross hectares. The quantity of water necessary for the irrigation of that area does not exceed 15 cu. mtrs per sec. This amount may be obtained by passing the corresponding additional discharge about 40 cub. m. per sec thorough the Golodnaya Steppe Main canal up to the pumping plants. This additional amount of water may be drawn also from the possible surpluses which may result in the system of the Golodnaya Steppe Main canal as a consequence of the pumping of drainage water into the canals.

In addition it is necessary to indicate that the cost of the Jetty-Say hydroplant, amounting to rbls 2,916,960 must not be charged exclusively to the additional (with relation to the area of 405,850 hect.) area of 27 350 hect., because only a part of the hydroplant output will be delivered to the pumping plants mentioned above; the rest of the power will be consumed by the industry and population and may be used also for the driving of drainage pumps, lowering thus the operation expenses. Of course after the completion of the Southern canal, the South-Eastern part of the Steppe will be irrigated by gravity from that canal.

In case the above mentioned structures will be included into the first stages of the programme, the cost of these first stage works would increase to rbls = = 114,434,026 + 5,233,217 = 119,667,243 or in round figures rbls 119,667,000; the total area which could possibly be irrigated from the Golodnaya Steppe Main canal would then be equal to 405,850 + 57,200 + 27,350 = 490,400 hectares (57,200 hectares is the gross area irrigated at the present time).

In this case thea corresponding figures for the annual output of the raw cotton (from the whole area) would be equal to:

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| at the average yield of 60 poods pere one ha | | | | | | | | 15.5 | millions of pood | | | |
| " | " | " | " | " | 70 | " | " | " | " | 18.1 | " | " |
| " | " | " | " | " | 80 | " | " | " | " | 20.7 | " | " |

Ежегодно с предприятия будет получаться от 12,8 до 17 миллионов пудов хлопка-сырца, следовательно, на каждый пуд хлопка-сырца будет падать расход от сооружения ирригационной системы от $\frac{7.552.664 \text{ р.}}{12.800.000} = 59$ коп до $\frac{7.552.664 \text{ р.}}{17.000.000} = 45$ коп., составляя, при современной цене хлопка-сырца в 4 р. 50 коп. за пуд, от 13,4% до 10%.

Помимо вышеуказанных работ, проект выдвигает в качестве желательных мероприятий первых очередей: а) устройство Сарманской временной насосной станции, которая могла бы позволить ускорить, в случае надобности, срок производства работ по Голодностепскому каналу, удлиняя периоды закрытия канала; могла бы дать воду для орошения новой площади (примерно, до 15.000 гектар) в первые же годы приступа к осуществлению Голодностепского канала и, наконец, в будущем, после сооружения указанного канала, могла бы быть использована (в части двигателей и насосов) для других целей Средазводхоза; б) устройство Джиты-Сайской гидроэлектрической станции мощностью в 7.600 HP и в) устройство двух электронасосных станций, могущих подать воду из Голодностепского Магистрального канала в Юго-Восточный район Степи, на площадь в 27.350 валовых гектар.

На производство всех этих дополнительных работ, согласно помещаемой ниже сметы, требуется:

| | |
|---|---|
| а) На устройство Сарманской временной тепловой насосной станции | 1.160.236 р. |
| б) На устройство Джиты-Сайской гидроэлектрической станции | 2.916.960 р. |
| в) На устройство 2 электронасосных станций с электропередачей к ним от Джиты-Сайской станции | 865.544 р. |
| Итого | 4.942.740 р. |
| г) Разбивка сооружений, составление рабочих чертежей и проч. | 24.714 р. |
| д) Общие расходы | 365.763 р. |
| Всего | 5.333.217 р. |

Указанные две электронасосные станции, питаемые энергией, получаемой из Джиты-Сайской гидроэлектрической станции, могут дать полную экономическую возможность приобщить к орошению первой очереди и вышеуказанную площадь в 27.350 валовых гектар. Вода, необходимая для орошения этой площади в количестве не более 15 куб. метр./сек., может быть получена или путем дополнительного изъятия этого количества воды из реки и пропуском ее к насосным станциям по Голодностепскому Магистральному каналу, допускающему форсировку до 40 куб. метр. в сек., или за счет тех избытков воды, которые должны получиться в системе Голодностепского Магистрального канала, в связи с применением дренажа с механической откачкой дренажной воды в водопроводящую сеть.

Здесь следует указать, что стоимость Джитты-Сайской гидростанции, исчисленная в 2.916.960 рублей, не должна лечь полностью на дополнительную (к площади в 405.850 валовых гектар) площадь в 27.350 валовых гектар, так как гидростанция только часть своей энергии будет отдавать на упомянутые выше электронасосные станции, а остальная энергия пойдет на удовлетворение нужд промышленности и населения, а также может пойти на питание дренажных насосных установок и удешевить их эксплоатацию. Кроме того, после проведения Южного канала, Юго-Восточная часть Степи перейдет, конечно, на самотечное орошение из этого канала.

Если признать указанные сооружения первоочередными, то общая стоимость первоочередных работ возрастает до 114.434.026 рублей + 5.233.217 рублей = 119.667.243 рубля, кругло до 119.667.000 рубл., а общая площадь возможного орошения из Голодностепского Магистрального канала до 405.850 + 57.200 + 27.350 = 490.400 гектар, где 57.200 есть валовая площадь, ныне орошаемая.

В этом случае, общий ежегодный сбор хлопка-сырца со всей площади выразится

| | |
|---|---|
| а) при среднем урожае в 60 пуд. | 15,5 милл. пуд. |
| б) „ „ „ „ 70 „ | 18,1 „ „ |
| в) „ „ „ „ 80 „ | 20,7 „ „ |

При указанных выше сроке амортизации и величине процента на затраченный капитал, получим, что ежегодный расход от сооружений системы, приходящийся на 1 пуд хлопка-сырца, будет изменятся: от $\frac{119.667.000 \times 6,6}{100 \times 15.500.000} = 50$ коп. до $\frac{119.667.000 \times 6,6}{100 \times 20.700.000} = 38,2$ коп., что составит, при современной цене хлопка-сырца 4 рубля 50 коп. за пуд, от 11,1% до 8,5%.

Assuming the mentioned above values fo the amortization period and interest charges, we will have that the annual cost of irrigation system, referred to one pood of raw cotton will rang in the following limits:

$$\text{from } \frac{119{,}667{,}000 \times 6.6}{100 \times 15{,}500{,}000} = \text{rbls } 0.50 \text{ to } \frac{119{,}667{,}000 \times 6.6}{100 \times 20{,}700{,}000} = \text{rbls } 0.382$$

These costs constitute from 11.1 to 8.5 per cent of the present time price of one pood of raw cotton, which is equal to rbls 4.50.

## SUMMARIZED ESTIMATE

of cost of the construction of the irrigation system for 405,850 gross hectares of new lands.

Total of the estimate Rbls. 114, 434,000.

| Paragraph of the estimate | Division of the estimate | Utem of the division | Description of the work | Cost in roubles |
|---|---|---|---|---|
| | | | Division I. Right of way. | |
| 1 | I | 1 | For the Begovat diversion structures the area needed amounting to about 100 hectares . . . . . | — |
| | | | Division II. The Begovat diversion. | |
| 2 | II | 1 | The Begovat diversion weir . . . . . | 5,993,529 |

## R e m a r k s

### General notes.

1. This estimate embraces the expenses for the development of the first turns of the irrigation works.

By means of these works the existing irrigated area in the Golodnaya Steppe will be increased by 405.850 gross or 357.148 net hectares.

The cost of additional works necessary for the construction of hydroelectric and pumping plants (included into the first stages of the programme) is contained in a separate estimate attached hereby.

2. The totals shown in the estimate for each separate paragraph include the following overhead expenses:

a) social insurance, workmen's committee, payments for cultural and educational needs,—amounting to 26—27 per cent of the cost of labor,

b) auxiliary works—3 per cent,

c) unforeseen expenses—7 per cent.

The additions „b" and „c" are calculated as percentages of the corresponding items of the estimate to which the addition „a" had been made.

3. The costs of layouts, locations, preparation of working drawings, as well as the maintainance of the offices, construction staff and other general expenses are contained in the divisions X and XI.

4. The full cost of mechanical equipment and local railroads has not been included into this estimate; the corresponding items contain only expenses for amortization, repairs etc during the period when the construction plant is being used on the works. The sums neccessary for the purchase of the above mentioned equipment (in case the administration of the project would do the work by its own organization) must therefore be calculated separately.

### To the division I.

The cost of right of way is not included into the estimate because the right of way arrangements are to be effected according to the existing laws and special rulings to be enacted for that purpose.

### To the division II.

The total area to be served by the Begovat diversion works amounts to 621850 gross hectares out of which:

| | | |
|---|---|---|
| 57,200 | gross hectares | are irrigated by the existing system, |
| 405,850 | „ „ | will be included after the completion of the first stages of the programme, |
| 158,800 | „ „ | will be included after the completion of the subsequent stages of the programme |
| 621,850 | gross hectares. | |

Note. The areas actually irrigated are computed by applying to the above mentioned gross areas a „coefficient of land use" which has been assumed in the project as equal to 0.80.

### To the item 1. Including:

| | | |
|---|---|---|
| Earth moving | Rbs. | 251,756.36 |
| Paving works | „ | 5,803.89 |
| Concrete „ | „ | 947,190.00 |
| Masonry „ | „ | 2,235,228,51 |
| Reinforced concrete bridges | „ | 444,758.36 |
| Steel structures | „ | 2,021,976.75 |
| Various works | „ | 86,814,98 |
| | Rbs. | 5,993,528.85 |

| Paragraph of the estimate | Division of the estimate | Item of the division | Description of the work | Cost in roubles |
|---|---|---|---|---|
| 3 | II | 2 | Head regulator of the Golodnaya Steppe Main canal . . . | 249,777 |
| 4 | II | 3 | Head regulator of the Southern Main canal . . . . . | – |
| 5 | II | 4 | Ornamentation of the diversion structures . . . . . | 232,535 |
| 6 | II | 5 | Cofferdams and cost of unwatering . . . . . | 475,000 |
| | | | Total of the division II . . . | 6,950,841 |
| | | | Division III. Golodnaya Steppe Main and working canals. | |
| 7 | III | 1 | The Golodnaya Steppe Main canal from the head regulator to the terminal Jetty-Say distribution structure . . | 10,466,322 |

| R e m a r k s | |
|---|---|

To the item 2. Including:

| | | |
|---|---|---|
| Earth moving . . . . . | Rbs. | 11,473.41 |
| Paving works . . . . . | „ | 897.00 |
| Masonry „ . . . . . | „ | 63,175.11 |
| Concrete „ . . . . . | „ | 50,383.07 |
| Structural steel . . . . . | „ | 106,801.43 |
| Carpenter works . . . . . | „ | 6,606.60 |
| Various . . . . . | „ | 10,439.95 |
| | Rbs. | 249.776.57 |

To the item 3.

The cost of construction of the head regulator of the Southern Main canal amounting to Rbs. 588,471 is not included into this estimate as it refers to the subsequent stages of the construction programme. This cost however is to be taken into account for the determination of the total cost of the diversion works as well as for the calculation of the cost of irrigation per unit of area.

To the item 4.

The cost of ornamentation of the diversion structures has been found as the difference between two following items: a) the cost of the diversion structures calculated for the variant with ornamentation, and b) same cost for the variant without ornamentation.

To the item 5. Including:

| | | |
|---|---|---|
| Cofferdams . . . . . | Rbs. | 214,816 |
| Pumping . . . . . | „ | 115,845 |
| Scaffolding, ferries, lighting and other auxiliaries . . | „ | 144,339 |
| | Rbs. | 475,000 |

To the total of the division II.

| | | |
|---|---|---|
| The total cost of the diversion structures . . . . . | Rbs. | 7,539,311.00 |
| The cost of the works, pertaining to the diversion structures and included into the first stages of the construction programme . . . . . | „ | 6,950,841.00 |
| The expenditure per one actually irrigated hectare: | | |
| a) of the whole area served by the diversion structures . . . . . | „ | 13.78 |
| b) of the area which may be irrigated after the completion of the first stages of the programme (including the existing irrigation) . . . . . | „ | 17.05 |
| c) of the area which will be additionally included after the completion of the first stages of the programme . . . . . | „ | 19.46 |

To the division III.

To the item I. Including:

| | | |
|---|---|---|
| Excavation . . . . . | Rbs. | 2,338,668.36 |
| Embankments . . . . . | „ | 920,950.65 |
| Spoil banks . . . . . | „ | 105,892.74 |
| Side-hill drainage ditches . . . . . | „ | 26,334.00 |
| Grading of side slopes and bottom of the canal before the placing of the concrete lining . . . . . | „ | 136,527.55 |
| Concrete lining . . . . . | „ | 6,716,341.12 |
| Contraction joints . . . . . | „ | 108,503.01 |
| Wire fences . . . . . | „ | 113,104.39 |
| | Rbs. | 10,466,321.82 |

| Paragraph of the estimate | Division of the estimate | Item of the division | Description of the work | Cost in roubles |
|---|---|---|---|---|
| 8 | III | 2 | The Northern canal . . . . . | 4,388,402 |
| 9 | III | 3 | The Central canal with the branch . . . . . | 5,790,279 |
| | | | Total of the division III . . . | 20,645,003 |
| | | | Division IV. The distribution system. | |
| 10 | IV | 1 | The construction of distribution system on virgin lands . . | 14,504,877 |
| 11 | IV | 2 | Reconstruction of the distribution system in the region of existing irrigation . . . . . | 783,367 |
| | | | Total of the division IV . . . | 15,288,244 |

| | R e m a r k s |
|---|---|

To the item 2. Including:

| | | |
|---|---|---|
| Excavation | Rbs. | 2,875,056.36 |
| Embankments | „ | 1,278,914.47 |
| Spoil banks | „ | 234,431.11 |
| | Rbs. | 4,388,401.94 |

To the item 3. Including:

| | | |
|---|---|---|
| Excavation | Rbs. | 3,345,736.17 |
| Embankmentes | „ | 1,917,584.47 |
| Spoil banks | „ | 526,958.30 |
| | Rbs. | 5,790,278.94 |

To the total of the division III.

The cost of the main canals distributed over the new area which will be irrigated after the completion of the first stages of the construction programme is equal to

$$\frac{20,645,003}{357,148} = \text{Rbs. } 57.80.$$

To the division IV.

After the completion of the first stages of the construction programme the net area amounting to 357,148 hectares of new lands will be irrigated; 295,415 hectares of that area are virgin lands, where the new distribution system has to be constructed.

The remaining 61,773 hectares are situated within the region of existing irrigation and constitute a part of the of 112,000 hectares, which represente the total (net) amount of lands irrigated by the existing system.

The reconstruction of the whole existing distributary system is foreseen in the project with the exception of the Irdjar distributaries, which are of comparatively recent construction and have been located in accordance with the general scheme of the project.

The commanding zone of these distributaries may be estimated in round figures as equal to 13,200 net hectares.

Thus the reconstruction of the distribution system will embrace the area equal to $112,100 - 13,200 = 98,910$ net hectares.

The cost of distribution system for virgin lands has been determined on the basis of detailed calculations made for a lot of 19,350 net hectares, situated in the region of the Tugai branch; this cost is composed of two items: cost of the Tugai branch and cost of the distributaries.

The total cost of the Tugai branch estimated as Rbs. 788.367 must be distributed over the area of the commanding zone of the branch, that is over 36,698 net hectares.

This gives the unit cost $\frac{788,367}{36,698} = \text{Rbs. } 21.48$ per one net hectare.

The cost of distributaries for the above mentioned lot has been determined as equal to Rbs. 534.293 which corresponds to $\frac{534,293}{19,350} = \text{Rbs. } 27.62$ per one net hectare.

The total cost of distribution system for the whole amount of virgin lands will be equal to $295,415 \times 49.10 = \text{Rbs. } 14,504,877$.

The cost of reconstruction of the distributing system in the region of the existing irrigation has been calculated on the basis of computations made for the commanding zone of the distributary JI-4 which comprises an area of 3,075 net hectares.

These calculations gave a figure of Rbs. 7.92 as unit cost of reconstruction.

Thus the total cost of reconstruction of the distributing system on the area of 98,910 net hectares will be equal to $98,910 \times 7.92 = \text{Rbs. } 783,367$.

| Paragraph of the estimate | Division of the estimate | Item of the division | Description of the work | Cost in roubles |
|---|---|---|---|---|
| | | | Division V. Small canals. | |
| 12 | V | 1 | Construction of small canals on the new area which will be irrigated after the completion of the first stages of the project . . . . . | 12,075,174 |
| | | | Total of the division V . . . | 12,075,174 |
| | | | Division VI. Watercollecting canals and wasteways. | |
| 13 | VI | 1 | Main collectors . . . . . | 2,927,601 |
| 14 | VI | 2 | The reconstruction of the Shur-Uziak collector . . . . . | 352,362 |
| 15 | VI | 3 | Main wasteways on the new area which will be irrigated | 2,276,819 |
| 16 | VI | 4 | The terminal Jetty-Say wasteway of the Golodnaya Steppe Main canal . . . . . | 747,331 |

## R e m a r k s

### To the division V.

In the remarks to the division IV of this estimate it has been already explained that the area of 357,148 hectares which are to be newly irrigated after completion of the first stages of the project includes 320,285 hectares of virgin lands where the small canals must be constructed anew and 36,863 hectares of lands lying within the zone of existing irrigation where the reconstruction of the present net of small canals is required.

According to the calculations, the cost of reconstruction per hectare differs but slightly from the cost of constructing new canals on virgin lands.

In view of the above mentioned fact the unit cost of construction of small canals on virgin lands is applied to the whole new area which will be irrigated.

The cost of construction of small canals on virgin lands has been determined for a typical design prepared for a tract of lands, situated in the region of the Tugai branch and containing 19,350 net hectares.

The total cost of small canals for the entire area of the above mentioned tract of lands, under assumption that 57 per cent of the laterals would be concrete lined has been determined as equal to Rbs. 654,207, that is $\frac{654,207}{19,350} = $ Rbs. 33.81 per one hectare irrigated.

Thus the total expense for construction of small canals on the area of 357,148 net hectares will be equal to $33.81 \times 357,148 =$ Rbs. 12,075,173.88.

### To the division VI.

#### To the item 1.

The cost of main collectors is composed of the cost of the Sardoba—Arna-Say collector, which is 94 klm long plus the cost of four „Tugai" collectors, having a total length of 60.87 klm. This cost is distributed between separate canals in the following manner:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sardoba—Arba-Say collector . . . . . | | | Rbs. | 2,457,652 |
| I-st Tugai collector | 14.55 | klm. long . . . . . | „ | 197,575 |
| II-nd „ „ | 33.95 | „ „ . . . . . | „ | 214,620 |
| III-d „ „ | 8.41 | „ „ . . . . . | „ | 38,545 |
| IV-th „ „ | 3.96 | „ „ . . . . . | „ | 19,209 |
| Total . . . . . | | | Rbs. | 2,927,601 |

#### To the item 2.

The Shur-Uziak collector as originally constructed, does not fulfil its purpose, therefore its reconstruction is required.

#### To the item 3.

The cost of wasteway channels has been determined according to the projects prepared for the Northern and terminal wasteways, serving an area of 129,404 net hectares:

| | | |
|---|---|---|
| Cost of the Northern Golodnaya Steppe wasteway . . . | Rbs. | 608,641 |
| „ „ „ terminal wasteway . . . . . | „ | 216,240 |
| Total . . . . . | Rbs. | 824,881 |

From the above tbe cost of main wasteway canals per one net hectare is equal to $\frac{824,881}{129,404} =$ Rbs. 6.375.

The total cost for the area of 357,148 net hectares will then be equal to $6.375 \times \times 357,148 =$ Rbs. 2,276,818.50.

#### To the item 4. Including:

| | | |
|---|---|---|
| Channel excavation . . . . . | Rbs. | 476,139.66 |
| The construction of the drop of the wasteway . . . | „ | 107,291.25 |
| Railroad bridge of 22 mtrs span . . . . . | „ | 163,900.00 |
| | Rbs. | 747,330.91 |

| Paragraph of the estimate | Division of the estimate | Item of the division | Description of the work | Cost in roubles |
|---|---|---|---|---|
| 17 | VI | 5 | Watercollecting and wasteway canals on the newly irrigated virgin lands . . . . . | 2,885,768 |
| 18 | VI | 6 | The reconstruction of watercollecting and wasteway canals in the region of the Shur-Uziak collector . . . . . | 339,401 |
| 19 | VI | 7 | Watercollecting ditches on the new area which will be irrigated after the completion of the first stages of the project . . . . . | 2,317,891 |

| R e m a r k s |
|---|

To the item 5.

The cost of watercollecting and wasteway canals has been determined on the basis of the typical projects prepared for separate tracts of lands, situated in the region of the Tugai branch.

a) The cost of watercollecting canals on the net area of 16,141 hectares is composed of the following items:

| | | |
|---|---|---|
| I-st Tugai watercollecting canal . . . . . | Rbs. | 31,045.69 |
| II-d „ „ „ . . . . . | „ | 13,250.61 |
| Watercollecting canals between the Northern canal the Tugai branch . . . . . | „ | 65,599.27 |
| Total . . . . . | Rbs. | 109,895.57 |

Thus the expenditure per one net hectare due to the construction of watercollecting canals will be equal to 109,896 : 16,141 = Rbs. 6.81.

b) The cost of wasteway canals on the area of 11,923 net hectares is composed of the following items:

| | | |
|---|---|---|
| Wasteway of the I-st Tugai distributary . . . . . | Rbs. | 6,377.69 |
| „ „ „ II-d „ „ . . . . . | „ | 19,901.09 |
| Total . . . . . | „ | 26,278.78 |

Thus the expenditure per one net hectare, due to the construction of wasteways will be equal to 26,279 : 11,923 = Rbs. 2.20.

The total expenditure per one net hectare due to the construction of watercollecting and wasteway canals will then be 6.81 + 2.20 = Rbs. 9.01.

The expenditures for the whole area of the newly irrigated virgin lands will correspondingly be equal to 9,01 × 320,285 = Rbs. 2,885,767.85.

To the item 6.

The area served by the Shur-Uziak collector is equal to 55,277 net hectares. The cost of reconstruction of watercollecting and wasteway canals in the region of existing irrigation has been determined on the basis of the project of reconstruction of the watercollectors Koibatkan, B-K-B-7 and B-K-B-7-2 and is equal to Rbs. 6.14 per one net hectare.

Thus the total cost of reconstruction of watercollecting and wasteway canals on the whole area mentioned above will be equal to 6.14 × 55,277 = Rbs. 339,400.78.

To the item 7.

The cost of construction of the watercollecting ditches on the newly irrigated lands has been determined on the basis of a typical design prepared for separate lots of land situated in the region ot the Tugai branch. According to these data the estimated cost of watercollecting ditches on the area of 2596 net hectares is equal to Rbs. 16,885 or 16,885 : 2596 = Rbs. 6.49 per one net hectares.

The expenditure for the whole newly irrigated area will then be 6.49 × 357,148 = = Rbs. 2,317,890.52.

Note. In this case, same as in the division V of this estimate, the unit cost of watercollecting ditches, determined for virgin newly irrigated lands, is applied to the whole area of new irrigation. The reason for this is due to the fact that the system of watercollecting ditches on the area subject to reconstruction and lying within the region of existing irrigation is developed but to small extent; therefore the unit cost of developing the net of watercollecting ditches on that area differs but slightly from the cost calculated for virgin lands.

| Paragraph of the estimate | Division of the estimate | Item of the division | Description of the work | Cost in roubles |
|---|---|---|---|---|
| 20 | VI | 8 | Arrangement of the drainage on the area of 103, 318 net hectares of new and abandoned lands, the melioration of which may be tentatively included into this estimate | 7,362,766 |
| | | | Total of the division VI . . . | 19,209,939 |
| | | | Division VII. Structures. | |
| 21 | VII | 1 | Terminal structure of the Main Golodnaya Steppe canal . . | 853,896 |
| 22 | VII | 2 | Structures on the Main canal and working canals . . . . . | 3,405,947 |

| Remarks |
|---|

To the item 8.

The project foresees the arrangement of drainage on the area of 103,318 net hectares of lands, situated partly in the newly irrigated region and partly within the existing system. 36,500 hectares of the above mentioned lands are supposed to be served by means of the horizontal system of drainage; on the remaining area the vertical drainage will be constructed consisting of Californian wells.

The average cost of drainage per one net hectare is equal according to typical estimates, to Rbs. 115.68 for horizontal system and Rbs. 47.00 for vertical system.

The total expenditure due to drainage work foreseen by this estimate will then be:

$$115.68 \times 36{,}500 + 47 \times 66{,}818 = \text{Rbs. } 7{,}362{,}766.$$

The cost of drainage works per one net hectare of area which will be included into irrigation after the completion of the first stages of the project is equal to 7,362,766 : 357,148 = Rbs. 20.62.

To the total of the division VI.

The cost of watercollecting and wasteway system and of drainage works per one net hectare of area included into irrigation after the completion of the first stages of the project will be equal to 19,209,939 : 357,148 = 53.79.

To the division VII.

To the item I. Including:

| | | |
|---|---|---|
| Excavation | Rbs. | 86,561.30 |
| Paving works | „ | 93,493.11 |
| Masonry | „ | 32,650.16 |
| Concrete | „ | 449,613.79 |
| Reinforced concrete | „ | 50,453.79 |
| Structural steel | „ | 99,564.69 |
| Carpentry | „ | 21,909.03 |
| Various works | „ | 19,650.62 |
| Total | Rbs. | 853,896.49 |

To the item 2. Including:

| | | |
|---|---|---|
| Bridges: one for railroad and 16 for common roads, of which 1 not connected and 5 combined with irrigation structures | Rbs. | 1,452,000 |
| 44 regulating sluices | „ | 1,097,500 |
| 5 cheek gates | „ | 477,215 |
| 3 waste gates | „ | 379,232 |
| Total | Rbs. | 3,405,947 |

To the item 3 and 4.

The project foresees the use of some new types of hydrotechnical structures which will cause a considerable decrease in cost as compared with usual types. In order, however, to be on the safe side the costs of corresponding structures as included into this estimate, refer to the types commonly used now.

| Paragraph of the estimate | Division of the estimate | Item of the division | Description of the work | Cost in roubles |
|---|---|---|---|---|
| 23 | VI | 3 | Structures on the distributing, watercollecting and waste-way systems covering the area newly included into irrigation . . . . . | 7,442,964 |
| 24 | VII | 4 | Structures on the small canals . . . . . | 8,682,268 |
| | | | Total of the division VII . . . | 20,385,075 |

| | R e m a r k s |
|---|---|

To the item 3. Including:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 412 | bridges | Rbs. | 1,675,024.12 |
| 155 | regulating cluices | „ | 942,870.72 |
| 120 | check gates | „ | 917,870.36 |
| 292 | waste gates | „ | 1,600,023.04 |
| 138 | aqueducts and culverts | „ | 275,003.96 |
| 498 | drops | „ | 2,032,172.12 |
| | Total | Rbs. | 7,442,964.32 |

The cost of structures on the distributing, watercollecting and wasteway systems calculated as per one net hectare will be equal to 7,442,964 : 357,418 = Rbs. 20.84.

To the item 4.

The estimate of cost of the structures for small canals (sluices, outlets, small bridges, end revetments etc) has been prepared on the basis of detailed typical designs made in 1916 for each class of structures separately; the number of structures per unit of area irrigated has been determined from the detailed design of the irrigation system worked out for a tract of lands situated in the zone of the Jetty-Say branch, and amounting to 20,766 net hectares and from the design of watercollecting system prepared for an area of 168,245 net hectares located in the North-Western part of the Golodnaya Steppe.

The cost of structures on the small canals in the zone of the Jetty-Say branch is as follows:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 165 | sluices | Rbs. | 89,817.75 |
| 2700 | farm outlets | „ | 94,500.00 |
| 165 | culverts under roads | „ | 53,243.85 |
| 66 | outlets from borrow-pits | „ | 7,051.44 |
| 1350 | smal bridges on field roads | „ | 218,700.00 |
| 597 | end revetments of laterals and drainage ditches | „ | 33,402.15 |
| | Total | Rbs. | 496,715.19 |

The cost per one net hectare will then be equal to 496,715.19 : 20,766 = Rbs. 23.92.

The cost of small structures on the watercollecting canals and collectors in the North-Western part of the Golodnaya Steppe is as follows:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 29 | small bridges | Rbs. | 14,500.00 |
| 277 | outlets from irrigation canals | „ | 29,594.68 |
| 396 | outlets from watercollecting canals and ditches | „ | 22,156.20 |
| | | Rbs. | 66,250.88 |

The cost per one net hectare will be equal to 66.250.88 : 168,245 = Rbs. 0.39.

The cost of structures on small canals on the whole area to be newly irrigated will consequently be equal to (23.92 + 0.39) × 357,148 = Rbs. 8,682,267.88.

To the total of the division VII.

The cost of structures on the Main and working canals and on the distributing, watercollecting, wasteway and small canal systems, calculated as per one net hectare of the area which will be irrigated after the completion of the first stages of the project will be equal to 20,385,075 : 357,148 = Rbs. 57.08.

| Paragraph of the estimate | Division of the estimate | Item of the division | Description of the work | Cost in roubles |
|---|---|---|---|---|
| | | | Division VIII. Houses and other buildings. | |
| 25 | VIII | 1 | Buildings along the canals . . . . . | 4,974,366 |
| 26 | VIII | 2 | Administrative towns . . . . . | 5,624,856 |
| | | | Total of the division VIII . . | 10,599,222 |
| | | | Division IX. | |
| 27 | IX | 1 | Arrangement of the telephon system . . . . . | 902,133 |
| | | | Total of the division IX . . . | 902,133 |
| | | | Total of the divisiou I—IX . | 106,055,631 |
| | | | Division X. | |
| 28 | X | 1 | Location of canals and layout of structures in the field, preparation of working drawings etc . . . . . | 530,278 |
| | | | To the total of the division X | 530,278 |
| | | | Division XI. General expenses. | |
| 29 | XI | 1 | Construction staff and general expenses . . . . . | 7,848,117 |
| | | | Total of the division XI . . . | 7,848,117 |
| | | | Grand total of the estimate . | **114,434,026** |
| | | | Or, round . . . . . | **114,434,000** |

To the division VIII.

To the item 1.

| | | |
|---|---|---|
| Buildings on the main and biggest canals . . . . . | Rbs. | 900,606 |
| „ „ other canals . . . . . | „ | 4,073,760 |
| Total . . . . . | Rbs. | 4,974,366 |

To the item 2.

| | | |
|---|---|---|
| Town at the diversion structures . . . . . | Rbs. | 1,108,890 |
| Towns in various parts of the newly irrigated region . | „ | 4,515,966 |
| Total . . . . . | Rbs. | 5,624,856 |

To the total of the division VIII.

The cost of buildings calculated as per one net hectare of area which will be irrigated after the completion of the first stages of the project will be equal to: 10,599,222 : 357,148 = Rbs. 29,68.

To the division IX.

To the item 1. Including:

| | | |
|---|---|---|
| Layout of lines . . . . . | Rbs. | 2,880.90 |
| Erection of poles . . . . . | „ | 176,112.75 |
| Hanging of wires . . . . . | „ | 399,401.97 |
| Apparatus, implements, materials . . . . . | „ | 140,861.96 |
| Buildings for central stations and offices . . . . . | „ | 67,375.00 |
| Dwelling houses . . . . . | „ | 115,500.00 |
| Total . . . . . | Rbs. | 902,132.58 |

The cost of telephone system, referred to one net hectare will be equal to 902,133 : 357,148 = Rbs. 2.53.

To the division X.

To the item 1.

The cost of location of the canals, layout of the structures in the field and of preparation of the working drawings has been calculated as 0.5 per cent of the total sum included into divisions I—IX and is therefore equal to 106,055,631 × 0,005 = Rbs. 530,278. Referred to one net hectare it will amount to 530,278 : 357,148 = Rbs. 1.50.

To the division XI.

To the item 1.

The expenditures for the maintainance of construction staff and general expenses have been assumed in accordance with § 6 of the circular of the Central Asiatic Water Economy Department, concerning the rules of calculation of overhead expenses, at 7.4 per cent of the cost construction proper; their amount will be therefore equal to: 0.074 × 106,055,631 = = Rbs. 7,848,117. Referred to one net hectare it will be: 7,848,117 : 357,148 = Rbs. 21.97.

To the grand total.

The cost of the irrigation system, distributed over the whole new area which will be irrigated after the completion of the first stages of the project will be equal to 114,434,000 : 357,148 = Rbs. 320.41 per one net hectare.

## SUMMARIZED ESTIMATE

of cost of necessary subsidiary enterprises which are to serve the territory covered by the first stages of the construction programme and which have independent economical significance and independent sources of revenue.

Total of the estimate Rbs. 5,333,000

| Paragraph of the estimate | Division of the estimate | Item of the division | Description of the work | Cost in roubles |
|---|---|---|---|---|
| | | | Division I. Hydroelectric plants. | |
| 1 | I | 1 | Jetty-Say hydroelectric plant of 7600 HP capacity . . . . | 2,761,920 |
| 2 | I | 2 | 12 kilometer transmission line to the Mirza-Chul town . . | 155,040 |
| | | | Total of the division I . . . . | 2,916,960 |
| | | | Division II. Pumping plants. | |
| 3 | II | 1 | Temporary Sarman pumping plant of 2000 HP capacity (thermal engines) . . . . . | 1,160,236 |

| | R e m a r k s |
|---|---|

To the division I.

To the item 1.

The Jetty-Say hydroelectric plant having a capacity of 7600 HP will be built at the terminal structure of the Golodnaya Steppe Main canal and will utilize a drop at the head of the Northern working canal. The plant is supposed to supply electric energy to the town of Mirza-Chul, to the drainage pumping plants which it is planned to install in the region of existing irrigation and to the two pumping plants which will deliver water temporarily from the Golodnaya Steppe Main canal to higher lands of the South-Eastern part of the Steppe; after the construction of the Southern canal, those lands will be irrigated from it by gravity.

The cost of the Jetty-Say hydroelectric plant is formed by the following items:

| | | |
|---|---|---|
| Excavation . . . . . | Rbs. | 23,282.71 |
| Paving works . . . . . | „ | 55,528.05 |
| Concrete and reinforcing concrete . . . . . | „ | 749,967.66 |
| Electrical and mechanical equipment . . . . . | „ | 1,803,416.40 |
| Additional works for the extension of the Northern Golodnaya Steppe wasteway and terminal wasteway . . . . . | „ | 129,725.64 |
| Total . . . . . | Rbs. | 2,761,920.46 |

Note. To the moment of issuing this book, the questions regarding the order in which the hydroelectric plants in the Golodnaya Steppe should be built, has been reconsidered anew, in connection with the intention to utilize all newly irrigated lands for creation of big collective and state owned farms (colkhoz and sovkhoz).

As a result of this reconsideration the construction of the Jetty-Say hydroelectric plant (see the last chapter of this book) has been referred to the second stage of the project, while during the first stage the more powerful Begovat plant will be built.

The Begovat plant will give annually about 123 millions of kw-hours and will cost according to preliminary estimates about 9 or 10 millions roubles.

To the item 2.

The cost of one kilometer of the transmission line from Jetty-Say hydroelectric plant has been estimated at Rbs. 12,920; the total length of the line to Mirza-Chul being equal to 12 kilometers, the total cost will correspondingly be $12{,}920 \times 12 =$ Rbs. 155,040.

To the division II.

To the item 1.

The temporary Sarman pumping plant (with thermal engines) has to deliver 10 cu. m. per sec. from the Syr-Daria river to the existing Golodnaya Steppe irrigation system; this delivery will permit during the non-growing season to run the diversion line of the existing Northern canal to its full capacity, which will help to perform the work of its reconstruction and will shortern the time necessary for complection of these works.

During the growing season the delivery of additional 10 cu. m. per sec. will permit to increase to some extent the irrigated area already during the construction period.

| Paragraph of the estimate | Division of the estimate | Item of the division | Description of the work | Cost in roubles |
|---|---|---|---|---|
| 4 | II | 2 | Two electro-pumping plants of total capacity of 3100 HP for the irrigation of 29,175 gross hectares or 26,250 net hectares in the South-Eastern part of the Golodnaya Steppe . . . . . | 865,544 |
| | | | Total of the division II . . . | 2,025,780 |
| | | | Total of the division I and II. | 4,942,740 |
| | | | Division III. | |
| 5 | III | 1 | Location of canals, field layout of structures, preparation of working drawings etc. . . . . | 24,714 |
| | | | Division IV. General expenses. | |
| 6 | IV | 1 | Maintainance of the construction staff and general expenses | 365,763 |
| | | | Grand total of the estimate . | **5,333,217** |
| | | | Or round . . . . . | **5,333,000** |

R e m a r k s

The estimated cost of the Sarman plant is composed of the following items:

| | | |
|---|---|---|
| Delivery canal | Rbs. | 131,656.63 |
| Feeding canal from the plant to Konnoguardeisky structure | „ | 55,214.94 |
| Plant building | „ | 44,560.70 |
| Houses | „ | 76,725.00 |
| Mechanical equipment | „ | 852,079.08 |
| Total | Rbs. | 1,160,236.35 |

To the item 2.

The destination of these electro-pumping plants is explained in the remarks to the item 1, division I of this additional estimate. The estimated cost of both plants, determined under assumption that part of the mechanical equipment from the Sarman plant will be utilized here, is composed of the following items:

| | | |
|---|---|---|
| Excavation | Rbs. | 77,512.52 |
| Masonry | „ | 14,065.04 |
| Carpentry | „ | 30,800.22 |
| Concrete | „ | 7,699.68 |
| Electrical and mechanical equipment | „ | 297,026.26 |
| Houses and buildings | „ | 89,600.00 |
| Transmission line | „ | 384,840.00 |
| Total | Rbs. | 865,543.72 |

The cost of electro-pumping plants per one net hectare will be equal to 865,544 : 26,250 = = Rbs. 32.97.

To the division III.

To the item 1.

The cost of location of the canals, field layout of the structures and preparation of the working drawings has been estimated at 0.5 per cent from the total of divisions I and II. It is equal accordingly to $0.005 \times 4{,}942{,}740 =$ Rbs. 24,713.70.

To the division IV.

To the item 1.

The expenditures for maintainance of the construction staff and general expenses have been determined in accordance with § 6 of the circular of the Central Asiatic Water Economy Department, concerning the rules of calculation of overhead expenses, at 7.4 per cent of the construction cost of all structures. In our case it will be equal to $0.074 \times \times 4{,}942{,}740 =$ Rbs. 365,762.76.

# СВОДНАЯ СМЕТА

**расходов на устройство оросительной системы, обслуживающей площадь 405.850 валовых гектар новых земель.**

**На сумму 114.434.000 рублей.**

| №№ сметы | Разделы сметы | Статьи раздела | Наименование работ | Стоимость в рублях |
|---|---|---|---|---|
| | | | Раздел I—Отчуждение земель. | |
| 1 | I | 1 | В районе Беговатского головного узла в размере около 100 гектар . . . . . | — |
| | | | Раздел II—Беговатский головной узел. | |
| 2 | II | 1 | Беговатская плотина . . . . . | 5.993.529 |
| 3 | II | 2 | Головной регулятор Голодностепского Магистрального канала . . . . . | 249.777 |

Примечания: 1. Настоящая смета предусматривает расходы на устройство ирригационной системы первых очередей работ с увеличением ныне орошаемой площади Голодной Степи на 405.850 валовых или 357.148 действительно орошаемых гектар. Стоимость дополнительных работ по устройству гидросиловых установок и насосных станций, отнесенных к первой очереди работ, приведена ниже в отдельной смете.

2. В суммы по отдельным §§ настоящей сметы включены накладные расходы: а) на соцстрах, рабочком, отчисления на культурно-просветительные цели и пр. в размере 26—27% от стоимости рабсилы, б) на вспомогательные работы—3% и в) на непредвиденные расходы—7%. Начисления по п.п. „б" и „в" произведены со сметных итогов с включением в эти итоги расходов по п. „а" настоящего примечания.

3. Расходы на разбивку, трассировку, составление рабочих чертежей, а также расходы на содержание управлений, строительного штата и другие общие расходы выделены в разделы X-й и XI-й.

4. Оборудование работ механическими снарядами и подъездными путями в сметах учтено не в полной его стоимости, а лишь в части расходов на амортизацию, ремонт и других, связанных с непосредственным использованием этого оборудования на постройке. Поэтому размер денежных средств, необходимых для приобретения указанного оборудования в случае производства работ хозяйственным способом, должен быть исчислен особо.

К разделу I-му.

Стоимость отчуждения земель в смету не вносится, как подлежащая проведению в порядке общего землеустройства особым законодательным актом.

К разделу II-му:

Общая площадь, обслуживаемая Беговатским головным узлом, составляет 621.850 валовых гектар, из коих:

| | |
|---|---|
| 57.200 | валовых гектар орошаются существующей системой |
| 405.850 | будут включены после работ первых очередей |
| 158.800 | „ „ „ „ последующих очередей |
| 621.850 | валовых гектар |

Примечание: Для перехода от валовой площади к действительно орошаемой приведенные цифры следует умножить на коэффициент земельного использования, принятый в проекте равным 0.88.

К ст. 1. В том числе:

| | |
|---|---|
| Земляные работы | 251.756 р. 36 к. |
| Мостовые „ | 5.803 „ 89 „ |
| Бетонные „ | 947.190 „ 00 „ |
| Каменные „ | 2.235.228 „ 51 „ |
| Железобетонные мосты | 444.758 „ 36 „ |
| Металлические конструкции | 2.021.976 „ 75 „ |
| Разные работы | 86.814 „ 98 „ |
| | 5.993.528 р. 85 к. |

К ст. 2. В том числе:

| | |
|---|---|
| Земляные работы | 11.473 р. 41 к. |
| Мостовые „ | 897 „ 00 „ |
| Каменные „ | 63.175 „ 11 „ |
| Бетонные „ | 50.383 „ 07 „ |
| Металлические конструкции | 106.801 „ 43 „ |
| Плотничные работы | 6.606 „ 60 „ |
| Разные работы | 10.439 „ 95 „ |
| | 249.776 р. 57 к. |

| №№ сметы | Разделы сметы | Статьи раздела | Наименование работ | Стоимость в рублях |
|---|---|---|---|---|
| 4 | II | 3 | Головной регулятор Южного Магистрального канала . . | — |
| 5 | II | 4 | Архитектурная обработка сооружений Головного узла . . | 232.535 |
| 6 | II | 5 | Устройство перемычек и стоимость водоотлива . . . . . | 475.000 |
| | | | Итого по разделу II-му . . . | 6.950.841 |
| | | | Раздел III—Голодностепский Магистральный и рабочие каналы. | |
| 7 | III | 1 | Голодностепский Магистральный канал от головного шлюза регулятора до конечного Джиты-Сайского узла . . . | 10.466.322 |
| 8 | III | 2 | Северный рабочий канал . . . . . | 4.388.402 |
| 9 | III | 3 | Центральный рабочий канал с ветвью . . . . . | 5.790.279 |
| | | | Итого по разделу III-му . . . | 20.645.003 |

К ст. 3.

Расход на устройство головного регулятора Южного Магистрального канала, исчисленный в сумме 588.471 руб., как относящийся к работам последующих очередей, в смету не вносится. Но при определении полной стоимости головного узла сооружений и расхода, приходящегося на один гектар орошаемой площади, этот расход учитывается.

К ст. 4.

Стоимость архитектурной обработки сооружений головного узла определена как разность между расходами: а) на устройство головного узла по варианту с архитектурной обработкой и б) на те же работы без архитектурной обработки.

К ст. 5. В том числе:

| | |
|---|---|
| Перемычки | 214.816 р. |
| Водоотлив | 115.845 „ |
| Леса, переправы, освещение и другие приспособления | 144.339 „ |
| | 475.000 р. |

К итогу по разделу II-му.

| | |
|---|---|
| Полная стоимость головного узла сооружений | 7.539.311 р. |
| Стоимость первоочередных работ по головному узлу | 6.950.841 „ |

Расход на 1 гектар действительного орошения:

| | |
|---|---|
| а) всей площади, обслуживаемой узлом | 13 р. 78 к. |
| б) всей площади, могущей орошаться после проведения работ первых очередей (вместе с ныне орошаемой | 17 „ 05 „ |
| в) площади, дополнительно включаемой в орошение после проведения работ первых очередей | 19 „ 46 „ |

К разделу III-му.

К ст. 1. В том числе:

| | |
|---|---|
| Выемка грунта | 2.338.668 р. 36 к. |
| Устройство дамб | 920.950 „ 65 „ |
| „ кавальеров | 105.892 „ 74 „ |
| „ нагорных канав | 26.334 „ — „ |
| Планировка откосов и дна канала под бетонирование | 136.527 „ 55 „ |
| Устройство бетонной одежды | 6.716.341 „ 12 „ |
| „ температурных швов | 108.503 „ 01 „ |
| „ проволочных заграждений | 113.104 „ 39 „ |
| | 10.466.321 р. 82 к. |

К ст. 2. В том числе:

| | |
|---|---|
| Выемка грунта | 2.875.056 р. 36 к. |
| Устройство дамб | 1.278.914 „ 47 „ |
| „ кавальеров | 234.431 „ 11 „ |
| | 4.388.401 р. 94 к. |

К ст. 3. В том числе:

| | |
|---|---|
| Выемка грунта | 3.345.736 р. 17 к. |
| Устройство дамб | 1.917.584 „ 47 „ |
| „ кавальеров | 526.958 „ 30 „ |
| | 5.790.278 р. 94 к. |

К итогу по разделу III-му.

Стоимость устройства главных каналов на 1 действительно орошаемый гектар дополнительной площади, включаемой в орошение после проведения работ первых очередей:

$$\frac{20.645.003}{357.148} = 57 \text{ руб. } 80 \text{ коп.}$$

| №№ сметы | Разделы сметы | Статьи раздела | Наименование работ | Стоимость в рублях |
|---|---|---|---|---|
| | | | Раздел IV—Распределительная сеть | |
| 10 | IV | 1 | Устройство распределительной сети на целинных землях . | 14.504.877 |
| 11 | IV | 2 | Переустройство распределительной сети в районе существующего орошения . . . . . | 783.367 |
| | | | Итого по разделу IV-му . . . | 15.288.244 |
| | | | Раздел V—Мелкая сеть. | |
| 12 | V | 1 | Устройство мелкой сети на площади, дополнительно включаемой в орошение после осуществления работ 1-х очередей . . . . . | 12.075.174 |
| | | | Итого по разделу V-му . . . | 12.075.174 |

К разделу IV-му.

Из 357.148 гектар площади действительного орошения, дополнительно включаемых после осуществления работ первых очередей, 295.415 гектар составляют целинные земли, на которых распределительная сеть устраивается вновь. Остальные 61.773 гектара находятся в районе существующего орошения и входят в общую цифру 112.110 гектар, которой определяется площадь действительного орошения, захваченная существующей системой.

Проектом предусматривается переустройство всей существующей распределительной сети за исключением выстроенных в сравнительно недавнее время Ирджарских распределителей, так как трассы их были согласованы с проектной разбивкой. Площадь командования этих распределителей с округлением может быть принята равной 13.200 гектарам нетто; таким образом переустройство распределительной сети предусматривается на площади:

$$112.110 - 13.200 = 98.910 \text{ гектар нетто.}$$

Стоимость устройства распределительной сети на новых целинных землях определена на основании детального подсчета, произведенного для участка в 19.350 действительно орошаемых гектар, расположенного в районе Тугайной ветви, и слагается из стоимости Тугайной ветви и распределителей.

Стоимость Тугайной ветви, исчисленная в 788.367 руб. при общей площади командования ветви в 36.698 гектар, на 1 действительно орошаемый гектар составляет:

$$\frac{788.367}{36.698} = 21 \text{ р. } 48 \text{ к.}$$

Стоимость распределителей на указанном выше участке определена в 534.293 руб. и на 1 орошаемый гектар составляет:

$$534.293 : 19.350 = 27 \text{ р. } 62 \text{ к.}$$

Таким образом общий расход от устройства распределительной сети на 1 орошаемый гектар определится в 21 р. 48 к. + 27 р. 62 к. = 49 р. 10 к., составив для всей площади целинных земель в 320.285 гектар нетто сумму:

$$295.415 \times 49 \text{ р. } 10 \text{ к.} = 14.504.877 \text{ р.}$$

Стоимость переустройства распределительной сети в районе существующего орошения исчислена на основании подсчетов, произведенных для района командования распределителя Л-4 с площадью действительного орошения в 3.075 гектар, и определена в 7 р. 92 к. на 1 действительно орошаемый гектар.

Следовательно расход на переустройство распределительной сети на площади в 98.910 гектар нетто выразится суммой:

$$98.910 \times 7 \text{ р. } 92 \text{ к.} = 783.367 \text{ руб.}$$

К разделу V-му.

Согласно данным, приведенным в пояснениях к разделу IV-му настоящей сметы, 357.148 гектар, дополнительно включаемые в орошение в результате работ 1-х очередей, подразделяются на 320.285 гектар целинных земель, требующих устройства мелкой сети вновь, и на 36.863 гектар земель, лежащих в районе существующей системы и требующих переустройства имеющейся уже сети. Однако, так как стоимость переустройства мелкой сети на один орошаемый гектар по произведенным подсчетам незначительно разнится от стоимости устройства мелкой сети на целинных землях, в настоящей смете при исчислении стоимости устройства мелкой сети на всей вновь включаемой площади принята стоимость устройства таковой на целинных землях.

Стоимость устройства мелкой сети на целинных землях определена по данным типового проекта для участка в 19.350 гектар действительного орошения, лежащих в районе Тугайной ветви. Общая стоимость мелкой сети, при бетонировании 57% оросителей, для всей площади участка определилась в 654.207 руб., что на 1 орошаемый гектар составляет:

$$654.207 : 19.350 = 33 \text{ р. } 81 \text{ к.}$$

Таким образом общая сумма затрат на устройство мелкой сети на всей площади в 357.148 гектар действительного орошения выразится в сумме:

$$33 \text{ р. } 81 \text{ к.} \times 357.148 = 12.075.173 \text{ р. } 88 \text{ к.}$$

| №№ сметы | Разделы сметы | Статьи раздела | Наименование работ | Стоимость в рублях |
|---|---|---|---|---|
| | | | Раздел VI—Водосборная и сбросная сеть. | |
| 13 | VI | 1 | Главные водосборные коллекторы . . . . . | 2.927.601 |
| 14 | VI | 2 | Переустройство Шур-Узякского коллектора . . . . . | 352.362 |
| 15 | VI | 3 | Главные сбросные каналы на вновь орошаемой площади . | 2.276.819 |
| 16 | VI | 4 | Конечный Джиты-Сайский сброс Голодностепского Магистрального канала . . . . . | 747.331 |
| 17 | VI | 5 | Водосборные и сбросные каналы на вновь орошаемой площади целинных земель . . . . . | 2.885.768 |

К разделу VI-му.

К ст. 1.

Стоимость главных водосборных коллекторов слагается из стоимости устройства Сардоба-Арнасайского коллектора протяжением в 94 км и 4-х Тугайных коллекторов общим протяжением в 60.87 км; эта стоимость между отдельными каналами распределяется следующим образом:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Сардоба-Арнасайский коллектор . . . . . | | | | 2.457.652 р. |
| I-й | Тугайный коллектор протяжением | 14.55 | км . . . . . | | 197.575 „ |
| II-й | „ „ „ | 33.95 | „ . . . . | | 214.620 „ |
| III-й | „ „ „ | 8.41 | „ . . . . | | 38.545 „ |
| IV-й | „ „ „ | 3.96 | „ . . . . | | 19.209 „ |
| | | | Итого . . | | 2.927.601 р. |

К ст. 2.

Переустройство существующего Шур-Узякского коллектора вызывается тем обстоятельством, что при постройке сооружение его не было осуществлено в полной мере, почему в настоящее время он не выполняет своего назначения.

К ст. 3.

Стоимость сбросных каналов определена по проектам Северного и конечного сбросов, обслуживающих площадь в 129.404 действительно орошаемых гектар:

| | | |
|---|---|---|
| Стоимость Северного Голодностепского сброса . . . . . | | 608.641 р. |
| „ конечного сброса . . . . . | | 216.240 „ |
| Итого . . | | 824.881 р. |

Таким образом стоимость устройства главных сбросных каналов на 1 действительно орошаемый гектар составляет:

$$824.881 : 129.404 = 6 \text{ р. } 37^1/_2 \text{ к.}$$

и на всю вновь включаемую площадь, равную 357.148 гектарам действительного орошения, выразится в сумме:

$$6 \text{ р. } 37^1/_2 \text{ к.} \times 357.148 = 2.276.818 \text{ р. } 50 \text{ к.}$$

К ст. 4. В том числе:

| | |
|---|---|
| Земляных работ по устройству русла . . . . . | 476.139 р. 66 к. |
| Устройство перепада на сбросе . . . . . | 107.291 „ 25 „ |
| Устройство жел.-дор. моста отверстием 22 м . . . . | 163.900 „ 00 „ |
| Итого . | 747.330 р. 91 к. |

К ст. 5.

Стоимость устройства водосборных и сбросных каналов на вновь орошаемой площади определена по данным типового проектирования на отдельных участках, лежащих в районе Тугайной ветви.

а) Стоимость водосборных каналов на площади в 16.141 гектар действительного орошения слагается из стоимости:

| | |
|---|---|
| I-го Тугайного водосборного канала . . . . . | 31.045 р. 69 к. |
| II-го „ „ „ . . . . . | 13.250 „ 61 „ |
| Водосборного канала между Северным рабочим каналом и Тугайной ветвью . . . . . | 65.599 „ 27 „ |
| Итого . | 109.895 р. 57 к. |

Таким образом расход на 1 действительно орошаемый гектар от устройства водосборных каналов будет:

$$109.896 : 16.141 = 6 \text{ р. } 81 \text{ к.}$$

б) Стоимость сбросных каналов на площади в 11.923 гектара действительного орошения слагается из стоимости:

| | |
|---|---|
| Сбросного канала I-го Тугайного распределителя . . | 6.377 р. 69 к. |
| „ „ II-го „ „ . . | 19.901 „ 09 „ |
| Итого . . | 26.278 р. 78 к. |

| №№ сметы | Разделы сметы | Статьи раздела | Наименование работ | Стоимость в рублях |
|---|---|---|---|---|
| 18 | VI | 6 | Переустройство водосборных и сбросных каналов в районе Шур-Узякского коллектора . . . . . | 339.401 |
| 19 | VI | 7 | Водосборные канавы на площади, дополнительно включаемой в орошение после проведения работ 1-х очередей . . . . . | 2.317.891 |
| 20 | VI | 8 | Дренажное устройство на площади 103.318 гектар нетто новых и ныне заброшенных земель, которые можно предвидеть для мелиорирования в настоящей смете . | 7.362.766 |
| | | | Итого по разделу VI-му . . . | 19.209.939 |

Таким образом расход на 1 действительно орошаемый гектар от устройства сбросных каналов будет:

26.279 : 11.923 = 2 р. 20 к.

Общий расход на 1 действительно орошаемый гектар от устройства водосборных и сбросных каналов определится

в 6 р. 81 к. + 2 р. 20 к. = 9 р. 01 к.,

а затраты на всю вновь орошаемую площадь целинных земель в 320.285 гектар действительного орошения выразятся в сумме:

9 р. 01 к. × 320.285 = 2.885.767 р. 85 к.

К ст. 6.

Площадь, обслуживаемая Шур-Узякским коллектором, определяется в 55.277 гектар. действительного орошения. Стоимость переустройства водосборных и сбросных каналов в районе существующего орошения исчислена по данным проекта переустройства водосборов Койбаткан, В — К — Б — 7 и В — К — Б — 7 — 2 и составляет расход на 1 действительно орошаемый гектар — 6 р. 14 к.

Таким образом общие затраты на переустройство водосборных и сбросных каналов на всей указанной выше площади выразятся в сумме:

6 р. 14 к. × 55.277 = 339.400 р. 78 к.

К ст. 7.

Стоимость устройства водосборных канав на вновь орошаемой площади определена по данным типового проектирования на отдельных участках, лежащих в районе Тугайной ветви. По этим данным сметная стоимость водосборных канав на площади 2.596 гектар действительного орошения составляет 16.885 р., что даст на 1 действительно орошаемый гектар расход:

в 16.885 : 2.596 = 6 р. 49 к.,

а на всю вновь орошаемую площадь определится в сумме:

6 р. 49 к. × 357.148 = 2.317.890 р. 52 к.

Примечание: Здесь так же, как и в разделе V-ом настоящей сметы, удельная стоимость от устройства водосборных канав, выведенная для целинных, вновь орошаемых земель, распространена на всю площадь, дополнительно включаемую в орошение; основанием этому служит то обстоятельство, что водосборная сеть на переустраиваемой и ранее орошавшейся площади, лежащей в пределах существующей системы, слишком мало развита и потому удельная стоимость ее может лишь очень незначительно отличаться от величины ее, исчисленной для целинных земель.

К ст. 8.

Проектом предусматривается устройство дренажа на площади в 103.318 гектар действительного орошения, лежащих частично во вновь орошаемом районе и частично в районе существующей системы. На 36.500 гектарах из вышеуказанной площади намечается устройство горизонтального дренажа, а на остальной площади — вертикального, путем устройства калифорнийских колодцев.

Средняя стоимость устройства дренажа на 1 действительно орошаемый гектар на основании типовых смет определена: горизонтального — 115 р. 68 к., вертикального — 47 р.

Следовательно общая стоимость дренажных устройств, вносимая в настоящую смету, определится в сумме:

115 р. 68 к. × 36.500 + 47 × 66.818 = 7.362.766 руб

Таким образом стоимость устройства дренажа на 1 действительно орошаемый гектар площади, включаемой в орошение после проведеня работ 1-х очередей, составит:

7.362.766 : 357.148 = 20 р. 62 к.

К итогу по разделу VI-му.

Стоимость устройства водосборной, сбросной и дренажной сетей на 1 действительно орошаемый гектар площади, включаемой в орошение после проведения работ первых очередей, составит:

19.209.939 : 357.148 = 53 р. 79 к.

| №№ сметы | Разделы сметы | Статьи раздела | Наименование работ | Стоимость в рублях |
|---|---|---|---|---|
| | | | Раздел VII—Искусственные сооружения. | |
| 21 | VII | 1 | Конечный узел Голодностепского Магистрального канала | 853.896 |
| 22 | VII | 2 | Искусственные сооружения на Магистральном и рабочих каналах . . . . . | 3.405.947 |
| 23 | VII | 3 | Искусственные сооружения на распределительной, водосборной и сбросной сети на вновь включаемой в орошение площади . . . . . | 7.442.964 |
| 24 | VII | 4 | Искусственные сооружения мелкой сети . . . . . | 8.682.268 |
| | | | Итого по разделу VII-му . . . | 20.385.075 |

К разделу VII-му.

К ст. 1-й. В том числе:

| | |
|---|---|
| Земляные работы | 86.561 р. 30 к. |
| Мостовые „ | 93.493 „ 11 „ |
| Каменные „ | 32.650 „ 16 „ |
| Бетонные „ | 449.613 „ 79 „ |
| Железобетонные работы | 50.453 „ 79 „ |
| Металлические „ | 99.564 „ 69 „ |
| Плотничные „ | 21.909 „ 03 „ |
| Разные работы | 19.650 „ 62 „ |
| Итого | 853.896 р. 49 к. |

К ст. 2. В том числе:

| | |
|---|---|
| Мосты: один под железную дорогу и 16 под обыкновенную, из коих — 11 отдельно стоящих и 5 при сооружениях | 1.452.000 р. |
| Шлюзы-регуляторы — 44 шт. | 1.097.500 „ |
| Поперечные преграждения 5 шт. | 477.215 „ |
| Сбросные шлюзы — 3 шт. | 379.232 „ |
| Итого | 3.405.947 р. |

К ст. ст. 3 и 4.

В настоящем проекте впервые предложены новые конструкции гидротехнических сооружений, дающие значительное снижение стоимости по сравнению с обычно применяемыми конструкциями. Однако, стоимости упомянутых сооружений, вносимые в смету, из осторожности подсчитаны в соответствии с обычно применяемыми в настоящее время конструкциями.

К ст. 3. В том числе:

| | |
|---|---|
| Мосты — 412 шт. | 1.675.024 р. 12 к. |
| Шлюзы-регуляторы — 155 шт. | 942.870 „ 72 „ |
| Поперечные преграждения — 120 шт. | 917.870 „ 36 „ |
| Сбросные шлюзы — 292 шт, | 1.600.023 „ 04 „ |
| Акведуки и дюкеры — 138 шт. | 275.003 „ 96 „ |
| Перепады — 498 шт. | 2.032.172 „ 12 „ |
| Итого | 7.442.964 р. 32 к. |

Таким образом расход на 1 действительно орошаемый гектар от устройства искусственных сооружений на распределительной, водосборной и сбросной сети определится в 7.442.964 : 357.148 = 20 р. 84 к.

К ст. 4.

Смета на искусственные сооружения на мелкой сети (шлюзики-оросители, выпуски на хозяйства, переезды, концевые обделки и пр.) составлена на основании подробных типовых проектов 1916 года для каждой группы их, при чем удельное число сооружений определено по подробному проекту сети для площади в 20.766 действительно орошаемых гектар, лежащих в районе Джиты-Сайской ветви, и проекту сети водосборных каналов и коллекторов для Северо-Западной части Голодной Степи общей площадью в 168.245 гектар действительного орошения.

Стоимость искусственных сооружений на мелкой сети для района Джиты-Сайской ветви, выражается в следующих цифрах:

| | |
|---|---|
| Шлюзики-оросители — 165 шт. | 89.817 р. 75 к. |
| Выпуски на хозяйства — 2.700 шт. | 94.500 „ 00 „ |
| Пропуски оросителей под дорогу — 165 шт. | 53.243 „ 85 „ |
| Выпуски из резервов — 66 шт. | 7.051 „ 44 „ |
| Переезды на полевых дорогах — 1.350 шт. | 218.700 „ 00 „ |
| Концевые обделки оросителей и водосборных канав — 597 шт. | 33.402 „ 15 „ |
| Итого | 496.715 р. 19 к. |

Расход, приходящийся на 1 действительно орошаемый гектар, будет:

496.715 р. 19 к. : 20.766 = 23 р. 92 к.

Стоимость мелких искусственных сооружений на водосборных каналах и коллекторах Северо-Западной части Голодной Степи выражается в следующих цифрах:

| | |
|---|---|
| Переезды — 29 шт. | 14.500 р. 00 к. |
| Впуски оросителей — 277 шт. | 29.594 „ 68 „ |
| Впуски водосборных канав и каналов — 396 шт. | 22.156 „ 20 „ |
| Итого | 66.250 р. 88 к. |

| §§ сметы | Разделы сметы | Статьи раздела | Наименование работ | Стоимость в рублях |
|---|---|---|---|---|
| | | | Раздел VIII—Гражданские сооружения. | |
| 25 | VIII | 1 | Линейные постройки . . . . . | 4.974.366 |
| 26 | VIII | 2 | Административные городки . . . . . | 5.624.856 |
| | | | Итого по разделу VIII-му . . | 10.599.222 |
| | | | Раздел IX—Телефонная сеть. | |
| 27 | IX | 1 | Устройство телефонной сети . . . . . | 902.133 |
| | | | Итого по разделу IX-му . . . | 902.133 |
| | | | Итого по разделам I—IX . . | 106.055.631 |
| | | | Раздел X. | |
| 28 | X | 1 | Трассировка каналов и разбивка сооружений на местности, составление рабочих чертежей и проч. . . . . | 530.278 |
| | | | Итого по разделу X-му . . . | 530.278 |
| | | | Раздел XI—Общие расходы. | |
| 29 | XI | 1 | Содержание строительного штата и общие расходы . . . | 7.848.117 |
| | | | Итого по разделу XI-му . . | 7.848.117 |
| | | | Всего по смете . . . . . | **114.434.026** |
| | | | Кругло . . . . . | **114.434.026** |

Расход, приходящийся на 1 действительно орошаемый гектар, будет:

66.250 р. 88 к. : 168.245 = 39 к.

Следовательно, стоимость искусственных сооружений мелкой сети на всей вновь включаемой в орошение площади на основании вышеприведенных подсчетов определится:

(23 р. 92 к. + 39 к.) × 357.148 = 8.682.267 р. 88 к.

К итогу по разделу VII-му.

Расход от устройства искусственных сооружений на Магистральном и рабочих каналах, на распределительной, водосборной, сбросной и мелкой сетях на 1 действительно орошаемый гектар площади, включаемой в орошение после проведения работ первых очередей, определится:

20.385.075 : 357.148 = 57 р. 08 к.

К разделу VIII-му.

К ст. 1.

| | |
|---|---|
| Линейные постройки на Магистральных и главных каналах | 900.606 р. |
| Линейные постройки на сети . . . . . | 4.073.760 „ |
| Итого . . . | 4.974.366 р. |

К ст. 2.

| | |
|---|---|
| Городок у головного узла сооружений . . . . . | 1.108.890 р. |
| Городки в разных местах вновь орошаемого района . . | 4.515.966 „ |
| Итого . . . . | 5.624.856 р. |

К итогу по разделу VIII-му.

Расход от устройства гражданских сооружений на 1 действительно орошаемый гектар площади, включаемой в орошение после проведения работ первых очередей, определится:

10.599.222 : 357.148 = 29 р. 68 к.

К разделу IX-му.

К ст. 1. В том числе:

| | |
|---|---|
| Разбивка линии . . . . . | 2.880 р. 90 к. |
| Установка столбов . . . . . | 176.112 „ 75 „ |
| Подвеска проводов . . . . . | 399.401 „ 97 „ |
| Аппараты, приборы и материалы . . . . . | 140.861 „ 96 „ |
| Устройство помещений под центральные станции и конторы при них . . . . . | 67.375 „ 00 „ |
| Устройство жилых помещений . . . . . | 115.500 „ 00 „ |
| Итого . . . | 902.132 р. 58 к. |

Стоимость телефонной сети, отнесенная к одному действительно орошаемому гектару, будет:

902.133 : 357.148 = 2 р. 53 к.

К разделу X-му.

К ст. 1.

Стоимость работ по трассировке каналов и разбивке сооружений на местности и по составлению рабочих чертежей исчислена в размере 0,5% от общей суммы по разделам I — IX и определилась в

0.005 × 106.055.631 = 530.278 р.,

что составляет на 1 действительно орошаемый гектар:

530.384 : 278.148 = 1 р. 50 к.

К разделу XI-му.

К ст. 1.

Расходы по содержанию строительного штата и общие расходы, согласно § 6 циркуляра Управления Водного Хозяйства Средней Азии о порядке начисления накладных расходов, определены в размере 7,4% от строительной стоимости всех сооружений и выражаются в сумме:

0.074 × 106.055.631 = 7.848.117 руб.,

что составляет на 1 действительно орошаемый гектар расход в

7.848.117 : 357.148 = 21 р. 97 к.

К итогу по всей смете.

Расход от устройства ирригационной системы на 1 действительно орошаемый гектар площади, дополнительно включаемой в орошение после проведения работ первых очередей, определяется в сумме:

$$\frac{114.434.000}{357.148} = 320 \text{ руб. } 41 \text{ коп.}$$

# СВОДНАЯ СМЕТА

**на дополнительные предприятия первых очередей работ, необходимые для обслуживания вновь орошаемого района, имеющие самостоятельное экономическое значение и самостоятельные источники доходов.**

**На сумму 5.333.000 рублей.**

| №№ сметы | Разделы сметы | Статьи раздела | Наименование работ | Стоимость в рублях |
|---|---|---|---|---|
| | | | Раздел I—Гидроэлектрические станции. | |
| 1 | I | 1 | Джиты-Сайская гидроэлектрическая станция мощностью 7.600 лош. сил . . . . . | 2.761.920 |
| 2 | I | 2 | Электропередача к городу Мирзачулю протяжением в 12 км . . . . . | 155.040 |
| | | | Итого по разделу I-му . . . | 2.916.960 |
| | | | Раздел II—Насосные установки. | |
| 3 | II | 1 | Сарманская временная тепловая насосная станция общей мощностью в 2.000 лош. сил . . . . . | 1.160.236 |

К разделу I-му.

К ст. 1.

Джиты-Сайская гидроэлектрическая станция мощностью в 7.600 лош. сил устраивается на конечном узле Голодностепского Магистрального канала и использует перепад воды в голове Северного рабочего канала. Станция предназначается для снабжения электроэнергией города Мирзачуля, дренажных электронасосных устройств, намеченных в районе существующего орошения, и двух электронасосных установок, предположенных для орошения высоких земель юго-восточной части, временно приключаемых к Голодностепскому Магистральному каналу, так как в дальнейшем после сооружения Южного канала эти земли смогут орошаться самоточно из последнего.

Стоимость устройства Джиты-Сайской гидроэлектрической станции по отдельным категориям работ слагается из следующих сумм:

| | |
|---|---|
| Земляные работы . . . . . | 23.282 р. 71 к. |
| Мостовые работы . . . . . | 55.528 „ 05 „ |
| Бетонные и железо-бетонные работы . . . . . | 749.967 „ 66 „ |
| Электромеханическое оборудование . . . . . | 1.803.416 „ 40 „ |
| Дополнительные работы по расширению Северного Голодностепского и конечного сбросов . . . . | 129.725 „ 64 „ |
| Итого . . . | 2.761.920 р. 46 к. |

Примечание. К моменту печатания настоящей книги, вопрос об очередности постройки гидроэлектрических станций в Голодной Степи, в связи с отведением всей вновь орошаемой территории под крупное совхозное и колхозное строительство, был пересмотрен вновь и, как упоминается об этом в последней главе, постройка Джиты-Сайской станции переносится во вторую очередь, а в первую сооружается более мощная Беговатская гидроэлектрическая станция с годовой выработкой около 123 миллионов киловатт-часов.

Стоимость Беговатской гидроэлектрической станции по предварительным подсчетам определилась в 9 — 10 миллионов рублей.

К ст. 2.

Согласно сметным исчислениям, стоимость устройства одного километра электропередачи Джиты-Сайской гидроэлектрической станции определена в 12.920 рублей, что составляет при общей длине электропередачи до г. Мирзачуля в 12 километров сумму:

$$12.920 \times 12 = 155.040 \text{ руб.}$$

К разделу II-му.

К ст. 1.

Временная Сарманская тепловая насосная станция предназначается для подачи из р. Сыр-Дарьи 10 *куб. м* в сек. в существующую Голодностепскую оросительную систему с двоякой целью: в невегетационной период — в целях возможности полного включения на это время холостой части существующего Северного канала для ведения работ по его переустройству, что позволит сократить общий срок выполнения этих работ; в вегетационный период — для дополнительного питания существующей системы в целях частичного расширения орошаемой площади уже в период строительства.

Сметная стоимость устройства Сарманской станции слагается из следующих сумм:

| | |
|---|---|
| Подводящий канал . . . . . | 131.656 р. 63 к. |
| Питательный канал от станции до Конногвардейского узла . . . . . | 55.214 „ 94 „ |
| Здание станции . . . . . | 44.560 „ 70 „ |
| Гражданские сооружения для обслуживающего персонала . . . . . | 76.725 „ 00 „ |
| Механическое оборудование . . . . . | 852.079 „ 08 „ |
| Итого . . . | 1.160.236 р. 35 к. |

| № сметы | Разделы сметы | Статьи раздела | Наименование работ | Стоимость в рублях |
|---|---|---|---|---|
| 4 | II | 2 | Две электро насосные станции общей мощностью в 3.100 лошадиных сил для орошения 29.175 валовых или 26.250 действительно орошаемых гектар в Юго-Восточной части Голодной Степи . . . . . | 865.544 |
| | | | Итого по разделу II-му . . . | 2.025.780 |
| | | | Итого по разделам I и II-му . | 4.942.740 |
| | | | Раздел III. | |
| 5 | III | 1 | Трассировка каналов и разбивка сооружений на местности, составление рабочих чертежей и пр. . . . . | 24.714 |
| | | | Раздел IV — Общие расходы. | |
| 6 | IV | 1 | Содержание строительного штата и общие расходы . . . | 365.763 |
| | | | Всего по смете . . . . . | 5.333 217 |
| | | | Кругло . . . . . | 5.333.000 |

К ст. 2.

О назначениях указанных электронасосных установок упомянуто в пояснениях к ст. 1 раздела 1 настоящей дополнительной сметы.

Сметная стоимость обеих установок, определенная с учетом использования части механического оборудования Сарманской станции, слагается из следующих сумм:

| | |
|---|---|
| Земляные работы . . . . . | 77.512 р. 52 к. |
| Каменные „ . . . . . | 14.065 „ 04 „ |
| Плотничные „ . . . . . | 30.800 „ 22 „ |
| Бетонные „ . . . . . | 7.699 „ 68 „ |
| Электромеханическое оборудование . . . . . | 297.026 „ 26 „ |
| Гражданские постройки . . . . . | 89.600 „ 00 „ |
| Электропередача . . . . . | 348.840 „ 00 „ |
| Итого . . . | 865.543 р. 72 к. |

Определяя расход от электро-насосных установок на 1 действительно орошаемый гектар, получаем:

$$\frac{865.544}{26.250} = 32 \text{ р. } 97 \text{ к.},$$

К разделу III-му.

К ст. 1.

Стоимость работ по трассировке каналов и разбивке сооружений на местности и по составлению рабочих чертежей исчислена в размере 0,5% от общей суммы по разделам I и II-му:

$$0.005 \times 4.942.740 = 24.713 \text{ р. } 70 \text{ к.}$$

К разделу IV-му.

К ст. 1.

Расходы по содержанию строительного штата и общие расходы, согласно § 6 Циркуляра Управления Водного Хозяйства Средней Азии о порядке начисления накладных расходов, определены в размере 7,4% от строительной стоимости всех сооружений и в нашем случае выражаются в сумме:

$$0.074 \times 4.942.740 = 365.762 \text{ р. } 76 \text{ к.}$$

## RESOLUTION

### of the Supreme Technical Council of the Water Economy Division of the State Planning Board (Gosplan) regarding the scheme of irrigation of the Golodnaya Steppe worked out by professor G. C. Riesenkampf.

After hearing and discussing the general report on the scheme of irrigation of the Golodnaya Steppe delivered by Mr. B. C. Shlegel, member of the Council, and special reports by: Mr. L. P. Rosov, member of the Council,—on soil conditions and duty of water; Mr. D. V. Sokolov, expert,—on hydrology; Mr. N. V. Mastizky, consultant of the Council,—on the head works problem; Mr. B. C. Shlegel, member of the Council—on hydrometry and canal system; Mr. S. F. Zavalishin, consultant of the Council,—on structures; Mr. A. N. Akhutin, consultant of the Council,—on power development and Mr. I. A. Sevastianov, member of the Council,—on economical questions, as well as explanations of the representatives of Central Asiatic Water Economy Department Prof. G. C. Riesenkampf, Engineers Th. P. Morgunenkov and A. N. Gastunsky,—the Council has arrived at the following conclusions:

1. In view of the fact that, aside from the Golodnaya Steppe, there are many other regions situated in the Syr-Daria river basin and needing irrigation and that now available water resources of this basin are not sufficient for irrigation of all lands, the question of securing the quantity of water necessary to put under cultivation the entire area of the Golodnaya Steppe is closely connected with the general scheme of utilization of all water of the Syr-Daria river and its tributaries. Such scheme has been prepared, and soon shall be studied by Central Asiatic Water Economy Department and by the Supreme Technical Council. However the analysis of the regime of the Syr-Daria river as well as all preceding works referring to the distribution of water of this river permit to assert that the region which, according to the proposed scheme is to be irrigated in the first turn, may be provided with full amount of water, necessary for their cultivation.

2. The materials and data presented fulfill the requirements which are to be met by such a scheme according to the ruling of the Council of People's Commissars of the U. S. S. R. of April 23-d 1928.

3. Hydrometry and hydrology are worked out sufficiently well, on the basis of available data covering a period of many years. There are no objections against the values of catastrophical superflood, estimated in the project at from 450 to 540 cubic sagenes per second, as well as against the possible maximum and minimum natural water levels estimated as being at elevations 140.12 and 137.65 sagenes respectively, the above mentioned values serving as the basis for the design of the diversion weir and head works. The diversion of water from the rivers Narin, Kara-Daria and Syr-Daria for the irrigation of new lands in Fergana and the Dalverzin Steppe may influence, from the design points of view, only the lowest river stage, reducing it still more. As however the weir proposed by the project will raise the level of upper pool and the adopted design foresees the possibility of complete lack of water in the lower pool, there are no causes for being afraid of the above mentioned lowering of minimum river stages. The question on silt in the Syr-Daria river has been studied to a degree sufficient for the scheme; for the preliminary project additional investigations in the region of head works will be needed. The regime of silt in the network must be studied

## ПОСТАНОВЛЕНИЕ

### Высшего Водно-Технического Совета при секции Водного хозяйства Госплана СССР по схеме орошения Голодной Степи, составленной проф. Г. К. Ризенкампфом.

Заслушав и обсудив общий доклад члена Совета Б. Х. Шлегеля по схеме орошения Голодной Степи и содоклады члена Совета: Л. П. Розова—по почвенным условиям и гидромодулю, эксперта Д. В. Соколова—по гидрогеологии, консультанта Совета Н. В. Мастицкого—по головной проблеме, члена Совета Б. Х. Шлегеля—по гидрометрии и оросительной сети, консультанта Совета С. Ф. Завалишина—по искусственным сооружениям, консультанта Совета А. Н. Ахутина—по энергетике и Члена Совета И. А. Севастьянова—по экономической части схемы, а также пояснения представителей ГУВХ Средней Азии проф. Г. К. Ризенкампфа и Ф. П. Моргуненкова и инж. А. Н. Гастунского,—Совет пришел к нижеследующим выводам:

1. В связи с тем, что помимо Голодной Степи в бассейне реки Сыр-Дарьи имеется много и других районов, нуждающихся в орошении, и что в этом бассейне наличные водные запасы недостаточны для орошения всего земельного фонда, вопрос об обеспечении всей Голодной Степи потребным количеством воды тесно связан с общей схемой использования водных запасов бассейна р. Сыр-Дарьи. Эта схема в настоящее время составлена и должна в ближайшее время поступить на рассмотрение ГУВХ Средней Азии и ВВТС. Однако, анализ режима р. Сыр-Дарьи и все прежние работы по разверстке вод этой реки позволяют утверждать, что выдвигаемый в рассматриваемой схеме район 1-ой очереди орошения может быть вполне обеспечен водой.

2. Представленные материалы вполне удовлетворяют требованиям, предъявленным к схеме, согласно постановления СНК СССР от 23 апреля—1928 года.

3. Гидрометрия и гидрология разработаны на основании имеющегося многолетнего материала достаточно. Установленные проектом величины катастрофического паводка от 450—540 *куб. саж.* в сек., а также возможные наивысшие и наинизшие естественные горизонты в 140.12 и 137.65 *с.*, положенные в основу расчета плотины и головного сооружения, возражений не встречают. Изъятие воды из р. Нарына, Кара-Дарьи и Сыр-Дарьи для орошения новых земель в Фергане и в Дальверзинской Степи может отразиться с расчетной точки зрения только на минимальном горизонте, понизив его еще более. Однако, предусмотренная проектом водоподъемная плотина и принятый расчет ее с учетом возможности полного отсутствия в нижнем бьефе воды дают основания не опасаться указанного возможного понижения минимальных горизонтов. Исследование режима наносов на р. Сыр-Дарье произведено в достаточной степени для схемы; для предварительного проекта требуется постановка дополнительных исследований в районе головных сооружений. Что же касается составления режима наносов на сети, то таковой должен быть изучен для того, чтобы можно было убедиться, что жесткие требования, предъявляемые составителем проекта к скоростям движения воды в распределительной и мелкой сети, действительно вызываются необходимостью.

4. Представленные при схеме материалы по почвам следует считать достаточными для установления принципов и типов мелиоративных мероприятий в районе Голодной Степи и схематического определения объема первоочередных работ по борьбе с засолением и заболачиванием. Намеченная схема работ 1-ой очереди вполне соответствует почвенной характеристике Голодной Степи.

in order to make sure that the rigid requirements set forth by the author of the scheme regarding the velocities of water in distributaries and laterals are justified.

4. The data on soils contained in the scheme are sufficient for the establishment of principles and types of reclamation measures, required in the Golodnaya Steppe and for the schematical determination of the volume of primary works necessary to fight alkalization and waterlogging. Proposed scheme of the works of the first turn suits fully the soil characteristics of the Golodnaya Steppe.

Together with the presentation of the preliminary project it will be necessary to hand over to the Supreme Technical Council all data in possession of the Central Asiatic Water Economy Dapartment, referring to the soils and hydrogeology of the Golodnaya Steppe.

5. The hydrogeological data are such as to permit the approval of the scheme.

While working out the preliminary project a thoroughful study of all hydrogeological materials collected before will be necessary, and when the construction of the first turn of works will be begun, the investigations and observations of the underground waters will be required in order to determine the necessity and time of putting in operation of the drainage systems in various localities, the preferablity of horizontal or vertical drainage and the possibility of utilization of underground waters for irrigation. In the regions where irrigation is practiced at the present time it is desirable to start such investigations without delay, if possible.

6. The study of diagrams representing the water consumption of the Golodnaya Steppe irrigation system shows:

a) that the watering values as proposed in the scheme for the initial and normal stages of development may be accepted;

b) that regarding the terms and the number of waterings for the main crops, two alternatives of watering practice may be required, instead of those proposed be the project, namely:

1) to shift to the spring, nearer to the sowing period, the presowing irrigation and to foresee in addition three full waterings for cotton at terms indicated by the reporter;

2) to provide for a watering practice 1—3 (that is one irrigation during the budding phase and three irrigations during the blossoming phase); regarding the alfalfa it is necessary to complete the proposed five waterings during the period before the fourth mowing, without reducing the watering value lower than 1100 cu. mtrs per hectare;

c) that there are no objections against the proposed maximum ordinates of the diagrams of water allowance to the fields during the periods of initial and normal development, as these ordinates fully correspond to the first variant of the watering practice and for the second variant they cause an overload not more than 10—12 per cent;

d) that the efficiency as proposed in the scheme may be adopted.

7. The site for head works on the Syr-Daria river at the Begovat village presents the best solution of the problem of the Golodnaya Steppe irrigation; all the head works, therefore, necessary at the present time for the enlargement of irrigated territory of the Golodnaya Steppe, as well as those which will be needed in future, shall be located on this reach of the Syr-Daria river.

Among various schemes of delivering the water to the Golodnaya Steppe from the head structures situated at Begovat, the one proposed by the author of the project (providing two main canals—the Main canal and the Southern canal) is the most expedient and economical. Variants with a connecting branch between the Southern and Northern canals have no advantages and are not justified by any need of the enlargement of irrigated area in the region of existing irrigation.

8. To acknowledge the possibility of approval of the first turn of works, as consisting in the enlargement and reconstruction of the Northern Main canal up to the Jetty-Say terminal structure with the division into two main canals after the Jetty-Say structure (the Northern and the Central canals), and in the construction of the Begovat weir on the Syr-Daria river.

To the time of final approval of the scheme it is necessary to present before the Supreme Technical Council the considerations of the author of the project regarding the possible changes which the scheme may undergo in case if a very slow rate of settlement be assumed and making comparative study of the proposals introduced

При представлении предварительного проекта необходимо представить в ВВТС весь имеющийся в распоряжении ГУВХ Средней Азии почвенный и гидрогеологический материал по Голодной Степи.

5. Материалы по гидрогеологии позволяют утвердить схему.

При разработке предварительного проекта потребуется исчерпывающая обработка всех прежде собранных гидрогеологических материалов, а при приступе к осуществлению проекта 1-ой очереди, постановка соответствующих исследований и наблюдений подземных вод с целью определения в отдельных районах необходимости и времени введения дренажа, предпочтительности применения горизонтального или вертикального дренажа, а также освещения вопроса о возможности использования подземных вод для орошения. В районе существующих поливных площадей желательно поставить такие исследования по возможности безотлагательно.

6. Рассмотрение графиков потребления воды в Голодностепской оросительной системе показывает:

а) что поливная норма начального и нормального периодов может быть принята;

б) в отношении сроков и числа поливов основных культур вместо данных, предложенных проектом, может при эксплоатации потребоваться принятие двух вариантов поливного режима:

1) отнести на весну, ближе к посевам, предпосевный полив и предвидеть еще три полных полива хлопчатника в сроки, указанные докладчиком;

2) обеспечить поливной режим 1 — 3 (т.-е. один полив в фазу бутонизации и три полива в фазу цветения); для люцерны намеченные пять поливов необходимо уложить в период до 4-го укоса ее, не понижая поливных норм для нее ниже 1100 $м^3/га$;

в) расчетные максимальные ординаты графиков отдачи воды на поля для периодов начальной и нормальной техники поливов возражений не вызывают, так как они отвечают полностью первому варианту поливного режима, а при втором варианте вызывают форсировку не свыше 10 — 12%;

г) коэффициент полезного действия, принятый в проекте, не вызывает возражений.

7. Предложенное схемой расположение головных сооружений на р. Сыр-Дарье у кишлака Беговат является наиболее рациональным разрешением проблемы орошения Голодной Степи, почему к этому участку р. Сыр-Дарьи должны быть приурочены все головные сооружения, необходимые как в настоящее время для расширения территории орошения Голодной Степи, так и в дальнейшем.

Из всех схем питания Голодной Степи водой из Беговатского узла, предлагаемая составителем проекта схема подачи воды двумя Магистральными каналами (главным Магистральным и Южным каналами) — является наиболее целесообразной и экономичной. Варианты же с передаточной ветвью из Южного канала в Северный невыгодны и не оправдываются какой бы то ни было потребностью расширения орошаемой площади в районе существующего орошения.

8. Признать возможным утвердить первую очередь работ в виде расширения и переустройства Северного Магистрального канала до Джиты-Сайского узла, с устройством Беговатской плотины на р. Сыр-Дарье, с разделением от Джиты-Сайского узла на 2 магистральных канала: Северный и Центральный рабочие каналы.

Ко времени окончательного утверждения схемы необходимо представить в ВВТС соображения составителя проекта о возможных изменениях схемы применительно к предположениям крайне медленного темпа освоения со сравнительной оценкой предложений, выдвинутых в Совете одним из докладчиков, инженером Н. В. Мастицким, а также инженерами А. Н. Гастунским и Ф. П. Моргуненковым.

9. Южный Магистральный канал признать необходимым отнести к работам второй очереди. К рассмотрению предварительного проекта Беговатской плотины представить данные рекогносцировочных исследований Нуратинской Степи, освещающие величину и качества земельного фонда, могущего быть орошенным из р. Сыр-Дарьи. Ко времени окончательного утверждения схемы требуется производство хотя бы рекогносцировки с целью выяснения возможности и целесообразности орошения этого района и требований, предъявляемых им к отметке горизонта воды у Беговатской плотины.

10. Исчисления земельного фонда Голодной Степи, классификация почв в зонах командования отдельных Магистральных каналов, а также соотношение между действительно орошенной и валовой площадью в 0,88 возможно признать как произведенные с достаточной точностью.

before the Council by one of the reporters—Mr. N. V. Mastizky and by engineers A. N. Gastunsky and Th. P. Morgunenkov.

9. To consider the Southern Main canal as belonging to the works of the second turn. To prepare to the time when the preliminary project of the Begovat weir will be studied the data of reconnoissance investigations of the Nura-Tau Steppe as to the amount and quality of lands there, which might be irrigated by the Syr-Daria river water.

To the time of the final confirmation of the scheme it will be necessary to have though a reconnoissance survey in order to ascertain the feasibility and expedience of the irrigation of that region and the elevation of water level at the Begovat weir which shall be maintained to make possible such irrigation.

10. The evaluation of the land resources of Golodnaya Steppe and the classification of soils in the commandment zones of various main canals have been made with sufficient accuracy; the ratio of the actually irrigated area to the gross area estimated at 0.88 has also been selected sufficiently correct. The area to be irrigated at first turn as equal to 463,050 gross hectares is determined correctly and increases by 396,130 gross hectares. The realization of the scheme will guarantee the water supply for the existing irrigated areas, which, in case of over loading of the present canal, would be subjected to a serious menace.

11. Proposed measures having in view the fighting against alkalization and water-logging of lands and consisting in the construction of horizontal drainage systems covering about 36,500 net hectares and of vertical drainage systems over an area of 9,755 hectares are planned correctly.

The inclusion of the cost of the vertical drainage construction over an area of 57,083 net hectares into the estimate for the works of the first turn, while such drainage may be needed only in 5 or 7 years after the beginning of irrigation of the new lands, is expedient, and, as regards the calculation of the cost of irrigation per one hectare, is allowing a sufficient margin of safety. The computations of the author of the project referring to the drainage of the entire area of the Golodnaya Steppe are correct.

The cost of those works may de finally determined after the completion af the experiments, being made in the Golodnaya Steppe; now, however there are no reasons to consider the cost calculated in the project as being too small.

In the preliminary project it will be necessary to present an alternative design of the horizontal drainage, made with taking into account the optimum conditions of run off during the irrigation season.

12. The reconstruction and lining with concrete of the Main canal up to the Jetty-Say has been worked out to a degree sufficient for a scheme; the comparison of concrete lined bed with earth channel and with channel protected with stone paving has shown that the concrete lined canal is the most expedient and economical one. It would be hardly justified to fix at the present time the cost of revetment of the canal, owing to the lack of corresponding experience; this cost must be accurately determined later while preparing the preliminary project, on the basis of data which will result from the experimental construction, which is now going on in the Golodnaya Steppe.

13. The site of the division structure of Jetty-Say and the location of the terminal reach of the Main canal (from sta. 364) according to scheme VI as selected after careful comparison of a series of alternative solutions are correct.

14. The schematic designs of the Northern and Central canals have been worked out to a sufficient fullness and their finally proposed alternatives are selected after careful consideration.

15. There are no objections against the proposed principles of layout of the distributaries, regarding their arrangement in plan and profile, as well as against the principles of their design. As to the design of the network of laterals, it must be in the preliminary project so arranged as to suit the types of settlements planned for the Golodnaya Steppe, i. e. the soviet farms (sovkhoz) and collective farms (colkhoz).

16. The cost of the works of the first turn may be estimated approximately at rbs 116,000,000 on the basis of prices which prevailed in 1926/27.

17. The elevation of the upper pool of the Begovat weir, assumed to be equal to 140.80 sagenes may be accepted as sufficiently justified, as far as there will be

Определение площади орошения первой очереди в 463.050 валовых гектар с приростом площади в 396.130 валовых гектар произведено правильно. Осуществление схемы обеспечивает существующую орошаемую площадь водой, которая в случае форсировки существующего канала могла бы оказаться в ближайшее время под серьезной угрозой.

11. Мероприятия по борьбе с засолением и заболачиванием, состоящие в устройстве горизонтального дренажа ориентировочно на площади нетто в 36.500 гектар и вертикального на площади в 9.755 гектар, намечены правильно.

Внесение в смету работ первой очереди стоимости устройства вертикального дренажа на площади нетто в 57.083 гектар, которое может понадобиться через 5 — 7 лет после начала орошения новых земель, надо признать целесообразным и, с точки зрения исчисления стоимости орошения 1 гектара, являющимся достаточной страховкой. Расчеты составителя проекта в отношении дренирования всей площади Голодной Степи надо признать правильными.

Стоимость этих работ окончательно может быть установлена после окончания опытных работ в Голодной Степи, однако нет пока оснований исчисленную стоимость считать преуменьшенной.

В предварительном проекте необходимо представление варианта расчета горизонтального дренажа на оптимальные условия стока поливного периода.

12. Переустройство Магистрального канала до Джиты-Сайского узла, с бетонированием его русла, для схемы разработано достаточно и на основании сравнения с вариантами в земляном русле, а также в русле с каменной отмосткой доказано, что бетонированный канал явится наиболее рациональным и экономическим решением. Стоимость устройства одежды канала едва ли было бы правильным фиксировать теперь же, в виду отсутствия надлежащего опыта; она должна быть уточнена при составлении предварительного проекта на основании материалов производящегося ныне опытного строительства в Голодной Степи.

13. Место устройства конечного узла в Джиты-Сае и направление конечного участка Магистрального канала (от 364 пикета), по VI схеме, выбранные в результате тщательного сравнения ряда вариантов установлены правильно.

14. Схематические проекты Северного и Центрального рабочих каналов разработаны с достаточной полнотой и окончательно предложенные их варианты обоснованы.

15. Принципы разбивки сети распределителей в плане и в профиле, а также и основания расчета их возражений не встречают. Что касается проектировки сети оросителей, то таковая в предварительном проекте должна быть увязана с намечаемым типом освоения в Голодной Степи — совхозами и колхозами.

16. Стоимость работ первой очереди можно определить ориентировочно в 116 милл. руб. по ценам 1926/27 г.

17. Отметка подпорного горизонта Беговатской плотины 140,80 *саж.* может быть принята как достаточно обоснованная, поскольку не возникнут поправки со стороны требования орошения Нуратинского района (см. п. 9).

18. Типовые проекты искусственных сооружений возражений не вызывают, но требуют, в виду их новизны, производства поверочных опытов.

19. Общая схема электрификации Голодной Степи, предусматривающая устройство Беговатской станции средней мощностью в 26.000 л. с., Джиты-Сайской — средней мощностью в 6.500 л. с. и 4 мелких установок, общей мощностью около 5.000 л. с. — запроектирована рационально.

При составлении предварительного проекта необходимо уточнить потребление энергии и очередность выполнения работ по устройству указанных гидростанций.

20. В условиях современного хозяйства Голодной Степи запроектированные составителем проекта, применительно заданным ему условиям, типы хозяйства и варианты загрузки ирригационной системы хозяйствами с искусственной дифференциацией их мощности по признакам культурно-бытового облика национальных групп населения являются ненормальными.

При составлении предварительного проекта необходимо проработать экономическую часть схемы на следующих основах:

1) Положить в основу проектирования прежде всего организацию крупных совхозов в комбинате с хлопкоочистительными заводами, всю остальную территорию запроектировать под колхозы на базе развертывания работы межселенных машино-тракторных станций.

no changes due to the requirements of irrigation in the Nura-Tau region (see paragraph 9).

18. There are no objections against the adopted typical designs of structures, but in view of their novelty, they require checking by experiments.

19. The general scheme of electrification of the Golodnaya Steppe foreseeing the construction of the Begovat hydroelectric plant of 26,000 HP average capacity, of the Jetty-Say plant of 6,500 HP average capacity and of 4 small plants of about 5,000 HP total capacity, is expedient.

In preparing the preliminary project it will be necessary to determine more accurately and with more detail the consumption of power and the sequence in construction of the above mentioned plants.

20. Taking into account the present state of farming in the Golodnaya Steppe, the types of farms designed by the author of the project (in accordance with conditions put to him) and variants of the charging of the irrigation system by these farms, are abnormal, because the sizes of farms are artificially differentiated according to the cultural and economical difference between the various national groups of population.

In preparing the preliminary project it will be necessary to work out the economic part of the scheme on the following principles:

1) The whole design must be based mainly on the organization of large state operated soviet farms (sovkhoz) in combination with cotton mills; the remaining territory must be allotted to the collective farms (colkhoz) on the basis of development of intervillage tractor and machine stations.

2) To include into the general system of collective farms to be organized on the basis of tractor and machine stations, the villages situated on the existing (and subject to reconstruction) irrigation system of the Golodnaya Steppe.

3) To work out anew the plan of charging the irrigation system and to recalculate the cost of settlement in connection with the new plan.

4) To work out the question of reducing the normal size of land lots for Kazak families participating in collective farms (colkhoz) so that the land lots of all members of collective farms (colkhoz) be equal independently of the nationality and sex.

5) To work out the question of the optimum radii of the zones of influence of cotton mills in order to establish their type, number, location, output and the best effect on the cotton growing in the Golodnaya Steppe in connection with the soviet farms (sovkhoz) and machine and tractor stations.

6) To work out the ways and means of combining in various soviet (sovkhoz) and collective (colkhoz) farms of crop growing with pasturage-cattle-raising (utilizing the pasturage areas of the Golodnaya Steppe) and of crop growing with intensive cattle growing (utilizing the large areas of alfalfa) and having in view the organization of industry based on the products of cattle growing.

21. It ts acknowledged that under the assumption of the above mentioned principles of organization of the territory of the Golodnaya Steppe, the type of village planning, proposed by the author of the project and consisting essentially in establishing the „strips of life", is entirely rational, it will be necessary however in the process of preparation of the preliminary project, to clear up the following questions:

1) The organization and location of towns, industrial centers and areas for social needs (of the 1-st and 2-d orders) together with the approximate estimates of cost of arrangement and equipment of the areas allotted for social needs.

2) The organization of the system of roads and especially the calculation of cost of the necessary minimum amount of high way.

3) The organization of trunk and local railroads with general data regarding their cost.

4) The approximate calculation of the general cost of dwelling construction, water supply and other equipment.

5) The approximate calculation of the necessary minimum amount of motor cars and trucks.

22. In view of the above mentioned necessity of the economic base of the schematic project, it is not possible to determine quantitatively and finally how profitable the whole Golodnaya Steppe enterprise will be. However the economic importance of the irrigation in the Golodnaya Steppe of 406,800 hectares of new lands, which may

2) Включить в общую колхозную сеть, организуемую на базе машино-тракторных станций, поселки, находящиеся на реконструируемой оросительной системе Голодной Степи.

3) Переработать план загрузки ирригационной системы и пересчитать в связи с этим стоимость освоения.

4) Разработать вопрос о снижении нормы наделения казакской семьи в колхозах с тем, чтобы эти доли у членов колхоза были равным, независимо от национальности и пола.

5) Разработать вопрос об оптимальных радиусах сферы влияния хлопкоочистительных заводов для установления их типа, числа и расположения, загрузки и оптимального ирригационного воздействия на хлопководческое хозяйство Голодной Степи вместе с совхозами и машино-тракторными станциями.

6) Разработать вопрос о формах сочетания в различных совхозах и колхозах полеводства с пастбищным скотоводством при использовании пастбищных территорий Голодной Степи и полеводства с интенсивным животноводством, имея в виду рациональное использование высокого люцернового клина и организацию переработки продукции животноводства.

21. Признавая предложенный составителем проекта поселковый тип „полосами жизни" вполне рациональным при вышеизложенных основах организации территории Голодной Степи, в предварительном проекте необходимо осветить следующие вопросы:

1) Организацию и местоположение городов, промышленных центров и общественных площадей 1-го и 2-го порядков с ориентировочными расчетами стоимости оборудования площадей общественного пользования.

2) Организацию дорожной сети и в первую очередь расчет стоимости минимально необходимой сети шоссейных дорог.

3) Организацию линии железных дорог и подъездных путей с общими данными об их стоимости.

4) Ориентировочные расчеты общей стоимости жилищного строительства, водоснабжения и прочего оборудования.

5) Ориентировочные расчеты минимально необходимого автотранспорта.

22. Вышеуказанная необходимость в переработке хозяйственных основ схематического проекта не дает возможности количественно окончательно установить степень рентабельности хозяйства Голодной Степи. Однако, народно-хозяйственное значение нового орошения 406.800 гектар в Голодной Степи, которое может дать ежегодно 88.00—105.000 тонн хлопкового волокна (т.-е. 77%—93% от импорта иностранного хлопка планового 1932/33 г.) на сумму 94—113 милл. руб. в золотой валюте, вполне оправдывает исчисленные проектом затраты на ирригацию, вместе с ирригационным освоением, в 163 милл. руб. и даже допускает повышение таковых в связи с преимуществами предполагаемого освоения Голодной Степи путем устройства совхозов и колхозов.

22. Вышеприведенное постановление считать предварительным в связи с назначением иностранной экспертизы и желательности выяснения вопроса об орошении Нуратинской Степи (п. п. 9 и 17).

24. Для составления предварительного проекта ГУВХ Средней Азии имеет представить в ВВТС программу и смету на необходимые для этого исследования и изыскания в соответствии с настоящим постановлением.

---

produce annually about 88,000—105,000 tons of cotton fibre (that is about 77—93 per cent of foreign cotton which it is proposed to import according to the plan in 1932/33), costing about 94—113 millions of gold roubles,—fully justifies the expenditure of 163 millions of roubles for the irrigation and land settlement, as calculated in the project; it is even admissible to increase this expenditure in connection with advantages of the proposed scheme of settlement by means of creating soviet (sovkhoz) and collective (colkhoz) farms.

23. In connection with the appointment of foreign experts and the desirability of clearing up the question of irrigation in the Nura-Tau Steppe (p. p. 9 and 17) all aforesaid is be considered as a preliminary opinion.

24. For the preparation of the preliminary project the Central Asiatic Water Economy Department is requested to submit to the Supreme Technical Council the programme of investigations and surveys which it is necessary to make in accordance with the present resolution, as well as an estimate of cost of such investigations and surveys.

# R E P O R T

on Golondnaya Steppe irrigation project by A. P. Davis.

# Д О К Л А Д

инж. А. П. Дэвиса о проекте орошения Голодной Степи.

## REPORT ON GOLODNAYA STEPPE

### irrigation project by Arthur Powell Davis.

**The cotton problem.**

Less than half of the cotton fibre needed in the Soviet Union is produced within its borders, the balance being imported from abroad, expecially America. Most of the agricultural land of Russia has too short a growing season to mature the cotton fibre, and the southern portions, where the summers are sufficiently long and hot, are mostly arid and depend upon irrigation for successful cotton culture.

Fortunately there are in Central Asia large areas of valley lands in the Amu-Daria and Syr-Daria valleys having a suitable climate for cotton, where the waters of these streams can be utilized for irrigation on such areas, and it appears that a sufficient area can thus be feasibly irrigated to furnish a complete solution of this cotton problem, and the Soviet Government has embarked upon the laudable enterprise of developing such lands for that purpose. The large unused water supply in both these rivers, and its discharge mainly in the vegetation season, make them especially adapted to such use.

The production on Soviet soil of sufficient cotton to serve Soviet Union needs and perhaps to produce a surplus for export, would deprive the southern parts of the United States of one of its customers for cotton, and it might be supposed that this results would be detrimental to American interests, but such is not the case.

The exclusive production of cotton on so much land in the southern states has depleted the soil fertility until the yield is very low and in most years not profitable. The thinking men of America have long realized that such extensive production of cotton in the southern states is undesirable and should be replaced by a system of crop rotation it which food production and legumes would take prominence, and the acreage of cotton reduced at least one-half. A leading United States senator from a southern state, who is well versed in this problem has stated this in the following language: „The greatest blessing that ever came to the South, was the abolition of slavery, and the next greatest blessing was the boll weevil". The boll weevil of course discourages the culture of cotton. The replacement of this crop by corn and leguminous products, would promote the breeding of live stock, renew the fertility of the soil, and thus increase the prosperity of agriculture.

This policy would decrease the cotton supply, which furnishes an additional reason for the Soviet Union to extend her cotton production.

**The Golodnaya Steppe.**

The vast arid plain called the Golodnaya Steppe is a triangular area of more than a million hectares, roughly bounded on the the North and East by the Syr-Daria river, on the South by the northern slopes of Turkestan mountains, and the West by the Kizil-Kum desert of drifting sands. Most of this plain lies at an elevation lower than the bed of Syr-Daria river, where it approaches the south-eastern corner of this area near the village of Kaznak, and the topography is favourable for the application of its waters thereto for irrigation.

Projects for utilizing the Syr-Daria for irrigation have been studied and advocated in the past, and a number of diversions have been attempted since the Russian conquest: The latest, largest and most successful of these, is the Golodnaya Steppe

# ДОКЛАД

## инженера Артура П. Дэвиса о проекте орошения Голодной Степи [1]).

**Проблема хлопка.**

В пределах Советского Союза производится меньше половины необходимого для него хлопкового волокна, остальное же количество импортируется из-заграницы, преимущественно из Америки. В большинстве земледельческих районов России вегетационный период не имеет той продолжительности, которая давала бы возможность вызревания хлопка, а южные окраины, обладающие достаточно продолжительным и жарким летом, по большей части засушливы и со стороны успешного разведения хлопка вполне зависят от орошения.

Благоприятному выходу из такого положения может помочь наличность в Средней Азии обширных площадей по долинам Аму-Дарьи и Сырь-Дарьи, где климат вполне подходит для хлопководства, а воды этих рек дают возможность использования их для орошения. Можно полагать, что если орошение охватит достаточное количество земель, то хлопковая проблема будет разрешена полностью. В настоящее время Советское Правительство приступило к весьма важным работам по использованию этих земель для указанных целей. Обширные, но неиспользованные водные рессурсы обеих названных рек, особенно же их расходы в вегетационный период, как нельзя более подходят для этой цели.

Развитие собственного хлопководства СССР до полного удовлетворения внутренней потребности и, может быть, даже для вывоза заграницу некоторых излишков, как будто, лишит Юг Соединенных Штатов одного из обычных покупателей хлопка; можно предположить даже, что это вредно отразится на интересах Америки. Однако, это не так.

Чрезвычайное распространение хлопководства в Южных Штатах привело к истощению почв, урожаи стали весьма низки и очень часто нерентабельны. Для американцев, учитывающих создавшееся положение, стало ясно, что такое расширение хлопковых площадей нежелательно, что оно должно уступить место севообороту с большим количеством продовольственных и в частности бобовых растений, а общая площадь под хлопком должна быть сокращена, по крайней мере, вдвое. Один видный сенатор от одного из южных Штатов, прекрасно знакомый с этим вопросом, высказался по этому поводу в такой форме: „Величайшее благодеяния, которое когда-либо выпадало на долю Юга, было уничтожение рабства, а следующим величайшим благодеянием оказалось появление хлопкового долгоносика". В самом деле, этот вредитель способствует сокращению хлопководства. Вытеснение хлопчатника злаками и бобовыми растениями привело бы к развитию животноводства, поднятию плодородия почв и тем самым к общему успеху сельского хозяйства.

Возможно, такая политика уменьшит общее производство и отпуск хлопка, а это составляет для СССР дополнительные доводы за расширение своего собственного хлопководства.

**Голодная Степь.**

Обширная, засушливая и безводная равнина, именуемая Голодной Степью, представляет собою треугольник площадью свыше миллиона гектар. За приблизительную границу ее можно принять на севере и востоке — р. Сыр-Дарью, на юге — северные склоны Туркестанского хребта, на западе — сыпучие пески пустыни Кызыл-Кум. Большая часть этой равнины имеет отметку ниже,

---

[1]) Русский текст доклада инж. А. Дэвиса печатается в том переводе, в котором был представлен в Высший Водно-Технический Совет, за исключением немногих мест, частично проредактированных для придания ясности.

canal, completed in 1913, which extended the irrigation in Golodnaya Steppe, to its present development.

This system has a concrete heading without a deverting dam, near Begovat village on the left bank of the Syr-Daria 2½ kilometers from the railroad station at Khilkovo. It runs roughly parallel to the river about 41 kilometers to Konnoguardeisky village where it divides into two branches, the Right branch continuing nearly the same direction, and the Left branch turning westward for a distance of 20 kilometers, and then north-westward. According to the report of „Upragol", the following situation existed in 1928 under this system:

**Irrigation under Golodnaya Steppe canal.**

| | |
|---|---|
| Maximum diversion of Main canal | 70.5 cubic meters per second. |
| Total area commanded by existing Main canal | 166,897 ha |
| Area provided with distribution system: | |
| Area irrigable at present | 92,348 ha |
| Alkali land | 28,633 „ |
| Irrigated in 1928 | 66,919 „ |
| Cultivated in cotton | 58.84% |
| Cultivated in alfalfa | 20.75% |
| Cultivated in grain | 6.2% |
| Miscellaneous field crops | 9.55% |
| Total | 95.34% |
| Buildings, gardens and vegetables | 4.66% |

Table No 1. **Results of irrigating on Golodnaya Steppe.**

| | Irrigated area, hectares | | Mean yield cotton, poods | Maximum discharge at heading c. m./sec. | Maximum discharge 1000 ha at heading c. m./sec. | Discharge per 1000 ha at field c. m./sec. | Coef-effi-cency | % Cot-ton |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Net area | Cotton | | | | | | |
| 1922 | 22357 | 2916 | — | 49.0 | 2.19 | — | — | 13.0 |
| 1923 | 37540 | 18353 | — | 54.8 | 1.46 | — | — | 48.9 |
| 1924 | 49541[1] / 50138 | 30738 | — | 59.0 | 1.19 / 1.18 | 0.47 / 0.46 | 0.36 | 61.5 |
| 1925 | 39884[1] / 43577 | 23019 | — | 59.5 | 1.49 / 1.37 | 0.57 / 0.52 | 0 38 | 52.8 |
| 1926 | 49181[1] / 52722 | 27016 | 48.1 | 67.0 | 1.36 / 1.27 | 0.57 / 0.53 | 0.42 | 51.8 |
| 1927 | 53792[1] / 58832 | 31145 | 69.0 | 73.0 | 1.35 / 1.24 | 0.65 / 0 60 | 0.48 | 52.9 |
| 1928 | 62666[1] / 66919 | 39375 | 60.1[2] | 70.5 | 1.12 / 1.05 | 0.59 / 0.56 | 0.52 | 58.8 |

Development of the entire Golodnaya Steppe has been studied with some interruptions for nearly 16 years. Many alternatives have been examined and compared, and it is now proposed to begin early construction on the approved project, which is discussed in the following pages.

**New Colodnaya Steppe irrigation project.**

The project for irrigating the Golodnaya Steppe from the Syr-Daria river, herein discussed, is that proposed by Prof. G. C. Riesenkampf, as described in certain reports heretofore furnished for study, and comprises among others, the following salient features.

The project includes the construction of a diversion weir just below the head works of the Golodnaya Steppe canal now in use, near the village of Begovat, with normal backwater surface at 140.8 sagenes, or 300.4 meters above sea level. It is to be provided with sluicing works to prevent the entrance of gravel, sand and silt into the canals.

[1]) In column 2 the upper figures denote areas exclusive grain.
[2]) Estimated before harvest.

чем р. Сыр-Дарья в том месте, где она подходит к юго-восточному углу этого треугольника, близ кишлака Казнак, и поэтому рельеф благоприятствует подаче воды для орошения.

Проекты использования Сыр-Дарьи для ирригационных целей разрабатывались и принимались уже раньше, а первые попытки подать воду в Степь относятся еще ко времени завоевания Туркестана русскими. Позднейшей, наиболее крупной и весьма успешной из них явилось сооружение Голодностепского канала, законченного в 1913 году, благодаря которому орошение Голодной Степи достигло современного состояния.

Существующая система имеет бетонное головное сооружение без плотины вблизи кишлака Беговат, на левом берегу Сыр-Дарьи, в $2^1/_2$ километрах от железно-дорожной станции Хилково. Канал идет приблизительно параллельно реке на протяжении около 41 километра до селения Конногвардейского. Здесь канал делится на две ветви, причем Правая ветвь продолжается в прежнем направлении, а Левая 20 километров идет на запад, а потом поворачивается на северо-запад. По отчету Упрагола система характеризовалась в 1928 году такими данными:

**Орошение в районе командования Голодностепского канала.**

| | |
|---|---|
| Максимальный расход Магистрального канала | 70,5 куб. м./сек. |
| Общая площадь командования существующего Магистрального канала | 166.897 га |
| Площадь охватываемая существующими распределителями: | |
| Площадь возможного в настоящее время орошения | 92.248 „ |
| Засоленные земли | 28.633 „ |
| Орошалось в 1928 г. | 66.919 „ |
| из них: занято под хлопком | 58,84% |
| „ „ люцерной | 20,75% |
| „ „ зерновыми культурами | 6,20% |
| „ „ прочими культурами | 9,55% |
| Итого | 95,34% |
| „ под усадьбами, садами и бахчами с огородами | 4,66% |

Таблица № 1. Результаты орошения Голодной Степи.

| | Орошенная площадь в га нетто | | Средний урожай хлопка в га | Максимальный расход в голове в куб. мт. в сек. | Максимальный расход в голове на 1000 га в куб. мт. в сек. | Расход на 1000 га на полях в куб. мт./сек. | Коэффициент полезного действия | % хлопка |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Общая | Под хлопком | | | | | | |
| 1922 . . | 22 357 | 2 916 | — | 49,0 | 2,19 | — | — | 13,0 |
| 1923 . . | 37 540 | 18 353 | — | 54,8 | 1,46 | — | — | 48,9 |
| 1924 . . | 49 541 [1] / 50 138 | 30 738 | — | 59,0 | 1,19 / 1,18 | 0,47 / 0,46 | 0,36 | 61,5 |
| 1925 . . | 39 884 [1] / 43 577 | 23 019 | — | 59,5 | 1,49 / 1,37 | 0,57 / 0,52 | 0,38 | 52,8 |
| 1926 . . | 49 181 [1] / 52 722 | 27 016 | 48,1 | 67,0 | 1,36 / 1,27 | 0,57 / 0,53 | 0,42 | 51,8 |
| 1927 . . | 53 792 [1] / 58 832 | 31 145 | 69,0 | 73,0 | 1,35 / 1,24 | 0,65 / 0,60 | 0,48 | 52,9 |
| 1928 . . | 62 666 [1] / 66 919 | 39 375 | 60,1 [2] | 70,5 | 1,12 / 1,05 | 0,59 / 0,56 | 0,52 | 58,8 |

Всестороннее изучение проблемы орошения всей Голодной Степи продолжалось, с некоторыми перерывами почти 16 лет. Разработан и сопоставлен целый ряд вариантов и в настоящее время предположено в недалеком будущем приступить к осуществлению принятого проекта, обсуждению которого посвящены дальнейшие страницы.

**Новый проект орошения Голодной Степи.**

Рассматриваемый проект орошения Голодной Степи водами р. Сыр-Дарьи предложен проф. Г. К. Ризенкампфом и обнимает собою большое количество разработанных материалов, представленных на заключение.

Проект включает в себя сооружение плотины непосредственно вниз по реке, ниже головного сооружения существующего Голодностепского канала, вблизи кишлака

[1]) Числители во втором столбце показывают площади за исключением зерновых культур.
[2]) Исчислено до сбора урожая.

The approved project proposes that the existing canal be lined from the head works to a distance of 38.8 kilometers, thus providing a normal capacity of 233 cubic meters per second, but provided with such a freeboard, as will give it an emergency capacity of 274 cubic meters per second, which is about the capacity of the head gates. At kilometer 38.8 the Main Canal as proposed, is to occupy a new location for a distance of 19.2 kilometers and than will divide into two branches called the Northrn canal and the Central canal, having capacities respectively, of 119 cubic meters per second and 89 cubic meters per second, which are to be susceptible of increases along certain sections for emergency use.

At the terminus of the Main canal where it divides into the Northern and Central branches, it is proposed to construct an emergency wasteway, 6 kilometers in length capable of discharging 97 cubic meters per second, which will waste into the alkaline depression called „Jetty-Say", which in turn will empty by means of a small canal into the drain collector Sardoba—Arna-Say. This use of Jetty-Say depression is to be rare, and only in case of break or other emergency, and for sluicing silt from the Main canal.

Another canal, to be called the Southern Main canal is to take water from the Begovat weir, to irrigate about 107,000 hectares of land by gravity and about 50,000 hectares by pumping from this Southern canal, which might be irrigated by gravity if a canal were provided at a higher elevation. By this Southern canal also, it is possible to cover about 220,000 hectares of land in Nura-Tau Steppe, the feasibility and details of which have not been fully investigated. The construction of the Southern canal is not to be undertaken until after the other works are built, and is to be further studied.

It is proposed to establish 5 or 6 hydro-electric plants at the following points, where water can be used for power, and the same water used afterwards for irrigation:

| | Head. | | H. P. Capacity |
|---|---|---|---|
| 1. Begovat on Southern canal km. 5 . . . . . | 8.45 to 9.93 | | 27,900 |
| 2. On the Golodnaya Steppe Main canal km. 33 . . . . . | 3.98 | | 725 |
| 3. On terminal structure (Jetty Say) on Golodnaya Steppe Main canal km. 56 . . . . . | 5.37 | 6.62 | 7,600 |
| 4. On terminal structure of branch of Central canal km. 41.5 . . . . . | 3.8 | | 390 |
| 5. On Central canal at head of its branch km. 60 . . . . | 5.1 | | 2,000 |
| 6. On Southern canal at a possible additional feeding of the Central canal km. 48 . . . . . | 13.0 | | Depending on discharge |

Sequence of construction.

It is proposed to construct and develop the Golodnaya Steppe project in successive stages or „turns", from considerations of economy, with a view to securing economic results as soon as possible.

It is proposed in the first turn to build the Begovat weir, the Main canal, the Central canal, together with the lateral systems necessary to apply to the land the water carried by those canals. Also the development of power at Jetty-Say where an installation of 7,600 gross horse power is proposed.

The second turn will be started after the construction of the first turn shall have been nearly or quite completed and the works in use, or it may be postponed to await experience with the works of the first turn; or it may be further delayed by slow settlement, or other difficulties with the first turn, or by lack of funds.

The works of the second turn will be the construction of the South canal, and whatever power development appears advisable at that time. It will provide for the complete development of all gravity irrigation contemplated from the Main, North, Middle and South canals.

There are considerable areas of land too high for gravity irrigation from the proposed works, but which can be reached by moderate pumping lifts, which are proposed for development in later years after the construction of the works of the first and second turns.

Soils of Golodnaya Steppe.

Extensive studies of the soils Golodnaya of Steppe have been made, and the soils classified under the direction of Prof. N. A. Dimo.

Беговат с нормальной отметкой верхнего бьефа 140,8 саженей или 300,4 метра над уровнем моря. В плотине предусмотрены промывные шлюзы для создания условий, обеспечивающих непопадание в каналы гравия, песку и ила.

Согласно принятого проекта, существующий канал облицовывается на протяжении 38,8 километров от головного сооружения, с обеспечением нормальной пропускной способности в 233 куб. метра в секунду, при чем предусмотренное превышение дамб и берм над горизонтом воды в канале допускает пропуск форсированного расхода в 274 куб. м. в сек., который близко подходит к пропускной способности головного сооружения.

С 38,8 километра Магистральный канал продолжается еще на 19,2 километра по новой трассе и затем делится на две ветви, именуемые Северным и Центральным каналами, с соответственными пропускными способностями в 119 и 89 куб. метр. в секунду, с возможностью форсирования на тех или иных участках, в случае надобности.

На конечном узле Магистрального канала, там, где он делится на Северную и Центральную ветви, предполагается устроить катастрофический сброс, длиною в 6 километров, с пропускной способностью в 97 куб. метров в секунду и с выходом в засоленное понижение Джиты-Сай, из которого в свою очередь вода будет отводиться посредством небольшого канала в Сардоба—Арна-Сайский коллектор.

Подобное пользование Джиты-Сайским понижением может потребоваться только в исключительных случаях катастрофы или избыточного наполнения по каким-либо другим причинам, а также в случае промывки наносов из Магистрального канала.

Другой канал, называемый Южным, выходит у Беговатской плотины для самотечного орошения около 107.000 гектар и машинного орошения около 50.000 гектар из этого Южного канала. Последние могут орошаться самотеком, если канал будет иметь более высокую отметку. Этот Южный канал может также оросить около 220.000 гектар в Нуратинской Степи, возможность орошения которой еще недостаточно полно обследована.

Сооружение Южного канала не следует начинать пока не будет выстроены другие сооружения и вопрос о нем подлежит дальнейшему изучению.

Предположено установить 5 или 6 гидроэлектрических станций в следующих пунктах, где вода может быть использована одновременно для силовых установок и орошения:

| | Напор | Мощность |
|---|---|---|
| 1. Беговат, на Южном канале, 5 км . . . . . | 8,45 до 9,93 | 27.900 лош. сил |
| 2. На Голодностепском Главном канале, 38 км . . . . . | 3,98 „ — | 725 „ |
| 3. На конечном сооружении Голодностепского главного канала (Джиты-Сай), 56 км . . . . . | 5,37 „ 6,62 | 7 600 „ |
| 4. На конечном сооружении ветви Центрального канала, 41,5 км . . . . . | 3,8 „ — | 390 „ |
| 5. На Центральном канале, у головы его ветви, 60 км . . | 5,2 „ — | 2 000 „ |
| 6. На Южном канале у возможной дополнительной питательной ветви Центрального канала, 48 км . . . . | 13 „ — | в зависимости от расхода. |

**Очередность работ.** По экономическим соображениям, постройка системы и осуществление Голодностепского проекта намечены в известной последовательности или очередности с тем, чтобы получить экономический результат в возможно скором времени.

К работам первой очереди отнесены постройка Беговатской плотины, Магистрального, Северного и Центрального каналов, а также сеть оросителей, необходимая для подачи на поля той воды, которая будет подводиться главными каналами. К первой же очереди отнесена постройка Джиты-Сайской гидроэлектрической станции, мощностью в 7 600 установленных лошадиных сил.

Работы второй очереди начнутся тогда, когда первоочередные будут почти или совершенно закончены и сооружения поступят в эксплоатацию; возможно, однако, второочередные работы отложить до получения поверки первоочередных, путем эксплоатационного опыта; наконец, отсрочки могут произойти в силу медленного освоения каких-либо затруднений в первоочередных работах или в силу недостатка средств.

В работы второй очереди войдут сооружение Южного канала и тех силовых установок, которые, видимо, окажутся необходимы к тому времени. Сюда же относится

The results of these studies are shown in colors on a map on a scale of 1:210.000 (See atlas, plate No. 3). It shows an area of 621,850 hectares of irrigable land in the Golodnaya Steppe, lying mostly in the central and western part, the eastern part containing considerable areas too rough or too alkaline to be classed as irrigable.

The studies have also included experiments on the reclamation of areas that have been rendered infertile on the lands irrigated, by the rise of ground water, due to excessive application of water, combined with inadequate drainage. These studies shed valuable light upon the problems to be in future developments of these lands.

The soil studies have been made the basis of the classification of the lands and the selection of those adapted for irrigation, and the rejection of others.

The soils of Golodnaya Steppe appear to be practically free from carbonate of soda which is the most injurious of the soluble salts met with in irrigation problems. Conciderable amounts of chlorides and sulphates are found in various portions of Golodnaya Steppe, and large areas of land have been classified as non-irrigable, and are excluded from the project on account of the presence of such salts.

Practically all of the soils proposed for irrigation contain gypsum, frequently in large quantities. The presence of this salt prevents the formation of injurious carbonates and is therefore a practical guarantee against the presence of carbonate or bicarbonate of soda. This is fortunate for not only are the corbonates far more injurious to vegetation than the chlorides or sulphates, but when present in excess, they cause a physical condition which tends to make the soil imperious to water and therefore very difficult to wash out; whereas the chlorides and sulphates present much less difficulty in this respect as well as being much injurious to vegetation in proportion to quantity. In classifying the soils, it has been assumed that 0.5 of one per cent of chlorides and one per cent of sulphates are sufficiently injurious to require the reclamation or rejection of the soil, and presence of less quantities are regarded as circumstances that must be watched and provided against.

The irrigated portions of Golodnaya Steppe contain 26,000 hectares of land that have been irrigated and cultivated, and the have been rendered infertile by rising ground water and accumulation of alkali in the upper layers of the soil. The rising ground water has produced similar conditions of infertility of 16,000 hectares of land in the vicinity, which have not been irrigated, and to which ditches have not been built. Experiments are under way which show the possibility and cost of reclaiming these lands by drainage, and it is proposed reclaim them, including them in the project. This drainage will be applied only gradually so as to postpone the expense and accumulate experience for guidance in completing the job.

The new lands on the project also contain about 10,000 hectares of land with similar salt content to those just described, upon which irrigation is likely to produce a condition that will require reclamation by drainage. Such areas should be left as the last to be irigated under the project, so as to postpone for a time the expense of the laterals and of the drainage works necessary to make them fertile.

Duty of water.

The author of the Golodnaya Steppe project has concluded that the Golodnaya Steppe Main canal will deliver water for the irrigation of 463,050 hectares (gross area). He gives the normal discharge of the Main canal as 233 cubic meters per second and an emergency capacity of 274 cubic meters per second.

He has adopted 88 per cent of the gross area, as the net area to be irrigated after eliminating the ground occupied by buildings, roads, etc. Applying this factor to 463,050 the gross area, we have a net area to be irrigated of 407,484 hectares. Taking the capacity of the canal as 233 cubic meters we have a duty of 1749 hectares to one cubic meter of water per second at the head works. From the water diverted must be deducted the evaporation and seepage losses in canals and laterals, to find the amount actually available at the land. This loss will depend mainly upon the measures adopted to prevent such loss, particularly, the lining of the canals with concrete. Investigations of the methods and costs of such lining have been in progress. and furnish considerable information on the subject.

The most valuable information we have on the duty of water on Golodnaya Steppe, is the experience of the past 10 years during which irrigation has been practiced under the Golodnaya Steppe canal, with crops and soils like those to be consi-

полный охват самотечным орошением районов командования Магистрального, Северного, Центрального и Южного каналов.

Наконец, имеются значительные земельные площади, отметки которых слишком высоки для самотечного орошения из запроектированной системы, но на которые вода может быть подана насосными станциями при незначительной высоте качания; эти земли станут объектом орошения позже, по окончании работ предыдущих двух очередей.

**Почвы Голодной Степи.** Подробное изучение почв Голодной Степи и классификации их были произведены под руководством проф. Н. А. Димо и результаты представлены в красках на карте масштаба 1 : 210 000 (см. атлас, лист. 3). Из нее видно, что общая площадь пригодных для орошения земель составляет 621.850 га, расположенных, главным образом, в Центральной и Западной частях. Восточная же часть содержит значительные площади холмистых или засоленных почв, которые не могут быть отнесены к категории земель, пригодных для орошения.

Изучение включает также опыты по мелиорации орошенных земель, которые были доведены до бесплодного состояния в результате подъема грунтовых вод, благодаря избыточному потреблению воды при отсутствии достаточного дренажа. Эти исследования проливают ценный свет на проблемы, которые могут встретиться в будущем при орошении этих земель.

Изучение почв было положено в основу классификации и выбора земель, подлежащих орошению, точно также, как и для отбора непригодных.

Почвы Голодной Степи практически свободны от углекислого натрия, который является наиболее вредным из всех растворимых солей, встречающихся при орошении. Значительные количества хлоратов и сульфатов найдены в различных частях Голодной Степи. Значительные площади классифицированы, как неподлежащие орошению, и исключены из проекта по причине присутствия указанных солей.

Практически все почвы, предположенные к орошению содержат гипс, часто в больших количествах. Присутствие этой соли предупреждает образование вредных карбонатов и является практической гарантией против присутствия карбонатов или бикарбонатов натрия. Эти обстоятельства являются благоприятными не только потому, что карбонаты значительно более вредны для растений, нежели хлораты и сульфаты, но и потому, что, будучи в избытке, они создают такие физические условия почвы, когда она делается водонепроницаемой, что очень затрудняет ее промывку, тогда как хлораты и сульфаты дают гораздо меньше трудностей в этом направлении и менее вредны для растительности в соответствующих пропорциях. При классификации почв принималось, что присутствие 0,5% хлоратов и 1% сульфатов настолько вредно, что требует мелиорации или исключения из проекта таких почв. Присутствие меньших количеств рассматривалось как обстоятельство, за которым необходимо следить и соответствующим образом бороться.

Орошаемая часть Голодной Степи включает 26.000 гектар, которые ранее культивировались, а затем были приведены в неплодородное состояние подъемом грунтовых вод и накоплением солей в верхних слоях почвы. Подъем грунтовых вод создал аналогичное положение на соседней площади в 16.000 клм., где не производилось орошения и не было оросительной сети. В настоящий момент производятся опыты, которые покажут возможность и стоимость мелиорации подобных участков путем дренирования и проектом предположено мелиорировать такие земли, включив их в проект. Дренаж будет осуществляться постепенно с тем, чтобы растянуть затраты и накопить опыт для руководства при выполнении этих работ.

Новые площади в проекте включают около 10.000 гектар с таким же содержанием солей, как на выше описанных участках и где орошение создаст, повидимому, условия, потребующие применения дренажа. Такие площади должны быть включены в последнюю очередь орошения с тем, чтобы отсрочить затраты на оросительную и дренажную сети, необходимые для того, чтобы сделать их плодородными.

**Гидромодуль.** Автор Голодностепского проекта пришел к заключению, что Голодностепский Магистральный канал будет давать воду для орошения 463.050 валовых гектар. Он принимает нормальный расход Магистрального канала в 233 *куб. м* в сек. и форсированный расход в 274 *куб. м* в сек.

88% валовой прощади автор проекта принимает как чистую площадь, могущую быть орошенной, после исключения площади, занятой постройками, дорогами и т. д.

dered on the new lands. The following figures show the recent experience on the government farm at Pakhta-Aral, where the methods and practices are good and seem to be somewhat better than the average.

TABLE No 2.

Irrigation practice at Pakhta-Aral.

| | |
|---|---|
| Area irrigated in cotton | 6,156 hectares |
| Area irrigated in alfalfa | 2,600 " |
| Other crops | 450 |
| Total | 9,206 " |
| Allowance of water at head of distributary | 8,25 c. m./sec. |
| Area irrigated per c. m./sec. (9,206 : 8.25) | 1.116 hectares |
| Losses in laterals | 49/0 |
| Available to apply on the field | 4,21 c. m./sec. |
| Area irrigated per. c. m./sec. actually applied | 2,190 hectares |

Under the present canal system as a whole, the efficiency of the system has increased from 0.39 in 1923 to 0.53 in 1928, but the application of water to the crops has remained nearly constant during that period. It was 0.57 cu. m./sec. per 1000 hectares in 1923, and 0.56 cu. m./sec. in 1928; varying during thad interval, from 0.52 to 0.60 cu. m./sec. The result for 1928, of 0.56 cu. m./sec. per 1000 hectares, is equivalent to a duty of 1786 hectares per cubic meter per second. This represented the average of the entire project, in parts of which improvement is obviously possible. The results on the government farm at Pakhta-Aral represent good practice, certainly attainable by all. It was reported that much better crops of alfalfa could be secured if more water were allowed, but probably these practices could be improved by an amount equal to this alleged shortage. An these two demonstrations are on the project itself, it appears that, all things considered, our best guide is to approximate the actual results on the government farm at Pakhta-Aral, and adopt that as our duty of water, for guidance in developing the main project. Accordingly it is assumed in this report that the net duty of water is 2190 hectares of land actually irrigated, for each cubic meter per second, actually delivered at the land. This is the net area, which is 88 per cent of the gross area of the land giving round figures 2500 hectares as the gross area, which includes that occupied by buildings, roads, ditches, etc.

To obtain the amount of water that must be diverted to furnish the above supply to the lands, we must add sufficient to cover all losses from the canals and lateral system. These losses consist mainly of the seepage and evaporation from ths channels conveying the water to the lands, and include all wastage at wasteways or elsewhere, and must allow for the time and water consumed in the sluicing provided for.

The percentage of water diverted that is actually applied to the crops, is appropriately call the „efficiency of the system". Experience on the Golodnaya Steppe, shows an efficiency varying from 39 to 53 per cent, being 53 per cent for the year 1928, the latest record available.

Available data show heavy losses, 40 to 50 per cent of more, by seepage from the canals and laterals, with a result that the water table has been gradually raised, and nearly 30 per cent of the land irrigated has been injured, involving loss of crops and heavy expense for reclamation. This shows the importance of limiting to actual needs the water applied to the lands, and also of reducing the seepage from conduits to the practicable minimum. The only effective method of accomplishing this is by means of lining the water channels with concrete. In this way the amount of water which must be diverted for the irrigation of a given area, will be greatly reduced with corresponding reduction in the cost of canals, the menace of rising ground water can be removed, and much drainage expense eliminated.

For engineering construction reasons, the Main canal, from the head works at Begovat weir to Jetty-Say division gate, is proposed to be lined, a distance of about 54 kilometers. Also in the approved project, it is proposed to line about 23 per cent of the laterals and distributaries. To examine the effect of lining upon the plans of the system, studies have been made to determine the relative seepage from lined and unlined canals. The available experience in other regions applied to the proposed Golodnaya Steppe irrigation system leads to the conclusion that the seepage can be reduced to an amount approximating a depth over the wetted area of the canals, of 15.2 millimeters or 0.05 of a foot per day. The losses from unlined canals cannot

Применяя этот коэффициент к валовой площади в 463.050 гектар, получаем площадь действительного орошения в 407.484 гектар. При пропускной способности канала в 233 *куб. м* в сек. получаем гидромодуль в 1749 гектар на 1 *куб. м* в сек. в головном сооружении. Из расхода в голове нужно вычесть потери на испарение и фильтрацию в каналах и оросителях, чтобы получить фактическое количество воды, поступающее на поля. Размер этих потерь зависит, главным образом, от мероприятий для их предупреждения, в частности от бетонирования каналов. Изучение методов производства работ и стоимости такой облицовки производится в настоящее время и даст значительную информацию по этому вопросу.

Наиболее ценные данные по вопросу о гидромодуле в Голодной Степи дает опыт последних десяти лет, в течение которых орошение практиковалось по Голодностепскому каналу с культурами и на почвах подобных тем, с которыми придется иметь дело на новых площадях. Следующие цифры показывают опыт совхоза Пахта-Арал, где методы и практика хороши и, повидимому, могут считаться лучше средних.

Таблица № 2.

**Опыт орошения в Пахта-Арале.**

| | |
|---|---|
| Орошенная площадь под хлопком | 6.156 гект. |
| Орошенная площадь под люцерной | 2.600 „ |
| Другие культуры | 450 „ |
| Общая орошенная площадь | 9.206 гект. |
| Расход в голове распределителя | 8,25 *м³/сек.* |
| Орошенная площадь на 1 *куб. м/сек.* (9.206 : 8,25) | 1.116 гект. |
| Потери в оросителях | 49% |
| Фактически поступает на поля | 4,21 *м³/сек.* |
| Орошенная площадь на 1 *куб. м/сек.*, фактически израсходованный | 2.190 гект. |

По всей системе существующего канала коэффициент полезного действия возрос от 0,39 в 1923 г. до 0,53 в 1928 г., но нормы полива остались почти же те же в продолжении всего этого периода. Они были 0,57 *куб. м* в сек. на 1000 гектар в 1923 г. и 0,56 *куб. м* в сек. в 1928 г., изменяясь в течение этого промежутка времени от 0,52 до 0,60 *куб. м* в сек. Результат 1928 г. — 0,56 *куб. м.* в сек на 1000 гектар соответствует гидромодулю в 1786 гект. на *куб. м* в сек. Это представляет среднюю норму для всего проекта, в отдельных частях которого возможность снижения ее очевидна. Данные совхоза Пахта-Арал отражают хорошую практику, которая, конечно, может быть достигнута всеми. Указывалось, что могли бы быть достигнуты гораздо лучшие урожаи люцерны при пользовании большими количествами воды. Однако, вероятно, что существующая практика могла бы быть улучшена и при принятой урезанной норме. Поскольку эти два примера имеют место в пределах самого проекта, то, принимая все во внимание, полагаем, что округление фактических данных по совхозу Пахта-Арал является лучшим для принятия их как гидромодуль для руководства при развитии главного проекта. В соответствии с этим для данного доклада принимается чистый гидромодуль в 2.190 гект. фактически орошенной площади на каждый *куб. м* в сек., действительно доставленный на поля. Это представляет площадь нетто, которая равняется 88% от валовой, что дает в круглых цифрах 2.500 гектар валовой площади на 1 *куб. м* в сек., включая постройки, дороги, каналы и т. д.

Чтобы получить количество воды, которое должно быть забрано из реки, дабы получить указанные выше нормы на поля, необходимо добавить достаточное количество для покрытия всех потерь в системе каналов и оросительной сети. Эти потери состоят, главным образом, из фильтрации и испарения из каналов, проводящих воду на поля и включают все сбросные воды по сбросам и в других местах; следует также принять во внимание время и воду, потраченные на промывку.

Процентное отношение воды фактически доставленной на поля к забранной из реки обычно называется „коэффициентом полезного действия системы". Опыт Голодной Степи показывает, что коэффициент полезного действия варьирует от 39% до 53%, будучи равен 53 % для 1928 г., за который имеем последние данные.

Имеющиеся данные указывают на большие потери от 40 до 50% и более через фильтрацию в каналах и оросителях, в результате чего постепенно поднялись грунтовые воды и было повреждено около 30% орошенной площади, с проистекающей отсюда потерей урожаев и большими расходами на мелиорацию. Это указывает на важность ограничения норм полива фактической потребностью, а также на необходимость уменьшения фильтрации в сети до возможного минимума. Для этого имеется действительный

be so accurately predicted, but are estimated to average about 0.45 of a meter per day, so that lining will reduce seepage losses over 95 per cent. The evaporation losses from the surface of canals, would not be greatly affected by lining, and has been estimated for both, at 9 millimeters per day from the water surface of all canals.

Using these figures, we find that by lining the Main canal as planned, lining all the laterals and distributaries, and all of the so-called branches, except the Central branch, we would reduce the seepage and evaporation losses to about 47 cubic meters per second, leaving 186 cubic meters per second for delivery to the land out of a total diversion of 233 cubic meters per second which would furnish a supply of one cubic meter per second to each 2200 hectares on a total area of 409.000 hectares.

**Water supply.**

The Syr-Daria river is a large stream, mainly fed by the melting snows in distant mountains at high altitudes. Its waters therefore flow more abundantly in summer during melting snows, than during winter. The mean monthly flows at Begovat in cubic meters per second from 1899 to 1925 inclusive are as follows:

TABLE No 3.

| | Mean | Maximum | Minimum |
|---|---|---|---|
| October | 395.7 | 598.9 | 221.7 |
| November | 377.3 | 579.1 | 213.6 |
| December | 341.2 | 508.9 | 180.0 |
| January | 329.7 | 455.4 | 208.0 |
| February | 347.0 | 455.5 | 211.6 |
| March | 376.5 | 631.3 | 247.5 |
| April | 581.3 | 1367.7 | 270.8 |
| May | 1070.0 | 1874.4 | 350.9 |
| June | 1234.5 | 2430.9 | 235.7 |
| July | 1040.1 | 2550.3 | 456.7 |
| August | 660.9 | 1715.6 | 403.6 |
| September | 428.3 | 816.6 | 256.8 |
| | 7182.5 | | |

It will be noted that month of June furnished more water than any other month, and that the six months from April to September, the months in which irrigation is required, furnish more than two-thirds of the mean annual supply. This is a condition favourable to irrigation use, as the major portion of the water can be used in irrigation in the average year, without storage.

The available water for irrigation of the Golodnaya Steppe depends upon the flow of water in the Syr-Daria, modified by the amount of water covered by prior rights to divert below this point and by the increments from tributaries available for such diversion, plus the amount required for diversion above, not yet exercised. These appear to be as follows:

| | |
|---|---|
| Dalverzine Steppe | 40,000 hectares |
| Begovat canal | 5,000 " |
| Char-Dara | 12,000 " |
| Diversions below these | 55,000 |
| Total | 112,000 " |

Allowing an average diversion duty of 1000 hectares for each cubic meter per second, which seems to correspond to present practice, we have a prior requirement of 112 cubic meters per second, which must be deducted from the flow in the river to determine the available water for the irrigation of the Golodnaya Steppe.

There is only one year of record (1917) in which the water supply of the Syr-Daria was not sufficient to meet the requirements for irrigation of the Golodnaya Steppe (233 cubic per second), and the prior rights. In all of the other 27 years of record since 1898, there has been sufficient water to meet the daily requirements of water for the proposed and present irrigated areas with a considerable surplus.

The limit on the irrigation use of the river without storage, appears from the table to be set by the mean discharge in June, 1917, of 236 cubic meters per second. This is less than half the June minimum for any other year of the record, and is much less than that for May and July of the same year. The month of June, which is normally the month of greatest discharge, appears in the year 1917 as the month of minimum discharge for tor the entire year, including the low water months of winter.

This record appears so anomalous as to cast doubt upon its accuracy. In any event,. about twice this amount might be diverted every year without producing short-

способ — это облицовка русел бетоном. Количество воды, забранной из реки для орошения данной площади, будет, таким путем, значительно уменьшено с соответствующим понижением стоимости каналов, угроза подъема грунтовых вод устранена и избегнута значительная часть расходов на дренаж.

По соображениям конструктивного порядка главный канал от головы у Беговатской плотины до Джиты-Сайского узла предположено облицовать на протяжении около 54 *км*. Точно так же принятый проект предусматривает облицовку около 23% распределителей и оросителей. Для определения эффекта облицовки на проект системы были произведены исследования потерь в облицованных и необлицованных каналах. Имеющийся опыт других районов, примененный к проектируемой Голодностепской системе, приводит к заключению, что фильтрация через смоченный периметр может быть уменьшен приблизительно до слоя 15,2 *мм* или 0,05 фута в день. Потери из необлицованных каналов не могут быть точно предусмотрены, но приблизительно принимаются около 0,45 *м* в день, так что облицовка уменьшит потери на фильтрацию более чем на 95%. На потери от испарения с поверхности каналов облицовка не может оказать сколько нибудь значительного влияния. Она для обоих случаев была принята в 9 *мм* в день с водной поверхности каналов.

Пользуясь указанными цифрами, находим, что при облицовке главного канала, как предположено, а также облицовке всех распределителей и оросителей и всех так называемых ветвей, за исключением Центральной, можно уменьшить потери на фильтрацию и испарение приблизительно до 47 *куб. м* в сек., что (даст при заборе из реки 233 *куб. м* в сек.) 186 *куб. м* в сек. для распределения на полях, то есть даст норму полива 1 *куб. м* в сек. на каждые 2200 гектар на общей площади 409.000 гектар.

**Вода для системы.**

Сыр-Дарья — это большая река, питающаяся водами от таяния снегов в отдаленных горах на большой высоте. Ее воды, поэтому, более обильны летом в течение периода таяния снегов, нежели зимой. Средние месячные расходы у Беговата в *куб. м* в сек. с 1899 по 1925 г. включительно следующие:

ТАБЛИЦА № 3

| | Средний | Максимальный | Минимальный |
|---|---|---|---|
| Октябрь | 395,7 | 598,9 | 221,7 |
| Ноябрь | 377,3 | 579,1 | 213,6 |
| Декабрь | 341,2 | 508,9 | 180,0 |
| Январь | 329,7 | 455,4 | 208,7 |
| Февраль | 347,0 | 455,5 | 211,6 |
| Март | 376,5 | 631,3 | 247,5 |
| Апрель | 581,3 | 1367,7 | 276,8 |
| Май | 1070,0 | 1874,4 | 350,9 |
| Июнь | 1234,5 | 2430,9 | 235,7 |
| Июль | 1040,1 | 2550,3 | 456,7 |
| Август | 660,9 | 1715,6 | 403,6 |
| Сентябрь | 428,3 | 816,6 | 256,8 |
| | 7182,5 | | |

Надо отметить, что июнь месяц дает больше воды, нежели все другие месяцы и что шесть месяцев от апреля по сентябрь, когда необходимо орошение, дают более нежели $^2/_3$ среднего годового количества. Эти условия благоприятны для орошения, так как большая часть воды в средние годы может быть использована для орошения без устройства водохранилищ.

Вода, которую можно использовать для орошения Голодной Степи, зависит от расходов воды р. Сыр Дарьи с поправкою на количество воды, потребной для удовлетворения уже функционирующих оросительных систем, расположенных в низовьях, а также от дополнительного питания за счет притоков, которые могут быть использованы для этих систем и, наконец, от количества воды, необходимого для районов в верховьях реки, в настоящий момент не орошенных. Эти данные представляются следующими цифрами:

| | |
|---|---|
| Дальверзинская Степь | 40.000 гектар |
| Канал Беговат | 5.000 „ |
| Чар-Дара | 12.000 „ |
| Системы в низовьях | 55.000 „ |
| Итого | 112.000 гектар |

Допуская средний гидромодуль в 1000 гектар на *куб. м* в сек, что, кажется, соответствует имеющейся практике, получим существующую потребность в 112 *куб. м* в сек.,

age in any year except 1917. Such a shortage occuring only one year in 26, should not be allowed to limit development below what could be fully supplied in all the other of the 26 years. We may therefore overlook this anomaly.

There were two years (1916 and 1918) in which the minimum daily flow in the river during the height of the irrigation season was 400 cubic meters per second, two other years when it was 440 cubic meters per second, one year when it was 475. In all these instances the minimum daily flow persisted for only a few days and the average monthly flow was much greater. In all others years the minimum daily flow was greatly in excess of these amounts. There was one year in which the flow at the beginning of the irrigation season multiplied by the ratio of maximum demand to demand at the time was only 380 cubic meters per second, but it increased greatly a few days later, so this cannot be considered as the flow for limiting the irrigated area.

It is to be noted that all of the minimum flows noted above, occur either at the beginning or end of the peak demand, so that if we assume a greater use of the river. it would simply mean a short delay or extension, as the case may be of the period of maximum demand. Also if we consider that the supply of water to the secondary crops, alfalfa etc., can be cut short in low water years so as to give a full supply to the cotton, a much larger use of the river can be made. No great harm would come to alfalfa from omitting a watering at rare intervals, as it will not die, and can be made a seed crop if necessary.

If we assume an irrigation diversion of 470 cubic meters per second at peak demand, we find that the river would supply the full amount every day throughout the record, except for one year and two or three days of four other years, and in only one year, 1917, would the shortage have any appreciable effect on crops. This assumption will therefore be justified and will be made.

The prior requirement of 112 cubic meters per second deducted from 470 leaves 358 cubic meters per second available for the new Golodnaya Steppe project, which could have been supplied whenever needed except in the year 1917 and the few days noted above.

A portion or perhaps nearly all of the demands of the lands below can be supplied from the surplus and return waters from the Chirchik river which joins the Syr-Daria below, but these are all subject to utilization in extending the irrigation in Chirchik valley now under consideration, and this supply has therefore been eliminated from consideration.

It is understood that some of the diversion below, which divert without dams, would be unable to divert into their present works of the water level in Syr-Daria river should be lowered by taking out 300 cubic meters per second for Dalverzin and Golodnaya Steppes. Where this is the case the necessary pumps are to be supplied to effect the diversion.

It still remains to consider the requirements of irrigation or proposed extensions or additions to the old project, in Fergana above the diversion of the Dalverzin canal. The irrigation history of that region is sufficiently old and stabilized, so that if it were to remain unchanged, the records we have would be sufficient upon which to judge our water supply, as they show the available flow during the recent years at the diversion point, and we know the approximate requirements below. But as recent plans involve extensive construction in the upper region, and the irrigation of new land, the effect upon the water supply has a bearing upon the plans of the Golodnaya Steppe. We have already seen that the records indicate 470 cubic meters of water per second available at Begovat, and that the Dalverzin project and other projects below may require about 112, leaving 358 available at present. Plans for Golodnaya Steppe involve the diversion of 233 cubic meters per second at present, and although future plans for the South canal call for an additional diversion, no commitment to the South canal has been made or is desirable at the present time, and it would and should be abandoned if the water supply is insufficient or can be used elsewhere to better advantage.

The above discussion shows that there would be a reliable supply left in the river during the period of maximum demand to furnish 125 cubic meters per second in low years and a greater amount in abundant years. This would be sufficient to irrigate 125,000 hectares of new land, or more according to the duty attained. There

каковые нужно вычесть из расходов реки, чтобы определить количество воды, остающееся для орошения Голодной Степи.

Имеется только один год по существующим наблюдениям (1917 г.), когда расходы Сыр-Дарьи были недостаточны для того, чтобы удовлетворить потребности орошения Голодной Степи (в 233 *куб. м* в сек.) и существующих систем. Во все остальные 27 лет, за которые имеются наблюдения, начиная от 1898, количество воды было достаточно для покрытия со значительным избытком ежедневной потребности в воде орошаемых и предположенных к орошению площадей.

Предел возможности орошения из реки без водохранилищ, как это видно из таблицы, определяется средним расходом в июне 1917 года, равным 236 *куб. м* в сек. Это меньше нежели половина июньского минимума для любого другого наблюдаемого года и значительно меньше, нежели в мае и июле того же самого года. Месяц июнь, который нормально является наиболее полноводным месяцем, в 1917 г. явился месяцем с минимальным расходом для всего года, включая и маловодные месяцы зимы.

Эти цифры кажутся настолько ненормальными, что вызывают сомнение в их правильности. Во всяком случае почти вдвое большее количество может забираться ежегодно без всякой недостачи, исключая 1917 г. Подобная недостача, случающаяся только в один год из 26-ти, не должна ограничивать орошения ниже того, что может быть полностью изъято во все остальные 26 лет. Поэтому возможно не обращать внимания на эту аномалию.

В течение двух лет (1916 и 1918 г. г.) минимальный ежедневный расход реки в разгар оросительного сезона был 400 *куб. м* в сек.; в два других года 440 *куб. м* в сек. и один год 475 *куб. м* в сек. Во всех этих случаях минимальный ежедневный расход продолжался только несколько дней и средний месячный был значительно выше указанного. Во все остальные годы минимальный ежедневный расход был значительно выше. Имеется один год, в течение которого расход в начале оросительного сезона, помноженный на соотношение максимальной потребности к потребности в этот момент, был бы только 380 *куб. м* в сек., но он значительно повысился через несколько дней, поэтому он не может расматриваться как расход, ограничивающий площадь орошения.

Надо отметить, что все минимальные расходы, указанные выше, случаются либо в начале, либо в конце периода максимума потребности в воде, так что, если мы примем более полное использование реки, то это только даст кратковременную задержку или удлинение полива, если это случится в период максимальной потребности. Если мы примем также во внимание, что потребление воды второстепенными культурами, люцерной и т. д. может быть в маловодные годы сокращено с тем, чтобы полностью оросить хлопок, то можно гораздо шире использовать воды реки. Не будет большого вреда для люцерны, если мы в редких случаях лишим ее полива, так как люцерна не погибнет и, если необходимо, сможет быть выращена на семена.

Если мы примем расход, могущий быть использованным для орошения в 470 *куб. м* в сек. для периода максимального спроса, то найдем, что река дает полное количество ежедневного расхода за все время наблюдения, исключая один год и два или три дня в течение четырех других лет, и только в одном 1917 г. будет недостача воды, могущая отразится на урожае. Такое допущение может быть оправдано и мы его делаем.

Потребность уже орошенных земель в 112 *куб. м* в сек., исключая ее из 470, получаем 358 *куб. м* в сек. для нового Голодностепского проекта. Это количество будет иметься во всех случаях, за исключением 1917 г. и несколька дней, как указано выше.

Часть и возможно вся потребность в воде земель лежащих, ниже по течению, может быть удовлетворена излишком воды и вторичным использованием вод р. Чирчик, впадающей в Сыр-Дарью ниже по течению. Эти воды потребуются, однако, для развития орошения в Чирчикской долине, проектируемого в настоящий момент, почему это количество и не принято во внимание.

Понятно, что некоторые системы ниже по течению, берущие воду без плотин, не смогут ее забирать, если уровень воды в р. Сыр-Дарье понизится после отвода 300 *куб. м* в сек. для Дальверзинской и Голодной Степи. В таких случаях будет необходимо устанавливать насосные станции, чтобы обеспечить питание.

Остается также принять во внимание потребность в орошении или предположенное развитие и расширение соответствующего орошения в Фергане, выше головных сооружений Дальверзинского канала. История орошения в этом районе достаточно стара и стабилизирована, так что, если все осталось бы без перемен, то имеющихся данных

is a much greater area than this of new land in the upper basin, but probably some of this is not feasible for irrigation and certainly at present, commitments to the uses of additional water are no greater than this amount. It should be remembered however, that the improvements in the canal systems of the upper valley, even tho they may not require additional diversions, if they accomplish their objects of securing better use of the water, they will reduce seepage losses and result in returning less seepage to the river which in turn will reduce the available supply at Begovat.

The knowledge of this phase of the subject, is insufficient for full treatment in this report. It is merely assumed that the above shown surplus of 125 cubic meters per second will be sufficient to supply the additional needs in the Syr-Daria river above the head of the Dalverzin canal, and whatever error enters into this assumption, affects the conclusion of this report, if this amount is insufficient for the upper use but not otherwise. It, howerer, emphasizes the wisdom of saving water by lining the lateral system so as to apply the water to its best use.

**Begovat weir.** The plan of the Begovat weir contemplates the construction of the weir immediately downstream from the existing head works of the Golodnaya Steppe canal. It is proposed to close the present openings through the canal head works, and to provide a movable top („Dachwehr" gate) extending the entire length.

It is proposed to head the Main canal at a point 60 meters upstream from this weir as shown in the drawing. [1])

The principle objects to be obtained from the construction of this weir are:

1. Elevation of water, and sluicing facilities by which the water can be taken into the canals from the surface at a considerable distance above the accumulated sediment in the bottom of the river which is to be kept at a low elevation by sluicing.

2. The weir is designed to obtain a suitable elevation from which to divert the South canal, and also as planned, it was proposed to take from the same elevation the Dalverzin canal.

3. Development of power needed on the project.

Much discussion has evolved about the proper hight to build this weir, and a part of the reason for the elevation selected has been removed by the construction at a higher level of the Dalverzin canal.

It is estimated that the removal of silt from the canals and laterals by mechanical means is costing from six to seven roubles per annum per hectare, and that this will be largely saved by the provision of a weir with effective sluicing works.

With the development of the new Golodnaya Steppe project, it will be necessary to take a large additional quantity of water which will be impossible with the present head works, or with any head works without a weir that would nod admit water from the bottom of the river, as it may be necessary at times to divert almost all of the stream. If the sill of the head works were made sufficiently low to permit such diversion, it would at the same time admit all the sediments, including sand and gravel rolling on the bottom, which would speedily fill the water ways unless they were maintained by expensive dredging. It may be concluded therefore, that for the irrigation of the main body of the Golodnaya Steppe, a diversion weir of some kind is necessary, and if this is properly constructed, it may be made to exclude from the canal the heavier portions of sediment, carrying into the canal, under normal conditions, only the lighter portions which may be largely transported to the irrigable lands and which have some value as fertilizer.

To achieve a desirable sluicing efficiency, it is necessary to produce the highest practicable velocity past the head works and parallel to the gates of the canal, by opening gates in the regulating weir nearest the left bank, when sluicing becomes necessary. These gates should have their sills at the lowest possible level in order to take advantage of all the available head to produce this velocity. When the sluice gates are open the water will rush through with the velocity due to the difference in head between the pond above the dam, and the river below. Therefore, the higher the weir, the greater will be the sluicing velocity.

If the stream flowing through the sluice-gates, is allowed to draw directly flom the pond just above the opening, the high velocity will be greatly decreased by the

---

[1]) See p. 124.

достаточно для того, чтобы судить о количестве необходимой нам воды, так как эти данные дают сведения о режиме реки за последние годы у места забора и мы знаем приблизительные потребности ниже по течению. Но поскольку последние плановые предположения имеют в виду обширное строительство в верхних районах и орошение новых площадей то их влияние на режим реки имеет значение для проекта орошения Голодной Степи. Мы уже видели, что наблюдения дают 470 *куб. м* в сек. воды, свободных у Беговата, и что Дальверзинская и другие системы ниже по течению могут потребовать около 112 *куб. м* в сек., оставляя, таким образом, свободными 358 *куб. м* в сек. в настоящий момент. Проект Южного канала в будущем потребует дополнительного расхода. Однако он здесь в расчет не принят, да едва ли это нужно в настоящий момент. Он может и должен не строиться, если воды в реке будет недостаточно или если она сможет быть использована более целесообразно где-либо в другом месте.

Из приведенных соображений вытекает, что в реке останется обеспеченное количество воды в период максимальной потребности в размере 125 *куб. м* в сек. в маловодные годы и большее количество в полноводные. Этого достаточно для орошения 125.000 гектар новых земель или большего количества, в зависимости от достигнутого гидромодуля. В верхнем бассейне имеются значительно большие площади новых земель, нежели указанная, но возможно, что орошение части их нерентабельно и, конечно, в настоящий момент потребности в дополнительной воде не превышают названных величин.

Следует, однако помнить, что если улучшение оросительных систем в верхней долине даже и не потребует дополнительного питания, а выполнит свою задачу более целесообразного использования воды, то сократятся потери на фильтрацию, которые в свою очередь уменьшат обратную фильтрацию воды в реку и тем самым понизят расходы, имеющиеся у Беговата.

Данные по этому вопросу недостаточны, чтобы говорить детально, и поэтому в докладе принимается, что вышеуказанный излишек в 125 *куб. метр.* в сек. будет достаточен для удовлетворения дополнительных потребностей в воде из реки Сыр-Дарьи выше головных сооружений Дальверзинского канала. И, если какая-либо ошибка имеется в этом предположении, влияющая на заключения этого доклада, то это недостаточность воды для верхнего бассейна, но не что-либо другое, и это подчеркивает разумность сбережения воды путем облицовки оросительных систем, чтобы обеспечить наилучшее ее использование.

**Беговатская плотина.** Проект Беговатской плотины имеет в виду сооружение плотины непосредственно ниже по течению за существующим головным сооружением Голодностепского канала. Предположено закрыть существующие отверстия головного сооружения и устроить подвижный щит (типа Дахвер) во всю длину сооружения.

Головное сооружение Магистрального канала запроектировано на 60 метров выше (по течению) плотины, как показано на чертеже. [1])

Сооружение плотины преследует следующие основные цели:

1. Подъем горизонта воды и приспособление для промывки наносов, благодаря чему вода может забираться в канал из верхних слоев, на значительной высоте над осевшими на дне реки наносами, которые должны поддерживаться на низком уровне путем промывки.

2. Плотина запроектирована с тем, чтобы иметь достаточную отметку для питания Южного канала, а когда она проектировалась предполагалось также забирать воду с той же отметки Дальверзинским каналом.

3. Получение гидроэлектрической энергии, необходимой для системы.

Возникла большая дискуссия вокруг вопроса о надлежащей отметке плотины, причем часть соображений в пользу выбранной отметки отпала, в виду сооружения Дальверзинского канала на более высокой стметке.

Исчислено, что удаление наносов из каналов и оросителей механическим способом обходится от 6 до 7 рублей в год на гектар и что значительная экономия может быть достигнута сооружением плотины с хорошо действующими промывными шлюзами.

С развитием новой Голодностепской системы потребуется значительное дополнительное количество воды, которое нельзя будет пропустить через существующее головное сооруже-

[1]) См. стр. 124.

great increase of cross-section of the moving water, and the high velocity will extend only for a short distance above the sluice-gates. This will not be effective in removing the deposit of sediment from the river bed immediately in front of the canal gates, which is the object of the sluicing. Therefore, some means must be provided to concentrate the rapid flow produced by the opening of the sluice-gates, along the left bank of the river to a point above the canal gates farthest upstream. The usual provision for this purpose is a training wall parallel with the bank of the river or nearly so, extending considerably further upstream than the canal head. This will form a channel normal to the course of the canal, and lying between the canal head and the said training wall. This channel should have a total cross-section much larger than that of the canal to be protected, and should be constructed of good concrete or other material hard enough to resist the erosive power of the sluicing process. When the sluice-gates are closed it forms a settling basin. At its upper end, the training wall should curve slightly away from the bank, so as to widen the sluicing channel and enlarge the entrance.

It is obvious that the effectiveness of this sluicing process decreases rapidly as we pass upstream, and to make it effective as far as possible, the training wall described is indispensible so as to concentrate the flow along the course where sluicing is desired. But even with the training wall the effectiveness of the proccess diminishes rapidly upstream, and hence it is essential to concentrate the head works of the canal as close to the weir as possible. It would therefore be advisable to build the head works of the South canal immediately upstream from the present heading and to have this as near to the weir as possible.

For the new project, it is proposed to utilize the existing head regulator of the canal, by closing the existing openings with concrete and construct a „Dachwehr", or movable weir on top of the present structure. This ingenious arrangement appears to fit well the requirements of the present problem. By rounding off the sill of the Dachwehr to a radius of 175 millimeters, instead of the bevel shown in the design, it would increase the discharge about three per cent, which would furnish a desirable margin. The Dachwehr is an economical device, well tried in previous practice, and if properly constructed and operated will give good service.

The Dachwehr gate structure [1]) is rather light for the stresses it must withstand, and if its foundation is so constructed as to admit upward pressure, a question on which the information is imperfect, the coefficient of safety would be small.

It is recommended that in the modification of the works to adapt them to the new project, a continuous wall of rich concrete be built on the river side of the structure that will extend toward the river two-tenths of a meter outside of the existing piers, thus adding at small expense considerable weight where most needed. It will also tend to exclude water that might otherwise enter the joints of the structure and exert unfavourable pressures.

The Begovat weir as designed, calls for the use of a large amount of cut granite which is far more expensive than concrete, and increases the cost of the weir by over one and one-half million roubles. Above the normal water line there can be no justification for this except the appearance, on the theory that granite is more ornamental than concrete, which may be admitted. Below the water line where the structure will be subject to high velocity there may be advantages in the superior resistance to erosion that granite will have over concrete, but this superiority will not exist unless the granite is polished, because rough surfaces will afford obstructions to the movement of water, sand and gravel, the friction of which will be much greater than upon a smooth surface. Polished granite is very expensive and experience with other works does not indicate any need for other provision than good, hard, smooth concrete in the sluicing channel, and this will be much cheaper than the polished granite. With the unit prices used in the estimate, it appears that the saving by substituting good concrete for granite throughout the structure would be more than 1,500,000 roubles, and this is believed to be feasible without seriously detracting from the value of the structure, or increasingits cost of maintanance. The granite may have some use where high velocities are expected that could be advantageously protected by granite, but most of it could be eliminated without any disadvantage, except the appearance.

[1]) I. e. the sill that is formed by piers and openings to be fulified by concrete.

ние или через любое головное сооружение без плотины, которое не забирало бы воду со дна реки, так как по временам придется брать почти весь расход реки. Если порог головного сооружения был бы устроен достаточно низко, чтобы позволить забор такого расхода, то в канал прошли бы все наносы, включая песок и гравий, влекомые по дну, что быстро засорило бы все каналы, если бы они не расчищались дорогим землечерпанием. Из этого можно заключить, что для орошения основного массива Голодной Степи какая-то плотина необходима. При правильном устройстве она может быть сделана такой, чтобы не пропускать в канал тяжелые фракции наносов, допуская при нормальных условиях только более легкие частицы, которые могут быть перенесены на орошаемые поля и будут иметь ценность, как удобритель.

Для достижения желаемой промывной способности необходимо иметь возможно высшие скорости у головного сооружения параллельно затворам канала, путем открытия щитов регулирующей плотины у левого берега в то время, когда необходима промывка. Эти шлюзы должны иметь пороги на возможно низшей отметке, чтобы использовать весь возможный напор для получения этих скоростей. Когда промывные шлюзы открыты, вода устремится через них со скоростью, зависящей от разницы отметок верхнего и нижнего бьефа. Поэтому, чем выше плотина, тем больше будут скорости промывки. Если поток через промывные шлюзы пустить непосредственно из всего верхнего бьефа, высокие скорости будут в значительной мере ослаблены увеличением поперечного сечения движущейся воды и будут распространяться только на короткое расстояние выше шлюзов. Этого будет недостаточно для удаления со дна реки наносов, отложившихся непосредственно перед головным сооружением, что и является задачей промывки. Поэтому необходимы некоторые меры в направлении концентрации быстрого течения, вызываемого открытием промывных шлюзов, вдоль левого берега реки до места выше головного сооружения. Обычным приспособлением для этого служит раздельная стенка, параллельная или почти параллельная берегу реки, идущая значительно выше по течению, нежели головное сооружение. Это образует русло, перпендикулярное к оси канала и расположенное между головным сооружением и указанной стенкой. Это русло должно иметь общее поперечное сечение значительно большее, нежели сечение канала, которое оно защищает и должно быть сооружено из хорошего бетона или другого материала, достаточно твердого, чтобы противостоять размывающему действию промывного процесса. Когда щиты шлюзов закрыты, то оно образует осадочный бассейн. В своей верхней части раздельная стенка должна плавно отходить от направления берега с тем, чтобы образовать более широкое промывное русло и расширить входное отверстие.

Очевидно, что действие промывного процесса быстро ослабляется вверх по течению. Чтобы сделать его как можно эффективнее, необходима указанная раздельная стенка, которая будет концентрировать течение на той площади, где желательна промывка. Но даже при раздельной стенке эффективность процесса быстро уменьшается вверх по течению, почему необходимо сосредоточить головные сооружения канала как можно ближе к плотине. Поэтому рекомендуется построить головное сооружение Южного канала сейчас же выше существующего регулятора и иметь его как можно ближе к плотине.

По новому проекту предложено использовать существующий головной регулятор канала, заделав бетоном имеющиеся отверстия и установить на нем затвор типа „Дахвер", то есть подвижную плотину. Эта чрезвычайно удачная конструкция, повидимому, удовлетворяет предъявляемым в настоящее время требованиям. Округлив порог Дахвера по радиусу 175 мм., вместо скоса, показанного на чертеже, можно увеличить расход приблизительно на 3%, что даст желаемый предел. Затвор „Дахвер" — экономное приспособление, хорошо опробованное на практике и, если будет хорошо построено и правильно эксплоатироваться, даст хорошие результаты.

Конструкция сооружения[1]) под Дахвером скорее легка для тех усилий, которые она должна будет выдерживать и если основание построено так, что возможно давление воды вверх, о чем нет достаточных данных, коэффициент безопасности будет мал.

Рекомендуем при переустройстве сооружения по новому проекту сделать сплошную стенку из жирного бетона с выступом в сторону реки, толщиной на 0,2 метра от существующих бычков, что при небольших затратах, даст значительное увеличение веса там, где это наиболее необходимо. Эта стенка также будет способствовать недопуще-

[1]) Т. е. порога, образованного существующим бычками и закладываемыми бетоном отверстиями между ними.

Ornamentation. The estimates show that an allowance of 211.000 roubles is made for architectural ornament above the dam and head works. A reasonable attention to symmetry and grace of outline could be obtained with little or no extra cost and is very desirable and commendable. All of the ornamentation proposed, appears to be in good artistic taste, and on a structure in a city would be commendable. Even in an isolated region like Begovat, it might be desired by a wealthy community with plenty of money to spend to invest 200.000 roubles in ornamentation, but in a new community where thousands of settlers will be struggling for a foothold, a much better investment of this money would be to provide better and more highways than comtemplated in the proposed plans. Especially is this true since the ornamental tower and other embellishments can be added in the future as deemed desirable when the hardships of pioneer days have passed.

Much discussion has revolved around the possibility of postponing canal lining and various other features of the final project for the saving of immediate costs and the interest theron, sometimes to the detriment of efficiency and ultimate economy, on account of present deficiency of funds. Certainly the ornamental features should be first considered, in such postponement.

The designs for the floor and apron of the Begovat weir are preliminary, and are subject to studies that are being made in the hydraulic laboratories to determine the form of the apron in order to check the flow of escaping waters and to cause the hydraulic jump to occur in the portion of the channel protected by the works, and at the same time to avoid the deposits of sediment near the gates. Preliminary designs have given the floor sufficient weight to stand the up-lift of percolating waters under normal conditions, and even to stand the full up-lift, with one section of the weir dry for repairs. Tests on the seepage through the conglomerate on which the weir rests, have shown very slight porosity, and it is believed that the stability of the structure would be increased by placing weep holes downstream from the Stoney gates, to relieve the upward pressure of percolating water under the foundation. The piers as planned have ample factors of safety against sliding and over turning. They will also withstand the lateral pressure due to unwatering one gate for repairs during the highest flood.

Every third pier of the weir is made one-half meter wider than the others to accommodate a stairway leading to the operating bridge and perhaps for architectural effect. This appears to be unnecessary, as the bridge can be reached at either abutment. If all were the same thickness, it would shorten the dam, with the same width of openings which would effect a saving in the total cost, estimated at 30.000 roubles.

It is recommended that a training wall to form a sluice way be built as a continuation upstream of the fourth or fifth buttress counting from the left abutment of the weir, to an elevation somewhat below the normal water surface above the weir, and nearly parallel with the left bank, to appoint considerably above the upstream abutment of the canal head works as finally adopted, and them gradually curve away from the bank for a distance of about ten meters.

If found practicable, the sills of the gates that provide the outlets for this sluicing way should be lowered nearly to the level of the river bed in order to increase the sluicing efficiency.

The head works should be concentrated as close as practicable to the left abutment of the dam in order to receive the full benefit of the sluicing works.

The principles upon which should be based the size and position of the training wall require that the cross-section through which the water must pass to reach the gates, must be sufficient to reduce the velocity of the approaching water to one meter per second or less, in order to insure the deposit in the river, or the sluicing channel, of all the coarser material carried by the water. This velocity will vary with the amount of sediment in the settling basin, and may increase to one in which the sediment will not settle, as the deposited material rises to the sill of the weir. Before this occurs, sluicing must be resorted to, or sand will enter the cannal. The necessary cross-section may consist merely of the upper entrance to the sluicing channel, or may be reinforced by leaving the training wall below the normal surface of the backwater, so that the water will flow over this canal head toward the gates. The width, length and hight of the training wall should be made a matter of future study to determine the most economical combination and the maximum silting and sluicing capacity.

нию воды, которая иначе могла бы войти в швы сооружения и создать неблагоприятное давление.

По проекту Беговатской плотины предположено применение больших количеств тесанного гранита, который значительно дороже бетона и увеличивает стоимость плотины больше, нежели на полтора миллиона рублей. Выше нормального подпорного горизонта воды нет никакого оправдания для этого за исключением наружного вида, исходя из соображения, что гранит более придает красоту, нежели бетон, с чем можно согласиться. В подводной части, где сооружение будет подвергаться действию больших скоростей, гранит может иметь некоторые преимущества над бетоном в отношении лучшего сопротивления истиранию, но это преимущество будет лишь в том случае, если гранит будет полирован, так как грубая поверхность будет препятствовать движению воды, песка и гравия, трение которых будет в таком случае значительно выше, нежели по гладкой поверхности. Полированный гранит очень дорог и практика других сооружений не указывает на необходимость в пользовании другими материалами для промывных шлюзов, кроме хорошего, твердого и гладкого бетона, при чем последний значительно дешевле полированного гранита. При единичных расценках, принятых в сметах, замена гранита хорошим бетоном даст экономию более, чем полтора миллиона рублей во всем сооружении и надо полагать, что она осуществима и не повлияет серьезно на техническую ценность сооружения или на увеличение стоимости его эксплоатации. Гранит может иметь некоторое применение в местах, где можно ожидать больших скоростей, действию которых гранит может быть противопоставлен с выгодой, но от большей части его можно отказаться без какого-либо ущерба, не считая наружного вида.

Архитектурная отделка. Смета включает ассигнование 211.000 р. на архитектурное украшение плотины и головных сооружений. Должное внимание к симметрии и красоте линий может быть достигнуто с небольшим расходом или даже без всякой дополнительной стоимости, что очень желательно и рекомендуется. Все проектируемые украшения показывают хороший художественный вкус и могли бы быть рекомендованы на городском сооружении. Даже в изолированном районе, как Беговатский, они могли бы быть желательными в случае богатого населения, имеющего много денег, чтобы затратить 200.000 рублей на украшение. Но при новом заселении, когда тысячи поселенцев будут бороться за существование, можно найти гораздо лучшее применение этим деньгам, построив большее количество лучших дорог, нежели предположено проектом. Это особенно верно и потому, что архитектурные башни и другие украшения могут быть достроены в будущем, когда это будет признано желательным и после того, как тяжелые дни пионерства будут позади.

Много прений было по вопросу о том, что возможно отсрочить облицовку каналов и повременить с другими частями окончательного проекта в целях уменьшения первоначальной стоимости и процентов на нее, иногда в ущерб правильной работе и конечной экономии, считаясь с недостатком средств в настоящий момент. Конечно, архитектурные украшения должны быть в первую очередь отложены по этим соображениям.

Проект флютбета Беговатской плотины является предварительным и подлежит дополнительному изучению в гидравлических лабораториях, что будет иметь целью определение формы флютбета, чтобы погасить энергию текущей воды и локализовать гидравлический прыжок в защищенной части русла и для того, чтобы в то же время предупредить отложение наносов вблизи шлюзных ворот. Предварительные чертежи дают флютбету достаточный вес, чтобы противостоять давлению воды снизу при нормальных условиях, а также чтобы противостоять полному напору при осушении одной из секций плотины для ремонта. Испытания на фильтрацию конгломерата, на котором будет стоять плотина, показали очень слабую пористость его и надо полагать, что устойчивость сооружения может быть увеличена путем устройства отверстий в нижней части флютбета за щитами Стонея, дабы уменьшить напор воды, просачивающейся под основание. Запроектированные бычки имеют большой запас прочности на сдвиг и опрокидывание. Они также выдержат боковое давление при осушении одного из пролетов для ремонта во время максимального паводка.

Каждый третий бык плотины сделан на полметра шире, нежели остальные, для устройства лестницы, ведущей к служебному мосту и, может быть, для архитектурного эффекта. Это необязательно, так как на мост можно подняться с любого из береговых устоев. Если все бычки сделать одинаковой ширины, то это укоротит плотину и при той же ширине отверстий может дать экономию в общей стоимости на 30.000 рублей

Preliminary computations indicate that if the training wall is built upstream from the fourth pier from the left bank, the channel thus formed, which would be a settling basin when the sluice gates are closed, and would become a sluice way when they are opened, would have a capacity of about 35.000 cubic meters or more, according to the length of the wall built. In this case, the top of the training wall in front of the gates should be about one meter below the surface in order to give a cross-section that would permit a silting velocity of water approaching the gates.

If the training wall were built from the fifth pier, the hight might be increased, but in any event, it should be left lower than the surface of the normal backwater in order to secure the advantage of this wall in producing a „skimming" process.

Whenever there is sufficient surplus water running in the river, the first gate to the right of the training wall should be left open in order to keep as clear as possible the basin to the right of the training wall. When the water increases sufficiently, the second gate to the right of the training wall should be opened, and successive gates from the left to right, kept open as long as the flow of water is sufficient to permit this, but not opening a sufficient number to lower the pond below the elevation required to feed the necessary water into the head gates. It should be noted that if the training wall is placed at the fifth pier, the erosive capacity of a given quantity of water will be greatly increased by making possible a sluicing velocity in the sluicing channel more than double what can be procured without the training wall.

At the same time, the sluicing capacity of a given quantity of water will be greatly increased for any opening to the right of the training wall. These facts remain in varying magnitude for any position of the training wall, parallel to the thread of the stream.

There is no possible doubt that such a training wall will vastly increase the desilting capacity of the weir, which is one of its chief functions, and even if this should cost as much as one rouble per hectare on the irrigated area, there is little doubt that this would be repaid in one or two seasons, by decreasing the deposit of sand in the canals and laterals of the system, or the farm ditches.

It should be remembered that the diversion of four times as much water as is now used will greatly accentuate the silt problem unless adequate sluicing facilities are provided.

The position, length and hight of the training wall, should be given further study, and should depend in some measure upon the foundation conditions, which are not yet fully known. These studies can all be completed, and the plans approved before they are needed in the field, and this need not delay the construction of the project. It will increase the cost of the project less than half of one per cent.

Maximum flood.

The determination of the maximum flood to be expected and provided for in the Syr-Daria river is important from the fact that it is necessary to provide for the stresses which this will introduce into the weir and for the passage of these floods through or over the structure. While this is important, it is less important than it would be if it were an earthen dam, confining a large reservoir of water, first, because this structure might be over-topped for a short time without destruction or serious damage, and second, if destroyed by a flood, the loss is a financial one and does not itself endanger human life, at least not to the extent that a bursting reservoir would. No method has yet been discovered by which either the time or magnitude of any future flood can be predicted with accuracy or even approximately. We know of no method of judging the future but by the past, and the only thing that can possibly be known, is that the future will not be like the past although they will doubtless be similar. Our knowledge of the past is limited to recent times, and is so imperfect that much allowance must be made for its inconclusiveness.

It is well established however, that moderate floods occur more frequently than large ones, and the larger the flood, the greater the probable interval between such floods, and the less probability of their occuring at all. We also know within moderate limits, the seasons of the year when the large floods are likely to occur, though on this as on other points, a short record of floods may be inconclusive or positively misleading. For example, when the rainy season of the foothills and the snow season in the mountains occur in the winter, this may be the low water season in the stream, because most of the precipitation above the point in question in the winter occurs in

Рекомендуем построить раздельную стенку для создания промывного русла, как продолжение вверх по течению четвертого или пятого контрофорса, считая от левого берегового устоя плотины, высотою несколько ниже нормального горизонта плотины, идущую параллельно левому берегу до точки, расположенной значительно выше верхового устоя головного сооружения по окончательному проекту и с переходом в конце, приблизительно на расстоянии 10 метров, в плавную кривую, постепенно удаляющуюся от берега.

Если будет найдено практичным, пороги шлюзов, образующие выход из этого промывного русла, следует понизить почти до уровня дна реки для того, чтобы увеличить промывную способность.

Головные регуляторы должны быть построены возможно ближе к левому устою плотины с тем, чтобы максимально использовать ее промывную способность.

Принципы, на основе которых должны выбираться размеры и расположение раздельной стенки, требуют, чтобы поперечное сечение, через которое вода будет проходить до входа в шлюзы, было бы достаточным для уменьшения скорости приближающейся воды до 1 мтр. в сек. или менее, дабы обеспечить отложение в реке или промывном русле всех крупных наносов, несомых водой. Эти скорости будут меняться в зависимости от количества наносов в осадочном бассейне и могут увеличиваться до таких величин, при которых наносы не будут оседать, когда отложившиеся наносы достигнут порога плотины. Необходимо прибегнуть к промывке до того, как это случится, иначе наносы войдут в канал. Требуемое поперечное сечение может быть получено при входе в промывное русло или оно может быть дополнено тем, что раздельная стенка не доводится до нормального подпорного горизонта и вода поступает к шлюзам поверх этой стенки. Ширина, длина и высота раздельной стенки должны подвергнуться дальнейшему изучению для определения наиболее дешевого решения при максимальном эффекте осаждения и промывки наносов. Предварительные подсчеты показывают, что если раздельная стенка будет выстроена вверх от 4-го бычка, считая от левого берега, то образованное таким образом, русло, будучи осадочным бассейном во время закрытия промывных шлюзов и промывным каналом при их открытии, может иметь емкость около 35.000 куб. мтр. и более, в зависимости от длины построенной стенки. В таком случае верх раздельной стены против регуляторов должен быть на 1 мтр. ниже горизонта воды, чтобы обеспечить подход воды к регуляторам с заиляющими скоростями.

Если раздельная стенка будет построена от 5-го бычка, то высота может быть увеличена, но во всяком случае она должна быть ниже нормального подпорного горизонта с тем, чтобы можно было использовать преимущества этой стенки для забора верхних слоев воды.

Во всех случаях, когда река будет иметь достаточный излишек воды, необходимо открывать первый вправо от раздельной стенки щит с тем, чтобы бассейн, расположенный направо от раздельной стенки, держать как можно более чистым. По мере увеличения количества воды необходимо открывать второй вправо от раздельной стенки щит и затем последующие шлюзы, идя слева направо; они должны быть открыты все время пока расход воды для этого достаточен; причем, не следует открывать такого количества щитов, которое может понизить горизонт в верхнем бьефе ниже отметки, необходимой для пропуска соответствующего количества воды в головные сооружения. Надо отметить, что, если раздельная стенка будет выстроена от 5-го бычка, то размывающая способность данного количества воды значительно увеличится, давая в промывном русле более, чем двойную скорость против той, которая будет иметь место без раздельной стенки. В то же самое время промывная способность данного количества воды будет значительно увеличиваться для каждого отверстия вправо от раздельной стенки. Эти факторы остаются, но меняют свою величину в зависимости от расположения раздельной стенки, паралельной направлению течения.

Нельзя сомневаться в том, что подобная раздельная стенка значительно увеличит промывную способность плотины, что является одним из ее главных назначений; даже в том случае, если стоимость раздельной стенки составит 1 руб. на гектар орошенной площади, то мало сомнений в том, что этот расход окупится в один или два сезона за счет уменьшения количества отложившегося песка в каналах и оросителях или в хозяйственной сети.

Необходимо помнить, что забор в 4 раза большего количества воды, нежели это имеет место в настоящий момент, значительно осложнит проблему наносов, если не будут предприняты соответствующие меры.

the form of snow, and remains on the ground until warm weather. Normally the rainy season may cease before the temperature in the foothills is high enough to start the melting of the snow, so that we have a low water period at the end of the rainy season extending into the spring following the winter rains and followed by the high water season thal begins gradually when the snows begin to melt.

If now after a long interval and perhaps a long record of low water flow, say in March, there comes a general storm a month later than normal, and exceptionally prolonged, it might find an exceptionally large accumulation of snow in the foothills and mountains, and if this long abnormal storm were accompanied by abnormally warm weather so that on the lower mountain slopes it took the form of rain rather than snow and carried with it the accumulated snow of the previous winter, we would have a combination that has been known in some places to cause record-breaking floods. It thus sometimes happens that the largest possible floods are not in the normal flood season at all, but occur in the low water season by a chance combination of a large number of exceptional conditions. A record of half a century might not show any such rare combination, or if it did, the combination might be imperfect and the flood less than the maximum to be expected.

In the case of such a structure as the Begovat weir, the danger of flood damage would be greatly increased if great quantities of drift wood in the form of large trees, or if large quantities of ice were to be expected during the great flood. In view of the reported fact that very little ice and very little timber drift is ever found in the Syr-Daria river, and of the further fact that the damage by a flood of unexpected magnitude, would be of a financial and not of a vital character, and that furthermore, the structure could pass considerable water over its top without serious damage unless accompanied by heavy drift, we may approach the problem by seeking for the greatest flood to be expected, and providing liberally for this, without adding the wide margin of safety which we would necessarilly allow in the case of an earthen dam, sure to be destroyed if over-topped, and endangering human life if destroyed.

The structure as designed in the approved plan has a rated capacity to pass 5400 cubic meters per second, but if the water of the river should rise sufficiently to touch the bottom of the railroad bridge beams, it is estimated that it will then discharge 6800 cubic meters per second, but the Stoney gates as planned would be submerged about 0.4 of a meter. If the bottom of the railroad bridge beams were raised so that these would be at the same elevation as the bottom of the highway bridge beams, it is estimated that a flood of 7280 cubic meters per second could be safely discharged. The Stoney gates as planned would be submerged about 0.7 of a meter with a flood of 7280 cubic meters per second, and the water surface upstream from the gates would be about 0.3 of a meter higher than with the gates raised above the surface. These discharges are arrived at by extrapolating from the curve of discharges used in designing the present structure. The levee on the right bank as planned would be over-topped with this flood, unless the gates be raised to clear the water surface. The gates if raised would also be less likely to intercept ice or floating debris.

As both these changes could be made very cheaply, it is certainly desirable that this be done. We would then have provisions which would compare with actual observations as shown in the following table:

TABLE No 4.

Flood discharges.

| River. | Drainage area, square miles. | Discharge c. ft./sec. per square mile. |
|---|---|---|
| Irrawaddy river, India | 149.800 | 12,7 |
| Columbia river, America | 237.000 | 5,9 |
| Ohio river, America | 205.000 | 7,0 |
| Colorado river, America | 300.000 approx. | 1,5 |
| Amy-Daria, Turkestan | 139.000 at Kerki | 2,1 |
| Sur-Daria, Turkestan | 52.000 at Begovat | 2,7 [1] |
| Flood on Syr-Daria at Begovat assumed by approved plans | — | 3,5 |
| Maximum flood on Syr-Daria that can be passed with tail water at bottom of bridge beams | — | 4,6 |
| Same, with tail water at bottom of highway bridge beams (rail road bridge raised) | — | 4,9 |

[1] Estimated from gage hight.

Расположение, длина и высота раздельной стенки должны подвергнуться дальнейшему изучению; они будут в некоторой степени зависить от характера и качества основания, которое еще не вполне известно. Это изучение может быть закончено и проект раздельной стенки утвержден прежде, чем он потребуется для работ и это не должно задерживать осуществления проекта. Стоимость раздельной стенки увеличит стоимость проекта менее чем на $^1/_2$ процента.

**Максимальный паводок.**

Определение возможного максимального паводка р. Сыр-Дарьи, которого можно ожидать и предвидеть, важно, как с точки зрения напряжений в плотине, так и точки зрения пропуска паводка через или над плотиной. Хотя это и важно, но не в такой степени, как в случае земляной плотины, образующей большое водохранилище, во-первых потому, что вода может в течение некоторого короткого времени переливаться через сооружение, не причиняя ему серьезного вреда или разрушения и во-вторых потому, что в случае разрушения паводком убыток будет чисто материальный, не угрожая жизни людей и, во всяком случае, не в таком размере, как в случае прорыва водохранилища.

Пока не имеется точного и даже приблизительного способа предсказания времени и величины какого-либо будущего паводка. Мы не знаем методов, которые давали бы возможность судить о будущем, кроме прошлого. Единственно, что возможно знать, это что будущее не похоже на прошлое, хотя, без сомнения, в них будет аналогия. Наши знания прошлого ограничены последними годами и настолько несовершенны, что нужно принять целый ряд допущений, из-за отсутствия определенных выводов.

Определенно установлено, однако, что умеренные паводки случаются чаще, чем большие, и чем больше паводки, тем продолжительнее вероятный промежуток между ними и тем меньше возможность их повторения. Мы также знаем в некоторых пределах те сезоны года, когда могут быть высокие паводки. Хотя в этом отношении, как и в других вопросах, кратковременность наблюдений паводков может быть причиной отсутствия определенных советов или может привести к неправильным заключениям. Так, если период дождей у подножия гор и снеговой период в горах случается зимой, то может иметь место низкий период в реке, потому, что большинство осадков выше определенного пункта выпадает в течение зимы в форме снега, который останется на земле до наступления теплой погоды. Нормально дождливый сезон оканчивается прежде, чем температура у подножия гор достигает той высоты, чтобы началось таяние снегов, так что мы имеем в конце дождливого сезона период низкой воды, распространяющийся на весну, вслед за зимними дождями и с последующим периодом высоких вод, который постепенно начинается по мере таяния снегов.

Далее, если после значительного промежутка и, может быть, продолжительного маловодья, скажем в марте, обычный „шторм" случится месяцем позже нормального и будет исключительно долгой продолжительности, то он может встретить необычно большие накопления снега у подножия и в горах. Если этот продолжительный необычный „шторм" будет сопровождаться ненормально теплой погодой и на невысоких предгорьях дожди будут выпадать чаще, чем снег, и захватят с собой накопившийся за предыдущую зиму снег, то мы будем иметь такое сочетание, которое, как это известно для некоторых мест, вызывает необычно высокие паводки. Иногда случается, что максимально возможные паводки наблюдаются не в обычный паводковый период, а в сезоны низкой воды, благодаря случайному совпадению большого количества исключительных условий. Наблюдения в течение половины столетия могут не обнаружить подобного редкого сочетания условий. Если бы такое сочетание и имело место, то оно могло быть неполным и самый паводок ниже того максимального, который может случиться.

При таком сооружении, как Беговатская плотина, опасность повреждений от паводка значительно возрастает, если во время прохождения последнего будут иметься большие количества плывущего леса в форме больших стволов или большие количества льда. Принимая во внимание сообщенные факты, что на р. Сыр-Дарье обычно очень мало льда и плывущих деревьев, а также то, что ущерб в случае прохождения чрезмерно большого паводка будет лишь материального характера без угрозы для жизни и что сооружение может пропустить значительное количество воды поверх себя без серьезного вреда, если только вода не будет нести тяжелых предметов, мы можем подойти к разрешению вопроса о максимальном паводке, который можно ожидать, допуская для него величину с хорошим запасом, но не таким, который был бы необходим в случае земля-

The levee and earthen embankment on the right bank should be made lower than those on the left bank, so that they would be overtopped first in case of an unprecedented flood, thereby protecting the Main canal and villages from damage.

**Drainage and canal lining.**

A problem of primary importance in planning any large irrigation work is the proper drainage of the irrigated land. Almost every large irrigation, system therefore built, has its drainage problems. In applying water in irrigation, some of it inevitably descends by gravity through the soil beyond the reach of the plant roots, and joins the permanent ground water table. Unless this has adequate outlet, it will accumulate until it rises to a point injurious to vegetation. Whenever the ground water rises to a point where some of the water can and does reach the surface by cappillary action, active evaporation from the surface occurs, and any salts in solulion are left on or near the surface, and there accumulate until they become deadly to plant life, especially to young plants, which are very tender, and which have their roots concentrated in the surface layers of the soil. This may occur in almost any soil if the upward movement of water to the surface continues long enough, and is greater than the downward movement which follows irrigation. The greater the amount of upward moving water, and the greater the quantity of injurious salts contained in the soil, the sooner will the land be ruined by accumulation of salts at and near the surface. The same salts at a great depth, or even uniformly distributed through the soil might be entirely harmless.

In arid regions all soils except the loosest sandy soils, contain some soluble salts, and Golodnaya Steppe is no exception. In the southern and eastern portions large areas have been found so heavily charged with injurious salts as to be excluded from the irrigable area. The lands already irrigated from the present canal illustrated this problem. About 26,000 hectares, or 28 per cent of the land has been seriously injured by ihe rise of alkali, and requires reclamation to restore its fertility. The cause is the rise of ground water and the remedy is the reversal of this process.

A downward movement of water must be established and maintained until the salts are removed from the upper layers of soil, and then the upward movement prevented in future, or counteracted by an equal or greater downward movement. The downward movement can be secured by irrigating the surface, and providing deep drainage to carry off the surplus water, and thus prevent the rise of the water table. Where the water is strongly charged with salts, it may be reject and get rid of it by the most feasible method, but it is often desirable to discharge it into the irrigation channels for reuse. This is extensively done in Arizona, California, and elsewhere.

The experience already obtained on Golodnaya Steppe, applied to the facts known concerning the new lands to be irrigated, show the importance of adopting the proper measures to prevent the rise of ground water on the new lands. It is also advisable to take the necessary means to reclaim the lands already waterlogged on the irrigated areas.

This problem has been realized and thoroughly studied by the engineers and agronomists conducting the investigations on this project, and they have been guided both by theory and by experience, in this and other regions. They have evolved plans that are correct in principle, and if carried out to a sufficient extent, will solve the problem satisfactorily.

The problem has three aspects. It is necessary to prevent the excessive application of water to the surface, to prevent excessive seepage from the canals and laterals, and then to provide means for removing the ground water by drainage. Al these have been incorporated into the plans for the project, and the means adopted are wise and proper.

It is proposed to furnish the Golodnaya Steppe project with waste canals of moderate size and depth to receive surface drainage and the waste water that may be expected from the irrigation of the fields, to conduct such water to drainage channels which will carry it harmlessly away, or to discharge it into canals or laterals, where it may be reused in irrigation, in cases where this may prove feasible.

Where threatened rise of ground water repuires remedy, it is proposed to pump the drainage into canals for reuse when not too salty, and otherwise into waste

ной плотины, обреченной в случае переливания через нее воды на разрушение с прямой угрозой для человеческих жизней.

Сооружение, как оно представлено в принятом проекте, расчитано на пропускную способность в 5400 *куб. мтр.* в сек. Если вода в реке поднимается настолько высоко, что дойдет до низа балок железнодорожного моста, то подсчитано, что плотина пропустит расход в 6800 *куб. мтр.* в сек., при чем щиты Стонея будут на 0,4 *мтр.* в воде. Если же поднять железнодорожный мост, чтобы низ его балок был бы на одном уровне с таковыми шоссейного моста, то, по вычислениям, может безопасно пройти расход 7280 *куб. мтр.* в сек. При этом расходе щиты Стонея будут на 0,7 *мтр.* в воде и подпорный горизонт воды поднимется приблизительно на 0,3 *мтр.* выше, нежели при щитах, поднятых над поверхностью. Эти расходы получены экстраполяцией кривой расходов, принятой при расчете настоящего сооружения. Запроектированная дамба на правом берегу будет залита водой, если щиты не будут подняты выше горизонта воды. При поднятии щитов будут несколько лучше условия для пропуска льда и плывущих обломков.

Так как оба эти изменения могут быть осуществлены при незначительных затратах, то, конечно, желательно, чтобы это было сделано. Мы будем иметь тогда запас, сравнение которого с фактическими наблюдениями приводится в нижеследующей таблице:

ТАБЛИЦА № 4.

Расходы при паводках.

| Название реки. | Бассейн в кв. милях. | Расход с 1 кв. мили в куб. фут. в сек. |
|---|---|---|
| Ирраводи — Индия | 149.800 | 12,7 |
| Колумбия — Америка | 237.000 | 5,9 |
| Ганг — Индия | 205.000 | 7,0 |
| Колорадо — Америка | 300.000 приблизительно | 1,5 |
| Аму-Дарья — Туркестан | 139.000 [1] | 2,1 |
| Аму-Дарья — Туркестан | 52.000 [2] | 2,7 [3] |
| При паводке Сырь-Дарьи у Беговата, принятом в проекте | — | 3,5 |
| При максимальном расходе Сырь-Дарьи, который может быть пропущен при горизонте нижнего бьефа на уровне низа балок ж.-д. моста | — | 4,6 |
| Тоже при горизонте нижнего бьефа на уровне низа балок шоссейного моста (жел.-дор. мост поднят) | — | 4,9 |

Дамбы правого берега должны быть сделаны ниже таковых на левом берегу с тем, чтобы в случае непредвиденного паводка, они оказались затопленными в первую очередь, тем самым защищая от разрушения Магистральный канал и поселки.

**Дренаж и облицовка каналов.**

Надлежащее дренирование орошенных земель является задачей первостепенной важности при проектировании всякого большого ирригационного проекта. Поэтому почти каждая большая ирригационная система, когда-либо осуществленная, имеет свои проблемы дренирования. При пользовании водой для ирригации часть ее неизбежно просачивается через почву ниже корневой зоны растений и соединяется с подземными водами. В случае, если последние не имеют надлежащего выхода, вода, притекающая к ним, подымает их уровень до границ, опасных для растений. Во всех случаях, когда грунтовые воды подымаются до высоты, откуда часть воды может подняться и действительно поднимается вследствие капиллярности на поверхность, где происходит сильное испарение и все растворенные в воде соли отлагаются на поверхности или вблизи ее, скопляясь там до таких количеств, что становится губительными для растений, особенно для молодых, имеющих корни в поверхностных слоях почвы. Такое явление возможно почти на всех почвах, если движение воды вверх продолжается достаточно долго и превышает нисходящий ток, вызванный поливами. Чем больше количество движущейся вверх воды и чем больше количество вредных солей, содержащихся в почве, тем скорее почва будет испорчена скоплением солей на поверхности или в верхних слоях. Те же самые соли могут быть совершенно безвредны, если они находятся на большей глубине или даже равномерно распределены в почве.

В засушливых районах все почвы, за исключением несвязанных песков, содержат растворимые соли и Голодная Степь не является исключением. В Южной и Восточной

[1] Применительно к расходу у к. Керки.
[2] Применительно к расходу у к. Беговат.
[3] Согласно наблюдениям на водомерном посту.

ditches. In some cases this pumping will be directly from wells sunk into the ground water, but where necessary, deep tile drains will collect the ground water and concentrate the same at pumping stations suitably located.

It is proposed that the deliveries of water be limited to those actually necessary under good irrigation practice, and that seepage from the canals and laterals be reduced by providing impervious linings to the extent necessary. It should be noted that both these measures tend to cheapen the project, by reducing the quantity of water to be carried by the canals, and thus reduce the section and cost of the conveying channels, and this tends strongly to offset the cost of lining. In fact, in some cases the saving in excavation due to lining is suficient to make the lined channel actually cheaper than the unlined earthen channel. Where this is so, lined channels have been incorporated into the plans adopted.

The surface of Golodnaya Steppe slopes to the westward and nortwestward, and the surface of the ground water slopes in the same direction in a still greater degree. This slope is not quite uniform, but is continuous, and aggregates an important amount, being a total of about 30 sagenes or about 65 meters. A tendency therefore exists for the ground water to move to the North-West, where it has escape to lower levels into the Kizil-Kum desert on the West, and the channel of the Syr-Daria on the North. Probably a very slow movement in those directions is in progress at nearly all times. Any rise ground water in the Central or Eastern part of the Steppe will tend to accelerate this movement, and thus to remove the danger of rise of ground water.

A high efficiency of canal system, and great care in the application of irrigation water, might be attainable such that all tendency to rising water table could be kept within the limits of the natural deep drainage to counteract it, except in a few localities where undergraund conditions are unfavourable. Any measure for the reduction of the amount of water descending to the water table, will decrease the amount of drainage necessary, and postpone the day when it must be provided.

The reasons favourable to lining are numerous, and may be considered as tending to offset the cost of lining so far as they go.

1. Saving in first cost. The lined channel being much smoother, will carry more water for a given cross-section than an earthen channel. The saving in excavation thereby, is sometimes greater than the cost of lining. The saving of water due to reduced seepage losses makes possible a smaller diversion of water for the irrigation of a given area, thus saving in the size and cost of conveyance channels. There is also a saving in value of right of way.

2. Saving in maintenance cost. Where velocities are low, the increased velocity due to lining will tend to prevent silting, and where they are high, will prevent cutting, thus lowering maintenance costs. In small canals with moderate velocities, weeds infest the channels of earth canals, which greatly increase maintenance costs, and these are prevented by lining. This alone is sometimes sufficient reason for lining small canals.

3. Saving of water. Excessive seepage from earth canals tends to raise the ground water table, and thus endangers the fertility of the land, and involves heavy expenses for drainage, which could be largely avoided by lining the canals. The water thus saved is valuable and can be used to extend the area irrigated.

All of the above reasons apply strongly to Golodnaya Steppe, but the first is the only one that can be approximated in advance. It is estimated that 23 per cent of the wetted area of the proposed system can be lined at an actual saving in first cost, for the reasons above given, and accordingly such lining has been adopted as a part of the approved project.

The reason that is perhaps the most important, is the last, as the problem of controlling the ground water is vital to the success of the enterprise, and the costs of drainage works to be saved are large, though not determinable in advance.

In California on a lateral system built in earth, seepage losses were so great as to require the laterals to be lined to save the water. It was found that more than 90 per cent of the cost of maintaining those laterals was saved thereby. The lining was thus doubly justified.

частях имеются большие пространства, засоленные настолько, что они должны были быть исключены из числа подлежащих орошению. Земли, уже орошенные существующим каналом, иллюстрируют этот вопрос. Около 26.000 *га* или 28% площади были серьезно повреждены подъемом солей и нуждаются в мелиорации для восстановления своего плодородия. Причиной этого является подъем грунтовых вод, а средством улучшения — процесс прямо противоположный.

Для этого надо создать движение воды вниз и поддерживать его до тех пор, пока соли не будут удалены из верхних слоев почвы и в дальнейшем подъем воды вверх должен быть предупрежден или уравновешен соответствующим или более сильным движением ее сверху вниз. Движение вниз может быть обеспечено путем полива поверхности при наличии глубокого дренажа для удаления излишков воды и предупреждения подъема уровня грунтовых вод. В случаях, когда дренажные воды содержат большие количества солей, необходимо отвести и удалить их надлежащим образом. Однако, часто бывает желательно возвратить их в оросительные каналы для вторичного использования. Это в широких размерах применяется в Аризоне, Калифорнии и других местах.

Уже имеющийся опыт Голодной Степи, а также общеизвестные факты в отношении земель, подлежащих орошению, доказывают важность применения правильных методов предупреждения подъема грунтовых вод на вновь орошаемых площадях. Равным образом является необходимым принятие надлежащих мер для мелиорации заболоченных участков в орошенных районах.

Эта проблема была учтена и основательно изучена инженерами и агрономами, ведшими предварительное проектирование, при чем они руководились теорией и практикой как в этом, так и в других районах. Они запроектировали устройства вполне правильные в принципе, и если последние будут выполнены в достаточном масштабе, то они удовлетворительно разрешат задачу.

К разрешению задачи следует идти тремя путями. Необходимо предупредить излишнее потребление воды на поверхности, предупредить излишнюю фильтрацию из каналов и оросителей и в то же время принять меры к удалению грунтовых вод путем дренирования. Все это предусмотрено проектом и предложенные меры рациональны и правильны.

Предположено снабдить Голодностепскую систему сбросными каналами умеренного сечения и глубин для собирания вод поверхностного стока и сбросных, которые можно ожидать при орошении, с подводом этих вод к водосборным коллекторам, которые будут или отводить их прочь, или, когда это окажется возможным, направлять в каналы и оросители для вторичного использования для орошении.

В тех случаях, где необходимы меры борьбы с подъемом грунтовых вод, предположено откачивать дренажные воды или в каналы для вторичного использования, если засоленность воды не слишком велика, или в противном случае — в сбросные каналы. В некоторых случаях откачка будет производиться непосредственно из колодцев, опущенных до грунтовых вод. Там же, где необходимо, будет заложен глубокий дренаж из гончарных труб для сбора грунтовой воды и отвода ее к соответственно расположенным насосным станциям.

Предположено, что нормы полива будут ограничены действительной потребностью при хорошей технике орошения и что фильтрация из каналов и оросителей будет уменьшена применением в пределах необходимости непроницаемой облицовки. Следует отметить, что эти оба мероприятия удешевляют проект, так как, уменьшая количество воды, которое должно подаваться каналами — уменьшают вместе с тем размеры и стоимость водоподводящих каналов, что в значительной мере оправдывает стоимость облицовки. В некоторых случаях бетонирование дает такое сбережение в стоимости земляных работ, что фактически бетонированные каналы оказываются дешевле, чем земляные. Во всех подобных случаях проектом предусмотрены облицованные каналы.

Поверхность Голодной Степи имеет уклон на запад и северо-запад. В том же направлении, но несколько больший уклон имеют и грунтовые воды. Этот уклон не везде равномерен, но непрерывен и значителен, составляя в общем падение в 30 саж. или около 65 *метр.* Таким образом, грунтовые воды имеют тенденцию двигаться на северо-запад, где они выступают на пониженных местах в пустыне Кызыл-Кум на западе и в русле Сыр-Дарьи на севере, и можно допустить, что медленное движение в этом направлении происходит почти все время. Всякий подъем грунтовых вод в Центральной или Восточной части Степи будет увеличивать это движение и отдалять опасность подъема грунтовых вод.

The higher velocities induced by lining should reduce the danger of silting in all the lined channels, by carrying the lighter silt through to the irrigated field. The cost of removing the silt from canals of the present system, is estimated at from 6 to 8 roubles per hectare per annum. In the Imperial Valley, California, it is higher.

In the majority of cases the benefits to be derived from lining small channels is greater in proportion to cost, than in larger canals. A typical area was computed under the Tugai branch, with the following results:

| | Cost in roubles per hectare. | | |
|---|---|---|---|
| | Unlined | Lined | Increase |
| Tugai branch . . . . . | 19.72 | 26.65 | 6.93 |
| Distributaries . . . . . | 37.83 | 25.18 | —12.65 |
| Laterals . . . . . | 26.07 | 34.85 | 8.78 |
| Total . . . . . | 83.62 | 86.68 | 3.06 |

On the basis of this exhibit, it appears that the total cost of lining all the distributaries and laterals, and leaving unlined the Central canal, the Northern canal, and the Central branch, will be justified as a matter of economy. This will moreover be necessary as shown above, to furnish a satisfactory water supply to the lands with the proposed diversion of 233 cubic meters per second at Begovat.

This lining need not be done all at once, as the full maximum supply of water will not be required until all the land is settled, and the settlers have developed all their lands. This will occupy many years, and the lining can be placed gradually as required by the development. This will allow for the settlement of banks, etc., before placing the lining, which will be beneficial, and will save interests on the cost until expended.

This programme will require that all the laterals and distributaries be built on the cross-sections required for lining, and that all those which have a velocity too high or too low for the earthen channel, should be lined before use, and the others lined later as additional capacity is required.

Material of canal lining. The plans of the project involve a large amount of canal lining, the increase of which is recommended in this report. It is important therefore, to determine the methods and cost of such lining, as these will affect the cost of the project to an important degree. Much investigation has been made into the materials of lining, and the report recommends a bituminous concrete, wherin bituminous material takes the place of cement. This material appears to be generally less pervious than cement concrete, which would slightly increase its effciency as a lining and obviate to some extent the action of frost as an agent of disintegration. It is also somewhat more flexible and will accommodate itself to settlement, or other slight changes as to shape without cracking, to a greater extent than cement concrete. The cost of this is estimated about the same as the cement concrete, and hopes are entertained that it can be made cheaper; but it is now in the expertimental stage and various results are obtained with different bituminous preparations, some of which are not acceptable. The experiments are wise and should be continued, but if they not bear out the present hopes, reliance can be placed upon cement concrete in which the experience is large and which is well standardized.

The experimental nature of the plans for bituminous lining should not deter us from adopting lined channels where desirable, as these can be constructed with cement concrete whenever necessary. The cement factory is advantageously located at the project for such uses. In view of all the conditions and of the advantages of canal lining, the liberal use of this method has been recommended herein.

The additional cost of the additional lining here recommended, is not exactly known at present, and considerable time would be required for its accurate computation, but it is quite certain that it will be required for the safe and economical completion of this project. A subsequent report may treat further of this subject.

Высокий коэффициент полезного действия системы и серьезное внимание к поливам при орошении могут быть доведены до такой степени, что всякая тенденция подъема грунтовых вод будет удерживаться в пределах естественного дренажа, за исключением некоторых мест с неблагоприятным строением почв. Всякие меры, направленные к уменьшению количества воды, идущей на питание грунтовых вод, уменьшат размер требуемых дренажных устройств и отдалит срок, когда их надо будет строить.

Соображения в пользу облицовки многочисленны и могут рассматриваться, как оправдание ее стоимости.

1) Снижение первоначальных затрат. Облицованные каналы, имея более гладкую поверхность при данном сечении, пропускают больше воды, нежели каналы в земляном русле. Экономия в стоимости земляных работ в некоторых случаях больше, нежели стоимость облицовки. Экономия воды, благодаря уменьшению фильтрации, делает возможным меньший забор воды для орошения данной площади, благодаря чему уменьшаются размеры и стоимость водоподводящей сети. Это также уменьшает стоимость полосы отчуждения.

2) Снижение эксплоатационных расходов. При незначительных скоростях увеличенная благодаря облицовке скорость позволяет предотвратить заиление, а там, где они высоки, бетонирование предохраняет от размыва, и в том и в другом случае снижаются расходы по эксплоатации. В малых земляных каналах с незначительными скоростями русла покрываются сорной растительностью, благодаря чему значительно повышается стоимость эксплоатации,—это опять может быть предупреждено облицовкой. Одно это иногда бывает достаточным основанием для бетонирования небольших каналов.

3) Экономия воды. Значительная фильтрация при земляных каналах ведет к подъему уровня грунтовых вод и этим создается угроза для плодородия земель и вызываются большие расходы на дренаж, чего в значительной мере можно избегнуть благодаря облицовке каналов. Сбереженная таким образом вода представляет ценность и может быть употреблена на расширение орошаемой площади.

Все приведенные соображения в полной мере приложимы к Голодной Степи, но только первое из них может быть предварительно расценено. Вычислено, что 23% смоченного периметра проектируемой системы может быть облицовано с действительной экономией в первоначальной стоимости по причинам, указанным выше, и в соответствии с этим такая облицовка принята и введена в рассматриваемый проект. Самым же серьезным доводом, может быть, является последний, так как задача регулирования уровня грунтовых вод жизненно необходима для успеха всего предприятия, и затраты на устройство дренажа могут быть значительно снижены, но исчислить это заранее невозможно.

В Калифорнии, на одной из оросительных систем, построенной в земляном русле, потери через фильтрацию были так велики, что потребовали облицовки ороситслей в целях экономии воды. Оказалось, что в результате этого, стоимость эксплоатации понизилась более, чем на 90%. Таким образом, облицовка оправдала себя вдвойне.

Повышенные скорости, получаемые при облицовке, понижают опасность заиления всех облицованных каналов, перенося мелкие наносы на поля. Стоимость удаления наносов из сети существующей системы выражается ежегодно в 6—8 рублей на гектар. В Императорской долине в Калифорнии она еще выше.

В большинстве случаев выгоды от облицовки распределителей и оросителей каналов значительно больше, чем от облицовки главных каналов. Подсчет, сделанный для типового участка на Тугайной ветви, дал нижеследующие результаты:

| Наименование каналов. | Стоимость в рублях на гектар. | | |
|---|---|---|---|
| | Земляное русло | Облицованное русло | Увеличение стоимости |
| Тугайная ветвь . . . . . | 19,72 | 26,65 | 6,93 |
| Распределители . . . . . | 37,83 | 25,18 | — 12,65 |
| Оросители . . . . . | 26,07 | 34,85 | 8,78 |
| Всего . . . . . | 83,62 | 86,68 | 3,06 |

На основе этой таблицы можно считать, что общая стоимость облицовки всех распределителей и оросителей с оставлением необлицованными Центрального канала, Северного канала и ветви Центрального канала оправдывается с точки зрения экономии, Кроме того, это необходимо, как указывалось выше, для того, чтобы обеспечить доста-

A rough estimate of this additional cost is given on page 189 of this report.

Power development.

The project of the Golodnaya Steppe is fortunate in containing opportunities for hydroelectric power development incidental to irrigation without wasting the water used for power. Such a project is sure to require a considerable amount of power for pumping, both for drainage and for irrigation, and also for industrial and domestic lighting and power. These needs would de greatly hampered by the high cost of fuel, which would be prohibitive for some uses, and expensive for all.

The author of the project has estimated the various needs for power on the project and has given attention to conserving and developing such power facilities as are available. It is important that these and the project in all its parts be examined with a view of developing information that will show where the works can be so designed as to make power resources available instead of needlessly sacrificing these by neglecting their consideration.

It is now proposed to establish 7 hydroelectric plants at the following points, where water can be used for power, and the same water used afterwards for irrigation:

TABLE No 5.

Proposed water power plants

| Site of plant | Head | H. P. Capacity |
|---|---|---|
| 1. Begovat, on head regulator of the existing canal . | 6.82 — 7.36 | 20,935 |
| 2. On the Golodnaya Steppe Main canal . . . . . km. 38 | 3.98 | 725 |
| 3. On terminal structure (Jetty-Say) on Golodnaya Steppe Main canal . . . . . km. 56 | 5.37 — 6.62 | 6,400 |
| 4. On terminal structure of branch of Central canal . km. 41.5 | 3.8 | 390 |
| 5. On Central canal at head of its Branch . . . . km. 60 | 5.2 | 2,000 |
| 6. On Southern canal at a possible additional feeding of the Central canal . . . . . km. 48 | 13.0 | Depending on discharge |
| 7. On Golodnaya Steppe Main canal . . . . . km. 7.6 | 4.81 | 16,400 |

The uses of power foreseen by the author are the following (See table № 6 on p. 187).

This table may appear optimistic, but experience in other parts of the world certainly justifies such expectations. Experience shows that where electric current becomes available at low rates, its use grows rapidly and indefinitely. The following table shows the per capita consumption of electric current in various districts of the United States of America, compared with that of Golodnaya Steppe on the basis of the above table assuming a population at the end of 30 years of 600,000:

| Regions | K. W. H. 1928 per capita |
|---|---|
| Pacific Coast . . . . . | 1 610 |
| Rocky Mountain region . . . . . | 1 000 |
| Northern plains . . . . . | 385 |
| Southern plains . . . . . | 343 |
| Great Lakes region . . . . . | 843 |
| Middle South . . . . . | 355 |
| Southern Coastal plain . . . . . | 650 |
| Metropolitan region . . . . . | 905 |
| New England . . . . . | 718 |
| Golodnaya Steppe, in 1940 . . . . . | 275 |
| Golodnaya Steppe, in 1960 . . . . . | 566 |

точное количество воды на поля при проектируемом заборе 233 *куб. мтр.* в сек. у Беговата. Покрытие каналов облицовкой не следует производить сразу, так как максимальный расход не потребуется до тех пор, пока вся площадь не будет засолена и поселенцы не освоят всю свою землю. Для этого потребуется много лет и облицовка может быть сделана постепенно по мере надобности. За это время произойдет осадка дамб до покрытия их облицовкой, что будет вполне целесообразно и в то же время будут сохранены проценты на затраченный капитал.

Осуществление этого требует, чтобы все оросители и распределители были построены с сечениями необходимыми для облицовки и чтобы все те, которые имеют скорости слишком большие или слишком малые для земляных русел, были облицованы до начала их работы, а остальные позже, когда потребуется увеличенная пропускная способность.

Материал для облицовки. Проект предусматривает значительное количество облицованных каналов, увеличение которого рекомендуется настоящим докладом. Поэтому важно определить способы и стоимость устройства подобной облицовки, так как она значительно повлияет на стоимость всего проекта. Были произведены значительные исследования над различными материалами для облицовки и объяснительная записка рекомендует асфальтовый бетон, в котором битуминозные вещества заменяют цемент. Этот материал вообще менее водопроницаем, нежели цемент, и это несколько повышает его значение, как облицовки. Кроме того, он противостоит несколько лучше действию мороза, как разрушающего фактора. Он также несколько эластичнее цементного бетона и лучше приспособлен к осадке и другим незначительным изменениям сечения, не давая трещин. Стоимость же его почти совпадает со стоимостью цементного бетона и имеется надежда, что она может быть понижена. В настоящий момент вопрос о применении асфальтового бетона находится в стадии опытов и различные битуминозные составы дают разные результаты, часть которых неприемлема. Опыты необходимы и должны быть проделаны, но если они не оправдают возлагаемых надежд, то следует остановиться на цементном бетоне, в применении которого имеется большой и хорошо стандартизированный опыт.

Экспериментальный характер асфальтовой облицовки не должен препятствовать принятию облицованных каналов везде, где желательно, так как последние могут в случае необходимости покрываться цементным бетоном. Для этого имеется цементный завод, удачно расположенный вблизи проектируемой системы. Принимая во внимание все условия и преимущества облицованных каналов, настоящим докладом рекомендуется широкое применение этого мероприятия.

Добавочная стоимость, в связи с рекомендуемой здесь дополнительной облицовкой, пока в точности неизвестна и на детальный подсчет потребуется значительное время, однако совершенно очевидно, что облицовка потребуется с точки зрения надежности и экономической целесообразности этого проекта.

В последующем докладе можно будет остановиться опять на этом вопросе.

Приблизительная сумма дополнительных затрат приводится на стр. 190 настоящего доклада.

**Силовые установки.** Голодностепский проект находится в благоприятных условиях с точки зрения гидроэлектрических установок, осуществляемых попутно с орошением, без потери воды, на них используемой. Проект, подобный Голодностепскому, безусловно потребует много энергии для насосов при дренировании и орошении, а также для промышленных и хозяйственных целей и освещения. Удовлетворение этих потребностей было бы значительно затруднено благодаря высокой стоимости топлива, которая для некоторых видов потребления была бы практически недоступна и очень дорога для всех.

Составитель проекта исчислил различные потребности в энергии в проектируемой системе и уделял внимание выявлению и развитию силовых установок в пределах имеющихся возможностей. Важно, чтобы как эти источники, так и система во всех ее частях, были бы изучены с целью получения дополнительных данных, указывающих места, где следует располагать сооружения, чтобы использовать энергию в полной мере, вместо того, чтобы потерять ее благодаря недооценке ее значения.

По проекту намечается устройство 7 гидроэлектрических станций в перечисленных ниже пунктах, где одна и та же вода может быть использована одновременно и для силовых установок и для орошения (см. стр. 187).

The estimate indicates a demand starting at 9,000,000 k. w. h. per annum, three years after beginning construction, and increasing to 118,000,0000 k. w. h. per annum at the end of ten years. To supply the last amount would require a power plant producing constantly 13,400 k. w. of energy. At 50 per cent load factor this

TABLE No 6

Estimated maximum consumed electric current in thousands of kwh during a period of 30 years

| Items | Over 3 years | Over 10 years | Over 15 years | Over 20 years | Over 30 years |
|---|---|---|---|---|---|
| I. Industry | | | | | |
| Cotton ginning | 1,170 | 7,770 | 7,700 | 7,700 | 7,700 |
| Oil mills | 5,487 | 36,620 | 36,620 | 36,620 | 36,620 |
| Other mills | 422 | 2,640 | 3,326 | 3,600 | 3,762 |
| Cellulose | — | — | 44,000 | 88,000 | 88,000 |
| Total | 7,079 | 46,960 | 91,646 | 135,920 | 136,082 |
| II. Pumping stations | | | | | |
| Drainage | — | 15,900 | 15,900 | 15,900 | 15,900 |
| Pumping irrigation | — | 9,468 | 9,468 | 9,468 | 9,468 |
| Total | — | 25,368 | 25,368 | 25,368 | 25,368 |
| III. Municipal economy | | | | | |
| Housing illumination | — | 2,500 | 4,000 | 6,250 | 7,500 |
| Outdoor illumination | — | 1,000 | 1,600 | 2,500 | 3,000 |
| Water supply | — | 700 | 1,120 | 1,750 | 2,100 |
| Tram lines | — | 440 | 704 | 1,100 | 1,320 |
| Small industries | — | 2,815 | 2,815 | 2,815 | 2,815 |
| Ice factories | — | 36 | 58 | 92 | 108 |
| Irrigation of towns | — | 1,400 | 2,240 | 3,500 | 3,500 |
| Housing consumption | — | 9,000 | 14,400 | 22,500 | 27,000 |
| Heating and cooking | — | 10,000 | 16,000 | 25,000 | 30,000 |
| Total | — | 27,891 | 42,937 | 65,507 | 77,343 |
| IV. Rural consumption | | | | | |
| Inner lighting | 1,280 | 7,000 | 8,420 | 8,420 | 8,420 |
| Outdoor lighting | 640 | 3,980 | 4,210 | 4,210 | 4,210 |
| Small motors | — | 6,960 | 8,420 | 8,420 | 8,420 |
| Household consumption | — | — | — | 12,650 | 37,900 |
| Heating | — | — | — | 14,000 | 42,100 |
| | 1,920 | 17,940 | 21,050 | 47,700 | 101,050 |
| Grand total | 8,999 | 118,159 | 181,001 | 274,495 | 339,843 |

ТАБЛИЦА № 5.

**Проектируемые гидроэлектрические установки.**

| Место устройства станции. | Напор в метрах. | Мощность в л. с. |
|---|---|---|
| 1. У головного сооружения Голодностепского Магистрального канала (Беговатская гидроэлектрическая станция) . . . . . | 6,82 до 7,36 | 20.935 |
| 2. На 38-м километре Голодностепского Магистрального канала . . . . . | 3,98 | 725 |
| 3. На конечном узле Голодностепского Магистрального канала (Джиты-Сайская гидроэлектрическая станция на 56-м километре) . . . . . | 5,37 до 6,62 | 6.400 |
| 4. На конечном узле ветви ветви Центрального канала, 41,5 км . . . . . | 3,8 | 390 |
| 5. На Центральном канале в голове его ветви. 60 км . | 5,2 | 2.000 |
| 6. На Южном канале на возможной дополнительной питающей ветви Центрального канала 48 км . | 13,0 | В зависимости от расхода. |
| 7. На 7,6 километре Голодностепского Магистрального канала . . . . . | 4,81 | 16.400 |

Таблица № 6 (см. стр. 188) может показаться оптимистической, но опыт других частей света вполне оправдывает подобные предположения. Практика показывает, что там, где электрическая энергия может быть получена по дешевой цене, ее потребление растет быстро и неограниченно. Следующая таблица дает душевое потребление электрической энергии в различных районах Соединенных Штатов Америки по сравнению с потреблением в Голодной Степи, исчисленным на основе вышеприведенной таблицы, принимая население к концу 30 года после начала орошения в 600.000 человек.

| Районы | Потребление на 1 жителя в киловатт-часах |
|---|---|
| Тихоокеанское побережье в 1928 г. . . . . | 1.610 |
| Район Скалистых Гор в 1928 г. . . . . | 1.000 |
| Северные равнины в 1928 г. . . . . | 385 |
| Южные равнины в 1928 г. . . . . | 343 |
| Район Великих Озер в 1928 г. . . . . | 843 |
| Центр Юга в 1928 г. . . . . | 355 |
| Южное побережье в 1928 г. . . . . | 650 |
| Район „Метрополитэн" в 1928 г. . . . . | 905 |
| Новая Англия в 1928 г. . . . . | 718 |
| Голодная Степь в 1940 г. . . . . | 275 |
| „ „ в 1960 г. . . . . | 566 |

Предположения указывают, что через 3 года после начала строительства, ежегодный спрос на энергию определяется в 9 милл. квч. и возрастает к концу десятилетия до 118 милл. киловатт-часов в год. Для получения такого количества потребовалась бы силовая установка с постоянной производительностью в 13.400 киловатт энергии. При коэффициенте использования в 50% потребуется установка в 26.800 киловатт, то есть бо́льшая, нежели предположенная мощность Беговатской станции. Таким образом, только эта установка сможет удовлетворить потребление в течение первых шести или семи лет эксплоатации. Другая крупная установка, проектируемая на Джиты-Сайском узле, будет недостаточна уже после третьего года, если предположить равномерный рост потребления.

Помимо этого имеются и другие доводы, по которым препочтительно сооружение Беговатской станции в первую очередь: во-первых, она имеет больший напор, чем другие проектируемые установки и поэтому будет более экономична, как при постройке, так и в эксплоатации; во-вторых, она требует эксплоатации очень короткого участка канала и дает большие возможности выключения остальной части канала для ремонта, что является важным преимуществом.

Эта станция расположена вблизи головных сооружений, где будет строиться Беговатская плотина и при форсировании ее постройки может быть сооружена и использована для всех целей гораздо быстрее других.

would require a power plant of 26,800 k. w. capacity which is larger than the proposed capacity of the Begovat plant, so that thie is the only one that could supply the demand during the first six or seven years of operation, and the next largest plant proposed at Jetty-Say would be insufficient after the third year, if we assume a uniform growth of the demand. There are other reasons why it would be best to develop the Begovat plant first.

1. It has a higher head than any other plant proposed, and therefore would be more economical both in construction and operation.

2. It requires the operation of a very short stretch of canal and gives greater freedom of closing the rest of the canal system for repairs, which is an important advantage. It is located near the head works where the Begovat weir will be built, and by pushing its construction, could be made available more quickly than any other plant, for all purposes.

Several alternative locations have been proposed for this plant. The one recommended in the report of the approved project is situated about five kilometers below the head works of the present Golodnaya Steppe canal, where it would have an available head of some 9 to 12 meters. It would use water from the proposed South canal, and would involve construction of the head works, and 5 kilometers of that canal, before these would be required for irrigation, and probably this was one reason why the approved project proposes the constructiou of the Jetty-Say power plant first.

Another plan which would not involve so much early heavy construction of canal has been proposed by the author, and appears to present several advantages. It is to build the power plant at or near the present heading of the Golodnaya Steppe canal, enlarging and deepening the present canal for a distance of about two kilometers below the power house, to increase the available head. This power plant would take water from the Begovat weir and a head of 6.8 meters could be obtained.

A power plant on the Golodnaya Steppe canal at station 37 was originally proposed as part of this project, and as understood, was rejected on account of unfavourable foundation conditions.

The site at the head works would have a good foundation of conglomerate, and utilize the same construction plant and camp, as the Begovat weir, and would postpone the construction plant and camp, as the Begovat weir, and would postpone the construction of the first 5 kilometers of the South canal. It would not develop as much power as the plant at station 50, but would develop it at a lower rate, and would reduce the immediate investment by about 3,178,000 roubles. It would leave opportunity for another development at a later date, near kilometer 8 where a head of 4.8 meters could be obtained. This would enlarge the ultimate total development of which this project is capable. The location of the Begovat power house near the head works seems to be the most economical solution of the immediate problem.

Below the site of the proposed future power development near kilometer 8, a large wasteway eventually should be built with a capacity of 310 cubic meters per second, discharging into the river at the most available point. This will serve as a tail race to the future power plant to be built here, so that it will not be necessary to discharge the water into the canal when this is undesirable. It will also protect the long lines of embankment that begin below this point.

**Estimates of cost.** The estimates of cost submitted for Golodnaya Steppe irrigation project are understood to be based upon information concerning similar works in both European Russia and Turkestan, taking as a starting point, the table of estimates made for Gosplan as to the output of hand work per capita, and applying to these the estimated wages of labor current in Turkestan. From 26 per cent to 32 per cent is added to these, to cover insurance against accident, sickness and unemployment. An eight-hour day is assumed, but laborers are assumed to travel to and from work on their own time.

To the cost of materials is added one per cent to $1^1/_4$ per cent for shrinkage and damage to materials used in the work. Three per cent is added for cost of hand tools.

Three principle factors affecting the cost are:

ТАБЛИЦА № 6.

**Потребность в энергии, предусмотренная составителем проекта.**

| Источники потребления. | Предполагаемый максимум потребления электрической энергии в тысячах киловатт-часов в отдельные периоды после начала орошения. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Через 3 года. | Через 10 лет. | Через 15 лет. | Через 20 лет. | Через 30 лет. |
| I. Промышленность. | | | | | |
| Хлопкоочистительные заводы | 1.170 | 7.700 | 7.700 | 7.700 | 7.700 |
| Маслобойные заводы | 5.487 | 36.620 | 36.620 | 36.620 | 36.620 |
| Другая промышленность | 422 | 2.640 | 3.326 | 3.600 | 3.762 |
| Целлюлозная промышленность | — | — | 44.000 | 88.000 | 83.000 |
| Итого | 7.079 | 46.960 | 91.646 | 135.920 | 136.082 |
| II. Насосные установки. | | | | | |
| Дренаж | — | 15.900 | 15.900 | 15.900 | 15.900 |
| Машинное орошение | — | 9.468 | 9.468 | 9.468 | 9.468 |
| Итого | — | 25.368 | 25.368 | 25.368 | 25.368 |
| III. Коммунальное хозяйство. | | | | | |
| Освещение домов | — | 2.500 | 4.000 | 6.250 | 7.500 |
| Наружное освещение | — | 1.000 | 1.600 | 2.500 | 3.000 |
| Водоснабжение | — | 700 | 1.120 | 1.750 | 2.100 |
| Трамвай | — | 440 | 704 | 1.100 | 1.320 |
| Мелкая промышленность | — | 2.815 | 2.815 | 2.815 | 2.815 |
| Ледоделательные заводы | — | 36 | 58 | 92 | 108 |
| Орошение городов | — | 1.400 | 2.240 | 3.500 | 3.500 |
| Домашнее потребление | — | 9.000 | 14.400 | 22.500 | 27.000 |
| Отопление и кухня | — | 10.000 | 16.000 | 25.000 | 30.000 |
| Итого | — | 27.891 | 42.937 | 65.507 | 77.343 |
| IV. Сельское потребление. | | | | | |
| Внутреннее освещение | 1.280 | 7.000 | 8.420 | 8.420 | 8.420 |
| Наружное освещение | 640 | 3.980 | 4.210 | 4.210 | 4.210 |
| Небольшие моторы | — | 6.960 | 8.420 | 8.420 | 8.420 |
| Домашнее потребление | — | — | — | 12.650 | 37.900 |
| Отопление | — | — | — | 14.000 | 42.100 |
| Итого | 1.920 | 17.940 | 21.050 | 47.700 | 101.050 |
| Всего | 8.999 | 118.159 | 181.001 | 274.495 | 339.843 |

Расположение этой установки намечалось и в нескольких другим местах. Расположение станции, рекомендуемое в пояснительной записке принятого проекта, выбрано приблизительно в 5 километрах ниже головного сооружения существующего Голодностепского канала, где можно получить напор от 9 до 12 метров. Она должна забирать воду из предположенного Южного канала и потребует постройки головного регулятора и 5 километров этого канала прежде, чем они потребуются для орошения, и, возможно, это было одной из причин, почему принятый проект выдвигает сооружение Джиты-Сайской установки в первую очередь.

Другой вариант, который не потребует столь ранней постройки дорого стоящего канала, был предложен автором проекта и представляет ряд преимуществ. По этому варианту силовая станция располагается у существующего головного сооружения Голодностепского канала или вблизи его с расширением и углублением существующего

1. The cost of labor.
2. Efficiency of labor.
3. The cost of materials.

The engineers employed in designing and estimating this project appear to have gone into this subject very carefully, but in the nature of the case estimates of cost can not be accurately determined in advance. They are affected by a multitude of details concerning the character of materials to be handled, which can not be completely known nor accurately allowed for in advance. They are affected by fluctuating conditions of the labor market, and economic conditions, including those of foreign countries which it is impossible to foretell. At best, estimates of cost are attempts at prophesy, which are peculiarly difficult when we are dealing with large works in Turkestan for which there is no direct precedent. It will require considerable time to become familiar with all the conditions effecting the probable cost, and it would be futile at present to criticise the estimates so carefully worked out by the engineers on this project. So far as tested by actual field work, most of the estimates appear to be safe ones.

So far as the investigation has proceeded, it appears that the estimates have been carefully made in the light of the best available data, and that a real attempt has been exerted to make them conservative by proceeding upon sure ground, and estimating upon the cost of present methods, and of hand work heretofore employed which it is hoped will be materially improved by the introduction of labor-saving machinery well tested by experience in other regions. Some progress on this line has been made on the Dalverzin Steppe, and more will be attempted at an early date in time to receive the benefits on the Golodnaya Steppe.

The estimates will be increased by the adoption of the recommendation of this report, on account of the increased amount of canal lining proposed, but this is probably less than would be the cost of increasing the capacity of canals, plus the saving in drainage works.

The total estimated cost of the project according to the estimates of the author, as revised by the recommendations made herein, are as follows:

TABLE No 7

Estimated cost of Golodnaya Steppe project

| | | | Roubles |
|---|---|---|---|
| The project as proposed and estimated by author | | | 116,000,000 |
| Temporary pumping plant to supply Main canal during construction | | | 1,000,000 |
| Cost of additional items recommended herein: | | | |
| Additional canal lining | 15,000,000 | | |
| Begovat power house | 9,000,000 | | |
| | | | 24,000,000 |
| Total | | | 141,000,000 |
| Saving in cost of Begovat weir: | | | |
| By omitting granite | 1,500,000 | | |
| By omitting ornament | 200,000 | | |
| Total | | 1,700,000 | |
| Cost of enlarging 4 gates and raising bridge | 150,000 | | |
| Cost of training wall | 500,000 | | |
| | | 650,000 | |
| Net saving | | 1,050,000 | say 1,000,000 |
| Total cost of project | | | 140,000,000 |
| Cost of power house | | | 9,000,000 |
| Total cost chargeable to irrigation | | | 131,000,000 |

Cost per hectare of new land actually irrigated $= \frac{131,000,000}{405,850 \times 0.88} = 367$ roubles.

канала на протяжении около 2 километров ниже станции для увеличения напора. Эта силовая установка будет брать воду у Беговатской плотины при напоре 6,8 *метр.*

Силовая установка на 37 пикете Голодностепского канала была предложена первоначальным проектом и затем оставлена, как мы поняли, в виду неблагоприятного грунта для основания.

Расположение у головных сооружений будет иметь хорошее основание на конгломерате, позволит использовать ту же строительную организацию и рабочий поселок, которые потребуются для Беговатской плотины, и даст возможность отсрочить сооружение первых пяти километров Южного канала. Эта станция не даст такой мощности, как установка на 50-м пикете, но даст энергию по низшей цене и уменьшит ближайшие затраты, приблизительно на 3.178.000 рублей; при этом остается возможность сооружения впоследствии другой станции, примерно на 8-м километре, где можно получить напор в 4,8 метра. Это увеличит общее количество используемой энергии, допускаемое системой. Расположение Беговатской станции вблизи головных сооружений кажется наиболее экономным разрешением ближайшей задачи.

Рекомендуем, чтобы ниже будущей силовой установки, предположенной на 8-м километре, был построен сбросной канал с пропускной способностью 310 *куб. метр.* в сек., отводящий воду в реку в наиболее удобном месте. Этот сброс будет служить как отвод для будущей силовой установки, что исключает необходимость сброса воды в канал, когда это будет нежелательно. Этот сброс будет также защищать длинную линию дамб, начинающихся ниже этого пункта.

**Сметы.** Сметные исчисления стоимости проекта орошения Голодной Степи составлены, как мы понимаем, на основе данных аналогичных работ в Европейской России и Туркестане, исходя из Урочного Положения, составленного Госпланом для производительности ручного труда, и применяя существующие ставки на рабочую силу в Туркестане. От 26 до 32% стоимости рабочей силы прибавляется на страхование от несчастных случаев, болезни и безработицы. Принят 8-ми часовой рабочий день, куда не включается время, необходимое для выхода на работу и возвращение обратно.

К стоимости материалов прибавляется от 1 до 1¹/₄% на усушку и порчу и 3% прибавляется на стоимость мелкого инструмента.

Следующие 3 главные фактора определяют стоимость:

1. Стоимость рабочей силы.
2. Производительность труда.
3. Стоимость материалов.

Инженеры, проектировавшие сооружения и составлявшие сметы, подошли, повидимому, весьма осторожно к этому вопросу. В случаях, подобных данному, точная стоимость, однако, не может быть заранее определена: ее определяют многие детали, зависящие от рода материалов, с которыми придется иметь дело, что не поддается точному предварительному учету. Она зависит от изменяющихся условий рынка труда и экономических условий, включая и заграничные, которые предвидеть невозможно. В лучшем случае сметы являются попытками пророчества, что особенно затруднительно при больших работах в Туркестане, которые не имеют прямых прецедентов. Потребуется значительное время, чтобы ознакомиться со всеми условиями, влияющими на возможную стоимость, и было-бы бесполезно критиковать в настоящий момент сметы, столь тщательно проработанные проектировавшими инженерами. Поскольку они проверены действительной работой, большинство смет кажутся составленными с запасом.

Поскольку удалось установить, кажется, что сметы тщательно проработаны на основе лучших доступных материалов и что все усилия были приложены к тому, чтобы сделать их надежными (conservative), базируясь на твердых основаниях и стоимости при существующих способах ведения работ и ручном труде; надо надеяться, что они будут значительно улучшены применением механического оборудования, хорошо испытанного практикой в других районах. Некоторые успехи в этом отношении достигнуты в Дальверанской Степи и в ближайшем времени будут сделаны дальнейшие попытки с тем, чтобы удачные результаты использовать для Голодной Степи.

Сметная стоимость увеличится после принятия мероприятий, рекомендуемых этим докладом, в виду предложенного увеличения количества облицованных каналов, но это, вероятно, окажется менее, чем затраты на увеличение пропускной способности каналов и сбережения на дренажных устройствах.

Unit prices as estimated on Golodnaya Steppe

| Estimated cost of hand excavation at Begovat weir. | Roubles per cubic meter |
|---|---|
| Gravel, with 390 m. haul | 1.08 |
| Gravel, with 210 m. haul | 1.05 |
| Conglomerate, with 390 m. haul | 2.29 |
| Mixed ground, with 500 m. haul | 1.18 |
| Mean cost of excavation | 1.507 |
| **Excavation on Main canal.** | |
| Mixed gravel and loess, per cu. m., haul 40 m. by hand | 0.61 |
| Gravel, with haul of 160 m., narow gage railroad per cu. m. | 1.18 |
| Gravel, with haul of 1675 m. industrial railroad per cu. m. | 1.95 |
| Loess by steam shovel, without haul per cu. m. | 0.37 |
| Loess by steam shovel, haul 465 m., narrow gage railroad | 0.48 |
| Loess by steam shovel, with haul of 2037 m. narrow gage | 0.86 |
| Steam shovel figures must be increased for unloading | 0.11 |
| Shaping, sprinklins and rolling embankments | 0.37 |
| Spoil bank shaping | 0.09 |
| Excavating protective ditches by hand with 15 m. haul | 0.63 |
| **Northern canal estimates.** | |
| Dragline exc. moved twice, with 100 ft. boom | 0.74 |
| Dragline exc. moved once, with 125 ft. boom | 0.40 |
| Compacting embankments | 0.37 |
| Distributaries exc. by hand with haul | 0.41—0.57 |
| Laterals by hand without haul | 0.41 |
| **Concrete work.** | |
| Begovat weir concrete with forms 1:3:6 | 29.79 |
| Begovat weir concrete without forms | 18.79 |
| Concrete in structures on Steppe, with forms | 48.56 |
| Concrete in structures on Steppe, without forms | 37.56 |
| Reinforced concrete at Begovat, 1.7% reinforcement | 118.10 |
| Reinforced concrete, 1.7% reinforcement, in Steppe | 147.59 |
| Granite work, cut and smoothed all sides | 355.79 |
| Granite work, rough downstream apron | 25.21 |
| Granite in apron, cut joints upstream apron | 72.73 |

Distribution system:—The net work of distribution contains 25,000,000 cubic meters of excavation, estimated from 41 to 57 kopecks per cubic meters, estimating laterals to be built by hand, 10,000,000 cubic meters at 41 kopecks, per cubic meter. Machine work on laterals is estimated at 25.3 kopecks, and machine work on distributaries—37.5 kopecks per cubic meter. The total excavation proposed for the first turn of Golodnaya Steppe project 67,522,000 cubic meters. If all or most of the system is lined, the excavation will de reduced considerably.

Alternative projects.

An alternative plan for the development of Golodnaya Steppe has been proposed which is based upon objection to certain points in the approved plans. It is claimed that the height of Begovat weir and the consequent cost of its construction is unwarranted and the principal reason for its adoption has been excluded from consideration by the construction of the Dalverzin canal at a higher level. This however, was not the only consideration which calls for the

Полная сметная стоимость проекта изменяется при принятии рекомендуемых в настоящем докладе мероприятий следующим образом:

ТАБЛИЦА № 7.

| Сметная стоимость Голодностепского проекта. | | | Рублей |
|---|---|---|---|
| Сметная стоимость Голодностепского проекта | | | 116.000.000 |
| Временная насосная станция для питания системы во время постройки | | | 1.000.000 |
| Стоимость дополнительных мероприятий, рекомендуемых докладом: | | | |
| Дополнительная облицовка канала | 15.000.000 | | |
| Беговатская электростанция | 9.000.000 | | |
| | | | 24.000.000 |
| Всего | | | 141.000.000 |
| Экономия в стоимости Беговатской плотины: | | | |
| При отказе от гранитной облицовки | 1.500.000 | | |
| При отказе от архитектурных украшений | 200.000 | | |
| Всего | 1.700.000 | | |
| Стоимость увеличения высоты 4-х щитов и поднятия жел.-дор. моста | 150.000 | | |
| Стоимость раздельной стенки | 500.000 | | |
| | | 650.000 | |
| Чистое сбережение | | 1.050.000 кругло | 1.000.000 |
| Полная стоимость проекта | | | 140.000.000 |
| Стоимость силовой установки | | | 9.000.000 |
| Стоимость ирригационных устройств | | | 131.000.000 |

Расходы на один действительно орошаемый гектар новых земель $\frac{131.000.000}{405.850 \times 0{,}88} = 376$ рублей.

**Единичные расценки, принятые для Голодной Степи.**

Сметная стоимость выемки вручную у Беговатской плотины:

| | в руб. за куб. метр |
|---|---|
| Гравия с отвозкой на 390 метров | 1,08 |
| „ „ „ „ 210 „ | 1,05 |
| Конгломерата с отвозкой на 390 метров | 2,29 |
| Смешанного грунта с отвозкой на 500 метров | 1,18 |
| Средняя стоимость выемки | 1,507 |

Земляные работы на Магистральном канале.

| | |
|---|---|
| Выемка смешанного грунта, состоящего из гравия и лесса, с отвозкой вручную на 40 м. | 0,61 |
| Выемка гравия, с отвозкой на 160 метров по узкоколейке | 1,18 |
| Выемка гравия, с отвозкой на 1.675 метров по переносной узкоколейке | 1,95 |
| Выемка лесса при работе паровой лопатой без отвозки | 0,37 |
| Выемка лесса при работе паровой лопатой с отвозкой по узкоколейке на 465 м. | 0,48 |
| Выемка лесса при работе паровой лопатой с отвозкой по узкоколейке на 2.037 м. | 0,86 |
| Расценки для паровой лопаты должны быть увеличены на выгрузку | 0,11 |
| Планировка, замочка и укатка дамб | 0,37 |
| Планировка кавальеров | 0,09 |
| Устройство нагорных канав, вручную, с отвозкой на 15 м. | 0,63 |

Земляные работы на Северном канале и сети.

| | |
|---|---|
| Выемка драглайнами с двойной перекидкой при стреле 100 футов | 0,74 |
| Выемка драглайнами с одной перекидкой при стреле 125 футов | 0,40 |
| Устройство дамб | 0,37 |
| Рытье распределителей вручную с отвозкой | 0,41—0,57 |
| Рытье оросителей вручную без отвозки | 0,41 |

Бетонные работы.

| | |
|---|---|
| Беговатская плотина, бетон состава 1:3:6 с опалубкой | 29,79 |
| Тоже без опалубки | 18,79 |
| Бетон на сооружениях в Степи с опалубкой | 48,56 |
| Тоже без опалубки | 37,56 |

adopted height of the diversion works, as there are other important reasons. The Southern canal requires the adopted elevation in order to cover the land that it reaches, and if built at a lower level must leave out some of its land, or irrigate the same by pumping which would increase the cost of that irrigation by the cost of pumping.

Another reason favouring the adopted height is the additional power generated which would be lost if the lower elevation were adopted. The claim is that the lower dam could be built for 4.000.000 roubles less than the adopted design. Charging this difference to the power plant would increase the estimated cost of the power from 0.80 kopecks per k. w. h. to 1.27 kopecks per k. w. h. The cost of the power generated by fuel oil is estimated at 7.2 kopecks per k. w. h., which is more than five times as great as the water power just refered to, and is more than four times as great if we charge the entire weir to the power development. As all this power will be needed, its value alone more than justifies the higher weir. The latter would also be far more efficient in the removal of silt by providing a larger settling basin and higher sluicing velocity. The high weir is also better adapted to the proposed uses as highway and railroad bridges. Considering all these items, the high weir will be justified, without considering its necessity for the South canal heading.

The proposed lowering of the dam will require lowering the canal grade to such an extent as to greatly increase its cost. The claim that this can be overcome by novel methode is untenable, for such methods, if practicable, can also be applied to the construction of the adopted project.

A careful consideration of the alleged merits of the proposed alternative, shows that it is inadvisable for the following reasons:

a) It is more expensive than the plans adopted.

b) It will irrigate less land by gravity.

c) It will sacrifice most of the efficiency of the sluicing works of the Begovat weir.

For the above reasons the proposed alternative is unwise.

Another alternative project proposes to locate the diversion dam in the neighborhood of Farkhat, about 3 kilometers above the mouth of the Shirin-Say river, or 5 kilometers above the present head works sf the Golodnaya Steppe canal. If such a weir were built to a similar height as that proposed at Begovat, it would divert about 6.7 meters higher than the proposed South canal diversion at Begovat, and would command about 21,000 hectares more land. The canal would be about 5 kilometers longer, would pass through cultivated lands, and would involve the expense of a crossing of Shirin-Say. These extra expenses would be approximately balanced by a decrease of quantities in the heavy cut through the ridge to the West.

The foundation and the other physical conditions at this site are less favourable than at Begovat, and it is estimated that the weir would cost about 2,000,000 roubles more than the one at Begovat. This increased cost of 2,000,000 roubles should therefore be balanced againts the increased area of 21.000 hectares of irrigable land, or about 95 roubles per hectare, which is about double the corresponding cost in the approved project.

Charging this extra cost against this area alone, would bring its total cost nearly to a prohibitive figure. The increased cost therefore may be regarded as practically balancing the advantage of increased area, and would leave little choice betwenn the two locations except for the advantage of the Begovat site in affording opportunities for building highway and railroad bridges across the weir which are highly desirable for the development of both the Dalverzin and Golodnaya Steppes, and for which purpose the Begovat weir is well located. If this weir be not built it would be necessary either to build bridges here independently, or to divert the railroad and highway to the Farkhat location which is not so convenient for traffic, and would involve large expense in railway construction on the right bank for a distance of about 4 kilometers, which would be otherwise unnecessary. This consideration throws the choice to the Begovat location without question.

The Farkhat location is high enough to serve as a diversion into the Dalverzin canal as now located, and a weir there would furnish sluicing facilities for protecting that canal from the entrance of sand and gravel, and save between 9 and 10 kilo-

| | |
|---|---|
| Железо-бетон у Беговата, при 1,7% арматуры . . . . . | 118,10 |
| Железо-бетон в Степи, при 1,7% арматуры . . . . . | 147,59 |
| Гранит тесанный со всех сторон . . . . . | 355,79 |
| „ грубо тесанный для рисбермы . . . . . | 25,21 |
| „ для понура, с обтеской швов . . . . . | 72,73 |

Распределительная сеть и оросительная сети требуют 25.000.000 куб. метров выемки по цене от 41 до 57 коп. за куб. метр, считая, что 10.000.000 куб. метров оросителей будет вырыто вручную по 41 коп. за куб. метр. При машинной отрывке стоимость 1 кубического метра для оросителей определена в 25,3 коп. и для распределителей в 37,5 коп.

Общий объем земляных работ в Голодной Степи, предположенных в первую очередь, 67.522.000 куб. метров. Если вся система или большая часть ее будет облицована, земляные работы значительно уменьшатся.

**Другие варианты.**

Один из предложенных вариантов орошения Голодной Степи имеет в своей основе критику некоторых пунктов принятого проекта. Указывается, что высота Беговатской плотины и ее соответствующая стоимость не оправдываются, поскольку, благодаря сооружению Дальверзинского канала на более высоком уровне, отпала главная причина для ее принятия. Однако, это не являлось единственным соображением для установления высоты плотины и в этом отношении имеются и другие серьезные основания. Южный канал требует принятой отметки для командования той площадью, которую он захватывает; будучи построен на низшей отметке, он не сумеет оросить некоторую часть этих земель и их придется орошать насосными станциями, что увеличит стоимость орошения на стоимость механического подъема воды.

Другим доводом в пользу принятой высоты является получение дополнительной энергии, которая будет потеряна при принятии низшей отметки. Утверждается, что более низкая плотина может быть построена на 4 милл. рублей дешевле, нежели принятая проектом. Отнеся эту разницу на электростанцию, получим увеличение стоимости электроэнергии с 0,80 коп. до 1,27 коп. за киловатт-час. Стоимость тепловой энергии определяется в 7,2 коп. за киловатт-час, т.-е. больше чем в 5 раз дороже указанной выше гидроэнергии и в 4 раза больше той, которую получим, если отнесем всю стоимость плотины на силовую установку. Так как вся эта энергия будет необходима, то одна лишь ее ценность более чем оправдывает высокую плотину. Последняя будет более эффективной с точки зрения борьбы с наносами, образуя больший осадочный бассейн и давая бо́льшие промывные скорости. Высокая плотина также лучше в смысле ее использования для железнодорожного и шоссейного мостов. Все вышеизложенное оправдывает высокую плотину, не говоря даже о ее необходимости для Южного канала.

Предложенное уменьшение высоты плотины потребует понижения Южного канала до такой степени, что значительно увеличит его стоимость. Указание на то, что это компенсируется новым методом работ, сомнительно, так как если эти методы практически осуществимы, то они также могут применяться и для постройки одобренного проекта.

Внимательное рассмотрение преимуществ, на которые претендует автор варианта, показывает на неприемлемость этого варианта по следующим причинам:

а) Он более дорог, чем принятый проект.

б) Он дает меньшую площадь самотечного орошения.

в) При нем будет значительно понижена эффективность промывных приспособлений у Беговатской плотины.

По этим причинам предложеный вариант нецелесообразен.

Другой вариант предлагает расположить плотину у Фархатских скал, приблизительно в 3 клм. выше устья р. Ширин-Сай или в 5-ти километрах выше существующего головного сооружения Голодностепского канала. Если такая плотина будет построена высотой, равной проектируемой у Беговата, то она даст воду с отметкой на 6,7 метра выше отметки воды проектируемого Южного канала по Беговатскому варианту и увеличит площадь командования на 21.000 гектар. Канал будет приблизительно на 5 клм. длиннее, пройдет по культурным землям и потребует расходов по пересечению Ширин-Сая. Эти излишние расходы приблизительно сбалансируются уменьшением количества земляных работ в глубокой выемке, идущей через водораздел на запад.

Основание и другие естественные условия в этом месте менее благоприятны по сравнению с Беговатом. Подсчитано, что плотина будет стоить приблизительно

meters of heavy construction on that canal. This construction, however, is now nearly completed so that consideration of this feature may be neglected and the Begovat weir is left as a better solution of all problems now pending.

A diversion weir near the head of the Dalverzin canal, just constructed, would stabilize the head of this canal and afford sluicing facilities to protect it from sand and gravel, but there is no site in this vicinity sufficiently favourable for serious consideration of this proposal.

A diversion near Kaznak without a weir, and a diversion below this point to the same elevation with a weir, have been carefully considered. These would involve the crossing of the Ak-Su river which would require a large and expensive structure and would involve a long canal through a thickly settled region destroying many orchards and habitations, and involve expense that would overbalance its advantages.

In table No 8 [1]) furnished by Prof. Riesenkampf, is given a list of the principal variants that have been considerer in selecting the final plans for canal to irrigate the Golodnaya Steppe, and a comparison is shown of their scope and capacity and relative cost. It is there shown that the project as finally recommended by Prof. Riesenkampf and adopted by the Technical Council, will cost for diversion works and Main canal, about 46 roubles per hectare, and that corresponding works for other variants shown are all higher, ranging from 52 to 78.

Variant No 2 provides for the irrigation of the Central and Southern part of Golodnaya Steppe by the Southern Begovat canal and of the additional areas in the Northern part of the Steppe, by the reconstruction of the existing canal up to station No 205 of its Left branch. This is the most nearly comparable in scope and cost with the approved project, and is rated at 8 roubles per hectare higher. This difference is due mainly to the inclusion for irrigation of 94,000 net hectares above the works included in the present project by gravity, and if the pumping possibility from the South canal is taken into the calculation, this price would be increased.

If the system as recommended in the approved project is built, and the South canal is built later, the corresponding cost for the additional area covered by the South canal would be 94 roubles per hectare for the gravity portion, and a higher charge for the pumping portion. This is so near the limit of profitable irrigation that it casts some doubt upon the advisability of the Southern canal system although the weir is fully justified by the advantages of sluicing and power development even if the South canal is never built.

To build the system as provided in the approved plans, reduces the cost per hectare on the total, even if the Southern canal is finally constructed. This programme has the advantage of postponing the expensive portion of the works, and leaving its construction to future decision, saving the interest on its cost in the meantime.

Similar arguments may be used in connection with the variants involving the construction of the Ksta-Tugai diversion works. In addition these variants would deprive the Golodnaya and Dalverzin Steppes of the advantages of bridge location furnished by the Begovat weir.

The general plan and scope of the approved project is the best that has been proposed.

**Farm settlement.**

The unirrigated portion of Golodnaya Steppe presents a vast area of land to be made fertile by irrigation, and with such a smooth surface and so free from topographic inequalities, presents almost an ideal condition for economical distribution of water and of population. It is possible to build many straight canals and ditches on uniform grade, and to facilitate transportation and communication by excellent straight roads, telephone lines, etc.

Full advantage of these rare opportunities has been taken by the engineers who have planned this project, and an ideal scheme for distribution and use of water has been worked out which seems hard to improve.

Towns are provided for, and in some cases these are on elevated ground too high for gravity irrigation, which requires a low pumping lift. The elevation facilitates drainage, a condition very desirable in a flat region, and the small pumping lift required for irrigation can be combined with the pumping for domestic use so that

[1]) See end of the report.

на 2.000.000 рублей дороже, чем при расположении у к. Беговат. Увеличение стоимости на 2.000.000 руб. должно поэтому компенсироваться приращением орошаемой площади, выражающейся в 21.000 гектар, что составляет около 95 рублей на один гектар и почти в два раза превышает соответствующий расход по принятому варианту. Отнесение этого излишка стоимости исключительно на дополнительную площадь дает в результате удельный расход почти явно неприемлемый. Рост затрат поэтому можно считать оправданным только при выгодности получения дополнительной площади командования. Это упрощает вопрос о выборе между двумя расположениями при явном преимуществе Беговатского варианта с точки зрения устройства шоссейного и железнодорожного мостов через плотину. Эти мосты крайне желательны для развития Дальверзинской и Голодной Степи и Беговатская плотина по своему расположению в полной мере пригодна для такого использования. Если эта плотина не будет построена, то необходимо либо строить здесь специальные мосты, либо отвести железную дорогу и шоссе к Фархату, что не так удобно для транспорта и потребует больших расходов на постройку 4-х километров железнодорожного пути по правому берегу, сооружение которого при Беговатском варианте не требуется. Эти соображения ставят выбор Беговатского варианта вне всяких сомнений.

Расположение плотины у Фархатских скал дало бы достаточные отметки для питания строющегося Дальверзинского канала по ныне принятой трассе, сократила бы длину канала, идущего в трудных условиях на 9 — 10 километров и, будучи снабжена промывными устройствами, защитила бы канал от проникновения в него песка и гравия. Но поскольку в настоящее время постройка этого канала почти закончена, то эти соображения отпадают. Таким образом, Беговатский вариант остается лучшим разрешением всех современных проблем.

Плотина вблизи головы только что построенного Дальверзинского канала закрепила бы уровни в реке и дала бы возможность промывок, в целях защиты канала от попадания в него песка и гравия, но серьезно обсуждать такой вопрос не приходится за отсутствием в этом районе достаточно благоприятного места для расположения плотины.

Весьма внимательно рассмотрены варианты вывода канала вблизи к. Казнак без плотины или в каком-либо пункте ниже с плотиной. Эти варианты требуют пересечения реки Аксу, связанного с крупными и дорого стоющими сооружениями и проведения длинного канала, по густо населенной местности, при необходимости отчуждения на снос многих садов и построек, что вызывает расходы, превосходящие преимущества этих вариантов.

В таблице № 8 [1]), представленной проф. Ризенкампфом, приводятся различные варианты, которые рассматривались при выборе окончательной схемы каналов для орошения Голодной Степи; в ней приводятся площади и расходы каналов, а также расход, приходящийся на гектар орошаемой площади. Из этой таблицы видно, что головные сооружения и главные каналы по варианту, окончательно предложенному проф. Г. К. Ризенкампфом и принятому Высшим Водным Техническим Советом будут стоить 46 руб. на гектар, в то время, как соответствующая стоимость сооружений по другим, указанным в таблице вариантам, будет выше, изменяясь от 52 до 78 рублей.

Вариант № 2 составлен для орошения Центральной и Южной частей Голодной Степи Южным Беговатским каналом и дополнительных площадей в Северной части Степи, путем переустройства существующего канала [2]). Этот вариант наиболее близок по величине площади командования и стоимости к принятому, но все же обходится дороже на 8 руб. на гектар. Разница получается, главным образом благодаря включению в площадь самотечного орошения 94,000 гектар нетто сверх площадей самотечно орошаемых по принятому проекту; если же принять во внимание возможность машинного орошения этих земель из Южного канала, то удельная стоимость по принятому варианту увеличится.

Если система согласно принятого проекта будет осуществлена и Южный канал построен позже, то соответствующая стоимость на один орошаемый Южным каналом гектар будет 94 руб. в части орошаемой самотечно и выше в части с машинным орошением. Эта стоимость близка к пределу рентабельности орошения и возбуждает некоторые со-

---

[1]) Помещена в конце доклада.

[2]) В подсчеты введена стоимость переустройства до пикета 205 Левой ветви.

water under pressure can be conveniently served to the inhabitants of these towns. The peculiar conditions described, together with the construction of new railroads proposed and of plenty of good roads throughout the project, will make possible high and profitable production and the development of an ideal rural lift and excellent citizenship on Golodnaya Steppe, provided conditions are preserved and fostered that will encourage individual initiative and enterprise, which can and should be combined with all the advantages of public supervision and control of all the common interests and community cooperation in every activity.

Questions and answers.

In reply to specific questions that have been propounded in writing, the following answers are submitted:

Question—1. Is the situation of the head structures on the Syr-Daria river at Begovat, proposed in the project of Prof. Riesenkampf, the most rational solution of the problem of irrigating the Golodnaya Steppe, as compared with other possible variants (the Kaznak, Ksta-Tugai, and others)?

Answer:—Yes. The selection of the location for the Begovat weir and the height of that weir has been compared with several variants which have been suggested, or suggests themselves. These variants from the proposed plan are as follows:

a) A lower weir at Begovat which of course could be built cheaper than the one proposed. It would decrease the sluicing efficiency. It would be too low for the present location of the South canal, and would involve either the abandoning that part of the project or deepening its cut through the high ground to the westward, which would increase its cost. It would decrease the amount of power to be developed at the Begovat plant. Any one of these reasons justifies the height of weir planned.

b) A diversion is proposed at Farkhat 5 kilometers upstream from the head of the existing Golodnaya Steppe canal, or about 3 kilometers above the mouth of Shirin-Say. If such a weir were built to a similar height as that proposed at Begovat, it would have similar merits for desilting the canal, would divert over 6 meters higher than the proposed South canal diversion at Begovat, and would command about 21.000 hectares more land. The canal would be 5 kilometers longer, but this extra cost would be balanced by the decrease in excavation to the westward. The physical conditions at the site of the weir, are less favourable than at Begovat, making the weir more expensive by an estimated amount of nearly 2.000.000 roubles. This increased cost would about neutralize the value of the additional lands to be included. One remaining consideration throws the choice to the Begovat location, and this is that the latter would make large savings in the bridge construction for which the Begovat location is favourable, and the Farkhat location is not. Consideration of other locations show them to be less favourable than the Begovat when everything is properly considered.

Question 2.—Does the proposed scheme of transmitting water by two main canal (the Main and Southern) suggested by the author of the project, answer the purpose best and is it the most economical in comparison with other schemes of feeding the Golodnaya Steppe with water from the Begovat head (e. g. by the Southern canal alone wiht a communicating branch from the Southern canal to the Northern etc.)?

Answer:—It does. Approximate estimates of numerous alternatives including those mentioned, have been made, and show that the proposed plan is cheaper than any other, and has the merit of postponing for future consideration the most expensive part of the project, leaving this to be modified or abandoned as future developments may dictate.

Question 3.—Does it seem reasonable to conduct the terminal division of the canal (from the 40 km. to 57 km.) not along the Left branch, but along a new section with the construction of Jetty-Say head and the division into two working canals, the Northern and Central?

Answer:—It does. The present location of the Left branch from km. 40 to km. 60 is on low ground, too low to reach the elevation necessary for the Central canal. To build the banks sufficiently higher, would involve expense nearly equal to the cost of the new canal proposed, and these banks exposed to the attacks of burrowing animals would be unsafe, a perpetual menace to the water supply, would increase the

мнения в рациональности постройки Южного канала; однако, сооружение плотины вполне оправдывается теми преимуществами, которые получаются с точки зрения борьбы с наносами и возможных силовых установок, если даже Южный канал и не будет построен.

Сооружение системы, согласно принятой схемы, утвержденной проектом, понижает общую стоимость орошения на гектар, если даже Южный канал в конце концов и будет построен. Принятая схема имеет то преимущество, что отдаляет дорогую часть строительства, оставляя ее реализацию на будущее время и сохраняя этим самым проценты на затраченный капитал.

Аналогичные соображения могут быть приведены и по отношению к вариантам, предлагающим сооружение Кста-Тугайского головного узла. Кроме того, эти варианты лишают Голодную и Дальверзинскую Степи преимуществ устройства мостов, расположенных на Беговатской плотине.

Общая схема и намеченный размер утвержденного проекта являются лучшими из всего того, что было предложено.

**Заселение.**

Неорошенная часть Голодной Степи представляет обширную площадь земель, которые должны быть сделаны плодородными путем орошения. При своей поверхности, свободной от неровностей рельефа, Голодная Степь дает почти что идеальные условия для целесообразного распределения воды и населения. Имеется возможность строить многие каналы и канавы прямыми и с однообразными уклонами и облегчить транспорт и сообщение устройством превосходных прямых дорог, телефонных линий и т. д.

Инженеры, составлявшие этот проект, полностью использовали эти редкие преимущества и разработали идеальную схему распределения и потребления воды, которая вряд ли может быть улучшена.

Проектируемые города расположены в некоторых случаях на возвышенных местах слишком высоких для самотечного орошения и требующих незначительного подъема воды насосами. Такое повышенное расположение облегчает дренирование и канализацию — условия, весьма желательные в ровных местностях; незначительный механический подъем воды, необходимой для орошения может быть удобно соединен с устройством городского водоснабжения. Вышеописанные особенные условия вместе с сооружением проектируемых новых железных дорог и обилием хороших шоссейных и грунтовых дорог, предусмотренных на вновь орошаемой территории, сделают возможным развитие в Голодной Степи высокой и выгодной промышленности, идеальной сельско-хозяйственной жизни и прекрасной городской, при условии сохранения и поощрения индивидуальной инициативы и предприимчивости, которые могут и должны сочетаться со всеми преимуществами общественного руководства и контроля с точки зрения общих интересов и коллективной работы всякого рода.

**Вопросы Госплана и ответы.**

В ответ на особо поставленные в письменной форме вопросы сообщаются следующие ответы:

Вопрос 1. — Является ли расположение головных сооружений на Сыр-Дарье у Беговата, предложенное проектом проф. Ризенкампфа, наиболее рациональным разрешением проблемы орошения Голодной Степи по сравнению с остальными возможными вариантами (Казнак, Кста-Тугай и др.)?

Ответ: — Да. Выбор расположения Беговатской плотины и ее высоты сравнивался с несколькими предложенными или напрашивающимися сами собою вариантами. Их отличия от представленного проекта следующие:

а) Более низкая плотина у Беговата, которую, конечно можно построить дешевле, нежели предложенную. Но такая плотина имела бы меньшую эффективность при промывке наносов. Она была бы слишком низка для запроектированной трассы Южного канала и вызвала бы либо отказ от осуществления этой части проекта, либо увеличение выемки при пересечении возвышенности на западе с соответственным повышением сметной стоимости. Наконец, понижение плотины уменьшило бы количество гидроэлектрической энергии на Беговатской станции. Каждая из этих причин оправдывает принятую высоту плотины.

б) Предполагалось расположение плотины у Фархатских скал на 5 *км* выше по течению от головы существующего Голодностепского канала или около 3 *км* выше устья Ширин-Сая. Если бы такая плотина была построена той же высоты, что и у к. Беговат, она имела бы те же возможности в смысле предохранения канала от заиления и позволила бы забирать воду с отметкой на 6 *м* выше отметки воды Южного канала по

maintenance cost, and would add to the seepage troubles already bad in this locality. The new location interferes less with the operation of the system during construction, covers more land, is on better ground, and with a lined channel avoids seepage, and conserves the grade so that 7600 water horse power can be developed. Of many alternative solutions examined, the one adopted proved the cheapest and the best.

Question 4.—Is the concrete lining of the Main canal to the Jetty-Say head, the most rational and economic solution in comparison with other possible variants for the reconstruction of the existing canal?

Answer:—It is. The cost of any other variant suggested or examined is more than the cost of the one adopted, and the lined canal has the advantage of greater permanance, economy of water and of operation expenses.

Question 5.—Is the elevation of water at the head of the Begovat weir, 300.41 meters, well chosen?

Answer:—It is. A diversion weir is essential to properly divert the required quantity of water without filling the canal with sand and gravel. A higher elevation than that adopted, while possible feasible would require rebuilding the existing regulator, increase land damages, and lengthen and increase the height of levees on both banks of the stream. A lower elevation is inadvisable because it would increase the cost of the South canal by throwing it desper into heavy cut, would leave out irrigable land, would afford less power development than proposed by the present plans, and would decrease the sluicing efficiency.

Question 6.—Is the type of diverting dam, adopted by the author of the project, with Stoney gates and valves, as well as the head regulator of the Dachwehr type, adapted to the purposes of the Begovat weir?

Answer:—Yes. The utilization of the existing works as proposed, is ingenious and especially commendable. Some minor modifications of the works are recommended to pass greater floods without much additional expense, and to increase the efficiency of the sluicing process, and the coefficient of safety of the Dachwehr structure. The proposed weir should be built as close to the existing head works as possible and it appears, might be moved somewhat upstream from the position shown in the drawings. The head of the South canal should be practically combined with the present heading, by building it as a continuation upstream of the same structure.

Question 7.—Is it possible to agree with the author of the project that the discharge capacity of the Main canal should not be increased over 278 cubic meters per second of forced discharge and 233 cubic meters per second at normal conditions and that if increased discharge should be needed in the fields, it should and can be received by means of additional concrete lining of the minor system?

Answer:—It is. Judging by careful experience at Pakhta-Aral and the other irrigation unter the existing Golodnaya Steppe canal, a safe and reliable supply of one cubic meter per second, should be furnished at the land to each 2500 hectares gross area. To furnish this amount, it is necesary either to increasse the normal diversion above 233 cubic meters per second, or to limit canal and lateral losses to 47 cubic meters per second. To so limit the losses, it is necessary to line most of the system. A careful estimate of the losses based upon observations of such losses under the operating system, indicates that this end will be achieved if we line the Main canal as already planned; line all of the other canals except the North canal, the Central canal and the Central branch; and line all of the distributaries and laterals. The advantages of such a solution are set forth in detail in the report.

Question 8.—Are the measures suggested by the author of the project to combat alkalization and swamping, correct aud sufficient?

Answer:—The measures proposed for this purpose, are limitation of deliveries of water to economical needs, rotation system of irrigation, lining of canals, prompt disposal of waste water, and drainage by modern methods. These are all wise and properly planned. Recommendation is made howerer, that a much larger proportion of the canals be lined than contemplated in the present project, which will decrease and postpone the necessity of drainage works and by economizing water, will avoid the construction of larger canals otherwise necessary.

Question 9.—Are the principles, proposed by the author of the project, in spreading the system of distributors, laterals and roads in connection with the construction

Беговатскому зарианту с увеличением площади командования на 21.000 гектар. Канал был бы на 5 *км* длиннее, но излишняя стоимость от этого примерно покрылась бы уменьшением стоимости земляных работ в глубокой выемке. Естественные условия в этом месте менее благоприятны для плотины, нежели у Беговата и это удорожает постройку плотины на сметную стоимость в 2.000.000 руб., которая почти целиком покрывается ценностью дополнительно получаемой площади. Остается одна выгода в пользу выбора Беговатского расположения, это то, что последнее даст значительную экономию при постройке моста, для которого Беговатский вариант плотины по сравнению с Фархатским является более благоприятным. Рассмотрение других вариантов расположения плотины показывает, что они менее выгодны, чем Беговатский, если все должным образом принять во внимание.

Вопрос 2. — Является ли предложенная автором проекта схема подачи воды двумя каналами (Главным и Южным) наиболее отвечающей своему назначению и наиболее экономичной, по сравнению с другими схемами отвода воды от Беговатского узла (т.-е. одним Южным каналом с передаточной ветвью из Южного канала в Северный и т. д.)?

Ответ: — Является. Приблизительные подсчеты разных вариантов, включая упомянутые, показывают, что предложенная схема дешевле других и имеет преимущества, оставляя вопрос о сооружении более дорогой части проекта на будущее время и допуская ее изменение или аннулирование, в зависимости от того, что продиктуется будущим.

Вопрос 3. — Рационально ли проведение последней части канала (от 40 *км* до 57 *км*) не по Левой ветви, а по новой трассе с сооружением Джиты-Сайского узла и двух рабочих каналов Северного и Южного?

Ответ: — Является. Настоящее расположение Левой ветви от 40 до 60 *км* пролегает по пониженному месту и имеет отметки воды слишком низкие по сравнению с горизонтом, требующимся для Центрального канала. Поднятие дамб на необходимую высоту вызовет расходы, почти равные стоимости предложенного нового канала. Эти дамбы будучи подвержены нападению роющих животных, будут ненадежны, вызывая постоянную угрозу водоснабжению, увеличат эксплоатационные расходы и неприятности от фильтрации, которые и так велики в этом районе. Новая трасса в период строительства будет меньше препятствовать эксплоатации системы, даст площадь командования большую, пройдет в лучшем грунте и при облицовке русла устранит потери на фильтрацию; кроме того, при малых уклонах даст возможность получить 7.600 лош. сил, энергии. Из всех рассмотренных решений, принятый вариант является лучшим и самым дешевым.

Вопрос 4. — Является ли облицовка главного канала до Джиты-Сайского узла наиболее рациональным и экономным разрешением вопроса по сравнению с другими возможными вариантами переустройства существующего канала?

Ответ: — Является. Стоимость любого другого варианта, предложенного или рассмотренного, больше стоимости принятого и облицованный канал имеет преимущество в большей прочности, в экономии воды и уменьшении эксплоатационных расходов.

Вопрос 5. — Хорошо ли выбрана отметка подпорного горизонта Беговатской плотины 300,41 *м*.?

Ответ: — Да. Плотина важна для правильного забора требуемого количества воды, без допущения в канал песка и гравия. Более высокая отметка, нежели выбранная, будучи вероятно возможной, потребует переустройства существующего регулятора, увеличит затопляемую площадь, удлинит и увеличит высоту дамб на обоих берегах реки. Более низкая отметка нежелательна, потому что она увеличит стоимость Южного канала, благодаря увеличению работ в глубокой выемке, уменьшит площадь новых земель, даст меньше гидроэнергии, нежели предположено настоящим проектом и уменьшит промывную способность.

Вопрос 6. — Является ли тип плотины, принятый автором проекта со щитами Стонея и клапанами, также регулятор типа Дахвер, приемлемыми для Беговатской плотины?

Ответ: — Да. Использование существующего головного сооружения, как предположено, разумно и особо похвально. Некоторые незначительные изменения в сооружении рекомендуются с тем, чтобы пропустить большие паводки, без больших дополнительных затрат и чтобы увеличить эффективность сооружения под Дахвером. Предполагаемая плотина должна быть построена как можно ближе к существующему головному регулятору и пожалуй может быть подвинута несколько выше по течению, нежели это показано на чертеже. Голова Южного канала должна быть практически соединена

of „sectors of life" and the principles of land distribution rational, guarantying an unhampered, intensive cultural development of the cotton district of Golodnaya Steppe?

Answer: — They are. The Golodnaya Steppe with its vast area of smooth land to be developed promptly under skillful public supervision and settled according to a predetermined plan, afford unusual opportunities for an ideal irrigation development to secure maximum production and excellent living conditions, both rural and urban. In this respect no opportunities for improvement have been noted.

Question 10. — Is it possible to accomplish the chief constructions (the dam, Main canal, one of the working canals, the Sardoba — Arna-Say main collector) in three years as is expected by the author of the project?

Answer: — It is, provided work is started promptly with ample finances, and pushed steadily to completion. This will require the prompt purchase of necessary equipment, and its early delivery.

Conclusions.

The results of the stude represented by this report lead to the following conclusions:

1. Feasibility: — The Golodnaya Steppe project as outlined for irrigation represented by the approved plans, is a feasible and desirable project which will justify its construction by its addition to projection of cotton. The general plans outilined in the approved project appear to be wise, with the minor modifications herein recommended.

2. Begovat diversion works: — These works should be provided with a training wall to increase the efficiency of the sluicing. The Dachwehr head gate structure should be made more stable by addition of concrete to its upstream face as herein recommended, and the diversion weir should be built as close to this structure as conditions permit. Provisions should be made for raising the Stoney gates 0.7 of a meter higher than the plans indicate, in order to pass under them as much water as can be passed under the beams of the highway bridge. For similar reasons, the lower beams of the railroad bridge should be raised to the same elevation as those of the highway bridge. The embankments of the left bank should be constructed about one-half meter higher than those on the right bank, to protect them from overtopping in case of an unexpectedly high flood, and thus to protect the canal system and the village from inundation.

3. Power plant: — The Begovat power plant location should be changed to the vicinity of the head works, and it should be the first power development in preference to the one at Jetty-Say.

4. Duty of water: — The duty of water herein recommended is 2500 hectares gross area to one cubic meter per second delivered at the land for irrigation, — this amount to cover a net area of 2200 hectares actually irrigated.

A normal diversion of 233 cubic meters per second is approved which requires that losses be limited to 47 cubic meters per second, leaving 186 cubic meters per casecond for application to the land.

The system as planned with the lining herein recommended is adequate to deliver this amount, and for brief periods can deliver a somewhat larger amount for emergency purposes.

5. Canal lining: — To limit losses by seepage and evaporation in the canal and lateral system to 47 cubic meters per second, it is necessary to line all of the laterals, all of the distributaries, and all branch canals except the Central branch canal, which may be done with bituminous concrete as planned, or by cement concrete if found more advantageous.

It is recommended that the canals and laterals to be lined be designed in advance and built upon the section required for lined channels, but that actual lining be postponed in most cases, until the demand for water requires the additional capacity, except where the unlined channel would permit destructive velocities.

6. Soils: — It is recommended that wherever the soils in the upper meter of the land average more than 0.5 of one per cent of sodium chloride, or its equivalent in sodium sulphate, assuming two parts of the latter to one of the former, such lands be excluded from the irrigable area until the other lands are reclaimed, in order to save interest on the cost of drainage and laterals, and to accumulate full knowledge of the problems, involved.

с существующим головным регулятором, построив ее как продолжение этого сооружения вверх по течению.

Вопрос 7. — Возможно ли согласиться с автором проекта, что пропускная способность главного канала не должна быть более 278 *куб. м* в сек. при форсированном расходе, в 233 *куб. м* в сек. при нормальных условиях и что в случае необходимости увеличения расхода на полях, последний должен и может быть получен путем дополнительной облицовки мелкой системы?

Ответ: — Возможно. Судя по тщательному опыту Пахта-Арала и других орошаемых участков на существующем Голодностепском канале, надежная и уверенная подача одного *куб. м* в сек. должна быть обеспечена на каждые 2.500 валовых гектар. Для этого надо либо увеличить нормальный расход сверх 233 *куб. м* сек., либо ограничить потери в каналах и оросителях до 47 *куб. м* в сек. Чтобы ограничить потери до этого предела, необходимо облицовать большую часть системы. Тщательный подсчет этих потерь, основанный на наблюдениях над потерями в эксплоатируемой системе, показывает, что этот предел может быть достигнут при условии облицовки Магистрального канала, как уже предположено, и облицовки всех остальных каналов, за исключением Северного и Центрального каналов и ветви Центрального канала, а также при облицовке всех распределителей и оросителей. Преимущества такого решения подробно указаны в докладе.

Вопрос 8. — Являются ли меры, предложенные автором проекта, для борьбы с засолонением и заболачиванием правильными и достаточными?

Ответ: — Меры, предложенные для этой цели, заключаются в ограничении нормы поливов экономическими потребностями, в введении водооборота на системе, в облицовке каналов, в быстром отводе сбрасываемой воды и в дренаже современными способами. Все это рационально и правильно запроектировано. Рекомендуется, однако, облицовать большее количество каналов, нежели предположено проектом, что уменьшит и отсрочит необходимость дренажа и, благодаря сохранению воды, позволит избежать постройки каналов с большей пропускной способностью, необходимых в противном случае.

Вопрос 9. — Являются ли предложенные автором проекта принципы разбивки системы распределителей, оросителей и дорог, в связи с созданием „полос жизни" и принципами распределения земли, рациональными и гарантирующими беспрепятственное интенсивное культурное развитие хлопкового района в Голодной Степи?

Ответ: — Являются. Голодная Степь с ее обширной площадью и ровной поверхностью должна быстро развиться под умелым общественным руководством и при заселении по заранее выработанному плану представляет необыкновенные возможности для идеального ирригационного предприятия, обеспечивающего максимум продукции и прекрасные условия жизни как сельской, так и городской. В этом отношении нами не замечено возможности улучшения.

Вопрос 10. — Возможно ли закончить важнейшие сооружения (плотину, главный канал, один из рабочих каналов и Сардоба-Арнасайский главный коллектор) в 3 года, как предположено автором проекта?

Ответ: — Возможно, при условии, что работы будут начаты быстро, при достаточных средствах и настойчиво будут продвигаться к своему окончанию. Это потребует быстрой закупки необходимого оборудования и своевременной его доставки.

**Заключение.**

Результаты изучения, изложенные в настоящем докладе, приводят к следующим заключениям:

1. Осуществимость. Проект орошения Голодной Степи в том виде, как он представляется по принятой схеме, является осуществимым и желательным проектом, осуществление которого вполне оправдывается, благодаря увеличению производства хлопка. Общая схема одобренного проекта рациональна, при небольших изменениях, здесь рекомендуемых.

2. Беговатский узел. — Это сооружение должно быть дополнено раздельной стенкой для увеличения промывной способности. Головное сооружение типа Дахвер необходимо сделать более прочным, добавлением бетона со стороны реки, как это здесь рекомендуется. Плотина, сколько позволяют условия, должна быть построена возможно ближе к этому сооружению. Щиты Стонея должны иметь возможность подниматься на 0,7 *м* выше по сравнению с проектом для пропуска под ними всей той воды, которая может пройти под балками шоссейного моста. По этим же соображениям нижние балки железнодорожного моста должны быть подняты до уровня, на котором распо-

7. It is respectfully recommended that the project of Golodnaya Steppe be approved and construction started as soon as economically possible. If the necessary equipment is ordered at once, it may be possible to begin work in February or March next, and obtain the advantage of the spring season for field work. At least the erection of the construction camps at Begovat and elsewhere, should start at that time or before.

8. None of the recommendations of this report should delay construction a single day. Such changes of plan as are recommended can easily be made during the next four or five months, and completed before equipment for construction can be assembled.

It need hardly be said that minor changes in the plans may be suggested from time to time as work progresses, but these should cause no delay.

Acknowledgments. This report would be incomplete without some recognition of the uniform courtesy and kindness of the officials of Sredasvodchoz and the engineers without whose cooperation constructive work would have been impossible. Especial mention is due to Prof. G. C. Riesenkampf and his assistants for their tireless efforts to meet every requirement for information, and to facilitate travel and observation. The care and skill with which all variants have been examined and all details worked out is commendable.

ложены балки шоссейного моста. Дамбы левого берега следует поднять приблизительно на полметра выше таковых на правом берегу, чтобы защитить их от переливания воды в случае неожиданно высокого паводка и таким образом защитить систему канала и поселок от наводнения.

3. Силовая установка. Местоположение Беговатской электрической станции должно быть передвинуто к головному узлу и ее следует строить в первую очередь, преимущественно перед Джиты-Сайской.

4. Гидромодуль. Нами рекомендуется гидромодуль, равный у полей одному *куб. м* в сек. на 2500 валовых гектар, или 2200 действительно орошаемых.

Принятый нормальный расход в 233 *куб. м* в сек. одобряется при условии, что потери были ограничены 47 *куб. м* в сек., оставляя 186 *куб. м* в сек. для распределения на полях.

Система в том виде, в каком она запроектирована, при покрытии облицовкой каналов, как это рекомендуется настоящим докладом, способна пропустить это количество и в некоторые короткие промежутки времени допускает иметь несколько больший расход для всяких случайностей.

5. Облицовка каналов. Для ограничения потерь на фильтрацию и испарение в каналах и оросителях до 47 *куб. м* в сек. необходимо облицовать все оросители, все распределители и все ветви, за исключением Центральной ветви, что может быть сделано асфальто-бетоном, как запроектировано или цементным бетоном, если последнее будет найдено более выгодным.

Рекомендуется, чтобы все каналы и оросители, которые будут облицованы, были запроектированы и построены с сечениями, необходимыми для облицованных русел, но чтобы фактическая облицовка была отложена в большинстве случаев до тех пор, когда спрос на воду потребует дополнительной пропускной способности, за исключением тех мест, где необлицованные каналы будут иметь разрушительные скорости.

6. Почвы. Рекомендуется все почвы, содержащие в среднем в верхнем метровом слое более, чем 0,5% хлористого натра или сернокислый натр в соответствующем эквиваленте (принимая две части последнего равными одной части первого), не включать в число орошаемых земель до тех пор, пока остальные земли не будут мелиорированы, чтобы сохранить проценты на стоимость дренажа и оросителей и накопить достаточные сведения по этому вопросу.

7. Почтительно рекомендуется, чтобы Голодностепский проект был утвержден и строительство его было начато как только позволят средства. Если необходимое оборудование будет заказано немедленно, то работы могут быть начаты в ближайшем феврале или марте, что даст выгоды весеннего сезона для работ. В это время необходимо по крайней мере начать постройку рабочего поселка у Беговата и в других местах.

8. Ни одна из мер, рекомендуемых настоящим докладом, не должна откладывать начала строительства хотя бы на один день. Необходимые изменения проекта, как это здесь рекомендуется, могут быть легко сделаны в течение ближайших четырех или пяти месяцев и закончены прежде, чем строительное оборудование будет получено.

Вряд ли нужно указывать на то, что небольшие изменения в проекте могут советываться в процессе работ, но они не должны вызывать задержек.

**Признательность.** Этот доклад будет неполным, если не отметить полного внимания и любезности руководителей Средазводхоза и инженеров, без совместной работы с которыми наша задача оказалась бы невозможной и невыполнимой. Особенно необходимо отметить это по отношению к проф. Г. К. Ризенкампфу и его помощникам, в виду их неизменной готовности удовлетворить все запросы и справки и облегчить путешествия и осмотры. Следует отметить также внимательность и умение, с которыми исследовались все варианты и детали.

---

Tab

Comparison of variant projects for

| Name of variant | SCHEMES | Commanded area in hectares | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Central | Southern | Northern | Total area |
| Begovat | 1. Irrigation of all the Golodnaya Steppe (with the exception of the area irrigated by the existing canal) by a single Begovat and South canal with supplementary feeding of the Northern canal by a junction canal at Spassky . . . . . | 188,000 | 94,000 | 192,000 | 474,000 |
| | 2. Irrigation of the Central and Southern part of the Steppe by the Southern Begovat canal and of the additional areas in the Northern part of the Steppe by reconstruction of the existing canal (up to station 205 of its left branch) . . . . . | 188,000 | 94,000 | 192,000 | 474,000 |
| | 3. Irrigation of Central and New areas in the Northern Steppe by a single Southern Begovat canal with auxiliary feeding of the existing Northern canal by junction canal . . . . . | 188,000 | — | 192,000 | 380,000 |
| | 4. Irrigation nf the Central part of the Steppe by the Southern Begovat canal and of the additional areas in the Northern part by reconstruction of the existing canal (up to the station 205 of the Left branch) . . . . . | 188,000 | — | 192,000 | 380,000 |
| Ksta-Tugai | 5. Irrigation of all the Golodnaya Steppe with the exclusion of the area irrigated by the existing canal by a single Ksta-Tugai canal with supplementary feeding of the existing canal by a junction canal at Spassky . . . . . | 188,000 | 154,300 | 192,000 | 524,300 |
| | 6. Irrigation of the Central and Northern parts of the Steppe by the Ksta-Tugai canal and of the additional areas in the Northern part by reconstruction of the existing canal up to station 205 of the Left branch . . . . . | 188,000 | 154,300 | 192,000 | 524,300 |
| | 7. Irrigation of the Central Steppe and of the new areas in the Northern part by additional feeding of the existing Northern canal and the proposed Central canal by junction canals at the 39.5 kilometer and the 67 kilometer . . . . . | 188,000 | — | 192,000 | 380,000 |
| Approved Begovat | 8. Approved scheme (preliminary one).<br>Irrigation of the Central and Northern parts of the Golodnaya Steppe by the Golodnaya Steppe Main canal (reconstructed former Romanov canal) and two working canals Northern and Southern . | 188,000 | — | 192,000 | 380,000 |
| | 8a. Approved Scheme (final estimate).<br>Irrigation of the Central and Northern parts of the Steppe by the Golodnaya Steppe Main canal (reconstructed former Romanov canal) and two working canals — Southern Canal and Northern canal . . . . . | 187,100 | — | 218,750 | 405,850 |

l e No 8

Irrigation of Golodnaya Steppe

| Capacity of Main canal, cub. mtrs per sec | Length of Main canals | Cost in roubles | | | | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Main canal | Structures | Total cost of the variant | Cost per hectare | |
| 239 Southern c. 48.5 Northern c. | 74 | 27,671,839 | 6,060,000 | 33,731,839 | 71 | 1) The projected canals are designed without lining, a depth of 3.75 meters and a grade from 0.00008 to 0.0001. The reconstructed diversion portion of the existing Golodnaya Steppe Main canal is designed with lining.<br><br>2) The cost of variants with the junction branch from the Southern canal for irrigation of new lands in the Northern part (they are now irrigated by existing canal) does not include expenses for Southern canal remaining without reconstruction in this case.<br><br>3) The commanded ares of Golodnaya Steppe Main canal (by the approved scheme) has been estimated to be 405.850 hectares by final figures instead of 380.000 hectares as first estimated.<br><br>4) The cost of earth work by the Ksta-Tugai variant has been estimated with no attention to the difficulties of working in wet ground is taken for be safe from the overvalue of this variant in comparison ones. Also the cost of the right of way is not included in the case of Ksta-Tugai variants. |
| 141.70 Southern c. 145.60 Reconstructsd Northern c. | 110 | 19,504,032 | 6,060,000 | 25,564,032 | 54 | |
| 191.5 Southern c. 48.5 Northern c. | 74 | 23,552,210 | 6,060,000 | 29,612,210 | 78 | |
| 94.5 Southern c. 145.6 Reconstructed Northern c. | 110 | 15,867,644 | 6,060,000 | 21,927,644 | 58 | |
| 264 Southern c. 46.5 Northern c. | 92 | 16,964,466 | 10,200,000 | 27,164,466 | 52 | |
| 166.9 Southern c. 145.6 Reconstructed Northern c. | 150 | 13,759,801 | 15,600,000 | 29,359,801 | 56 | |
| 191.6 Southern c. 48.5 Northern c. | 92 | 15,871,326 | 9,710,000 | 25,571,327 | 67 | |
| 233 Gol. Step. Main canal | 85 | 10,641,898 | 6,935,000 | 17,576,898 | 46 | |
| 233 Gol. Step. Main canal | 85 | 11,153,319 | 7,572,202 | 18,725,521 | 46 | |

| Наименование варианта | ОПИСАНИЕ СХЕМЫ. | Валовая площадь командования в гектарах. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | В Центральной части. | В Южной части. | В Северной части. | Общая. |
| Беговатский. | 1. Орошение всей Голодной Степи (за исключением площади, орошаемой существующим Голодностепским каналом) одним Беговатским Южным каналом с дополнительным питанием существующего Голодностепского канала через соединительную ветвь . . . . . | 188.000 | 94.000 | 192.000 | 474.000 |
| | 2. Орошение Центральной и Южной частей Голодной Степи Южным Беговатским каналом и новых земель в Северной части Степи переустраиваемым существующим Голодностепским каналом . . . . . | 188.000 | 94.000 | 192.000 | 474.000 |
| | 3. Орошение Центральной части и новых земель в Северной части Степи одним Южным Беговатским каналом с дополнительным питанием существующего Голодностепского канала через соединительную ветвь . . . | 188.000 | — | 192.000 | 380.000 |
| | 4. Орошение Центральной части Степи Южным Беговатским каналом и новых земель в Северной части посредством переустройства существующего Голодностепского канала . . . . . | 188.000 | — | 192.000 | 380.000 |
| Кета-Тугайский. | 5. Орошение всей Голодной Степи (за исключением площади, орошаемой существующим Голодностепским каналом) одним Кета-Тугайским каналом с дополнительным питанием существующего канала через Соединительную ветвь . . . . . | 188.000 | 154.300 | 192.000 | 524.300 |
| | 6. Орошение Центральной и Южной частей Степи Кета-Тугайским каналом и новых земель в Северной части посредством переустройства существующего Голодностепского канала . . . . . | 188.000 | 154.300 | 192.000 | 524.300 |
| | 7. Орошение Центральной части и новых земель Северной части Степи с дополнительным питанием существующего Голодностепского канала и проектируемого Центрального канала через соединительные ветви из Кета-Тугайского канала . . . . . | 188.000 | — | 192.000 | 380.000 |
| Принятый Беговатский. | 8. Принятая схема орошения (по предварительной проработке) Орошение Центральной и Северной частей Степи Голодностепским Магистральным каналом (переустроенным б. Романовским каналом) с двумя рабочими каналами — Центральным и Северным . . . . . | 188.000 | — | 192.000 | 380.000 |
| | 8а. Принятая схема орошения (по окончательной проработке). Орошение Центральной и Северной части Степи Голодностепским Магистральным каналом (переустроенным б. Романовским каналом) с двумя рабочими каналами — Центральным и Северным . . . . . | 187.100 | — | 218.750 | 405.850 |

Ц А № 8.

антов орошения Голодной Степи.

| Расходы Магистральных каналов в куб. метр. в сек. | Полная длина Магистральных каналов в километрах. | Стоимость Магистральных каналов в рублях. | Стоимость искусственных сооружений и узлов в холостых частях каналов в рублях. | Полная стоимость варианта в рублях. | Расход на 1 валовой гектар в рублях. | Примечание. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Южного . . . . . 239<br>Голодностепского 48,5 | 74 | 27.671.839 | 6.060.000 | 33.731.839 | 71 | 1) Вновь сооружаемые каналы предположены в земляных руслах с глубиной наполнения в 3,75 м и при уклонах 0,00008—0,0001.<br>Переустраиваемый существующий Голодностепский канал в холостой части предположен бетонированным.<br><br>2) В стоимость вариантов, предусматривающих орошение новых земель Северной части путем соединительной ветви из Южного канала и ныне орошаемых из существующего канала, в этом случае оставляемого без всякого переустройства, не включена стоимость ремонта этого канала.<br><br>3) Площадь командования Голодностепского Магистрального канала (по принятой схеме) при окончательной проработке получилась равной 405.850 вал. гектар вместо 380.000 гектар, принятых при первоначальных подсчетах.<br><br>4) Расценки на земляные работы Кета-Тугайских вариантов были приняты заведомо преуменьшенные, не учитывающие трудности производства работ в грунте, насыщенном водой. Такое допущение сделано из желания обеспечить себя от переоценки принятого варианта по сравнению с остальными. Из этих же соображений в стоимость Кета-Тугайских вариантов не включена стоимость земель, подлежащих отчуждению в холостой части. |
| Южного . . . . . 141,70<br>Переустроенного<br>Голодностепского 145,6 | 110 | 19.504.032 | 6.060.000 | 25.564.032 | 54 | |
| Южного . . . . . 191,5<br>Голодностепского 48,5 | 74 | 23 552.210 | 6.060.000 | 29.612.210 | 78 | |
| Южного . . . . . 94,5<br>Переустроенного<br>Голодностепского 145,6 | 110 | 15.867.644 | 6.060.000 | 21.927.644 | 58 | |
| Южного . . . . . 264<br>Голодностепского 46,5 | 92 | 16.964.466 | 10.200.000 | 27.164.466 | 52 | |
| Южного . . . . . 166,9<br>Переустроенного<br>Голодностепского 145,6 | 150 | 13.759.801 | 15.600.000 | 29.359.801 | 56 | |
| Южного . . . . . 191,6<br>Голодностепского 48,5 | 92 | 15.871.326 | 9.710.000 | 25.571.327 | 67 | |
| Голодностепского 233 | 85 | 10.641.898 | 6.935.000 | 17.576.898 | 46 | |
| Голодностепского 233 | 85 | 11.153.319 | 7.572.202 | 18.725.521 | 46 | |

## RESOLUTION

### of the Supreme Water Technical Council of „Vsekomvod" on the Golodnaya Steppe irrigation scheme in connection with submitted additional data concerning that scheme. October 12-th 1929.

After hearing the statements made by: a) Mr. G. A Chernilov, member of the Council, — concerning the report on the Golodnaya Steppe irrigation project sibmitted by Mr. A. P. Davis, consulting engeneer, b) prof. L. I. Prasolov, soil expert, — concerning the soils in the Golodnaya Steppe, and c) Mr. V. S. Iliin, member of the Council, — concerning the hydrogeology of the Golodnaya Steppe, the Supreme Technical Council come to the following conclusions:

1. Statements contained in Mr. Davis report in general do not contradict to those expressed in the preliminary report of the Supreme Technical Council dated June 21, 1929.

2. The statements of Mr. Davis report enumerated below are considered as detailizing and developing the formerly accepted decision of the Supreme Council concerning the Golodnaya Steppe irrigation scheme:

a) a training wall must be incorporated into the general scheme of the head works, that wall having the purpose to confine the zone from which the water is taken and to improve the sluicing conditions;

b) the right bank dam of the weir must be lowered so, that the maximum flood, in case it will exceed the discharging capacity of the dam, could be passed partly over without injury to the head works;

c) the amount of granite facing on the weir must be reduced and ornamentation simplified in order to decrease the cost.

3. The Supreme Council thinks that, before taking final decision, the author of the project must undertake further study of the following questions, considered in Mr. Davis report, taking into account the remarks made by Mr. Davis:

a) the question of concrete lining all 100 per cent of the branches, distributaries and laterals, in connection with its costs, sequence of works and also with the possibility of securing the planned discharge of 233 cu. m. per sec. during the first stages of construction programme;

b) the question of the Begovat hydroelectric plant's general layout in connection with the design of the head works and selection of a site for the wasteway;

c) the question of estimating the cost of measures for feeding the irrigation systems, situated in the lower reaches of the Syr-Daria river, in connection with the lowering the water level in that river, due to diversion for the Golodnaya Steppe irrigation.

4. The report on soils by Mr. L. I. Prasolov must be considered as preliminary.

5. Concerning the hydrogeology the former decision of the Supreme Council must be confirmed (paragraph 5, June 21, 1929), having in view the measures against alkalization of lands as planned in the project.

## ПОСТАНОВЛЕНИЕ

### Высшего Водно-Технического Совета Всекомвода по схеме орошения Голодной Степи в связи с заслушанием дополнительных материалов по ней. 12 октября 1929 г.

Заслушав заключения: а) члена Совета Г. А. Чернилова по докладу о проекте орошения Голодной Степи инженера-консультанта Артура П. Дэвиса, б) консультанта-почвоведа проф. Л. И. Прасолова по почвам Голодной Степи и в) члена Совета В. С. Ильина по гидрогеологии Голодной Степи — Высший Водно-Технический Совет приходит к следующим выводам:

1. Констатировать, что экспертиза Дэвиса в общем не противоречит предварительному заключению Высшего Водно-Технического Совета от 21 июня с/г.

2. Следующие положения экспертного заключения Дэвиса принимаются, как уточняющие и развивающие ранее принятое постановление ВВТС по схеме орошения Голодной Степи:

а) схема головного сооружения должна быть дополнена раздельной стенкой, со сжатием фронта забора воды, в целях улучшения промывного действия шлюзных отверстий;

б) правобережная дамба плотины должна быть понижена с таким расчетом, чтобы катастрофический паводок, если бы таковой превысил пропускную способность плотины, прошел через правобережную дамбу и не повредил головных сооружений системы;

в) облицовка плотины гранитом должна быть уменьшена и архитектурная обработка ее упрощена, в целях удешевления.

3. По следующим вопросам схемы, затронутым экспертизой Дэвиса, ВВТС считает необходимой, для окончательного разрешения, дополнительную их проработку составителем проекта с учетом замечаний Дэвиса:

а) по вопросу о 100% бетонировки ветвей, распределительной и оросительной сети, в связи с ее стоимостью, порядком осуществления, а также общей обеспеченностью питания первой очереди проекта намеченным расходом в 233 куб. метр.;

б) по вопросу о варианте Беговатской гидроэлектрической станции в отношении проектной увязки ее с головным узлом и местом расположения сброса;

в) по вопросу о сметном учете мероприятий по обеспечению питания низовых Сыр-Дарьинских систем, в связи с понижением горизонтов реки, вследствие забора воды для орошения Голодной Степи.

4. Заключение Л. И. Прасолова по почвам, как предварительное, принять к сведению.

5. По гидрогеологии подтвердить ранее принятое постановление ВВТС (пункт 5 постановления 21 июня с/г.), имея в виду намеченные в проекте мероприятия по борьбе с засолением.

6. Учитывая необходимость ускорения и уточнения вопроса об орошении всей Голодной Степи, признать целесообразным немедленный приступ к исследованиям, предусмотренным в п. 5 постановления ВВТС от 21 июня с/г.

7. Констатировать: а) что до настоящего времени не соблюдено требование п. п. 8 и 9 постановления ВВТС о представлении составителем проекта соображения о возможных изменениях схемы применительно к предложениям Н. В. Мастицкого, Ф. П. Моргуненкова, А. Н. Гастунского, а также данных по рекогносцировке Нуратинского района; б) что в смете не учтена стоимость мелкой и мельчайшей сети.

8. Учитывая директивы Правительства по ускорению выхода хлопковых площадей, ВВТС считает возможным схему орошения Голодной Степи по проекту Г. К. Ризенкампфа утвердить с тем, чтобы указанные выше дополнительные проработки были исполнены в составе предварительного проекта, с детальным учетом результатов гидрогеологических исследований и экспертизы по почвенным вопросам.

За Председателя Совета *В. Г. Глушков.*

Ученый Секретарь *П. В. Цейдлер.*

6. Taking into account the necessity of speeding and fixing up the problem of irrigation in the Golodnaya Steppe, it is expedient to start immediately the investigations foreseen in paragraph 5 of the decision of the Supreme Council dated June 21, 1929.

7. It is necessary to state that: a) up to the present time the requirements of the paragraphs 8 and 9 of the decision of the Supreme Council have not been fulfilled concerning the presentation by the author of the project of his considerations about possible changes of the scheme in connection with propositions made by Mr N. V. Mastizky, Mr. F. P. Morgunenkov and Mr. A. N. Gastunsky; the data of reconnoissance survey of the Nura-Tau Steppe have not been presented too; b) the cost of small canals hat not been included into the estimate.

8. Taking into account the instructions of the Government about the speedy preparation of cotton areas, the Supreme Council thinks it possible to conform the scheme of irrigation of the Golodnaya Steppe as it is worked out in Prof. Riesenkampf's project indicating at the same time that the above mentioned additional works should be done while preparing the preliminary project and taking into account the results of hydrogeological investigations and conclusions of the soil experts.

Signed: For the Chairman of the Council *V. G. Glushkov*

Secretary *P. V. Zeidler*.

Plate 4.

Лист 4.

# MAP

of disposition of ground waters and their depths in the Golodnaya Steppe.

# КАРТА

распределения грунтовых вод и их глубин в Голодной Степи.

**Conventional signs.**
Depth of ground-waters.

**Условные обозначения.**
Глубина грунтовых вод.

Ground waters from 0.7 to 2.5 mtrs.
Грунтовые воды от

. . — 2.5 .

. . . 2.5 . 5.0 .

. . . 5.0 . 7.5 .

. . . 7.5 . 10.0 .

Ground waters from 10.0 to 12.5 mtrs.
Грунтовые воды от

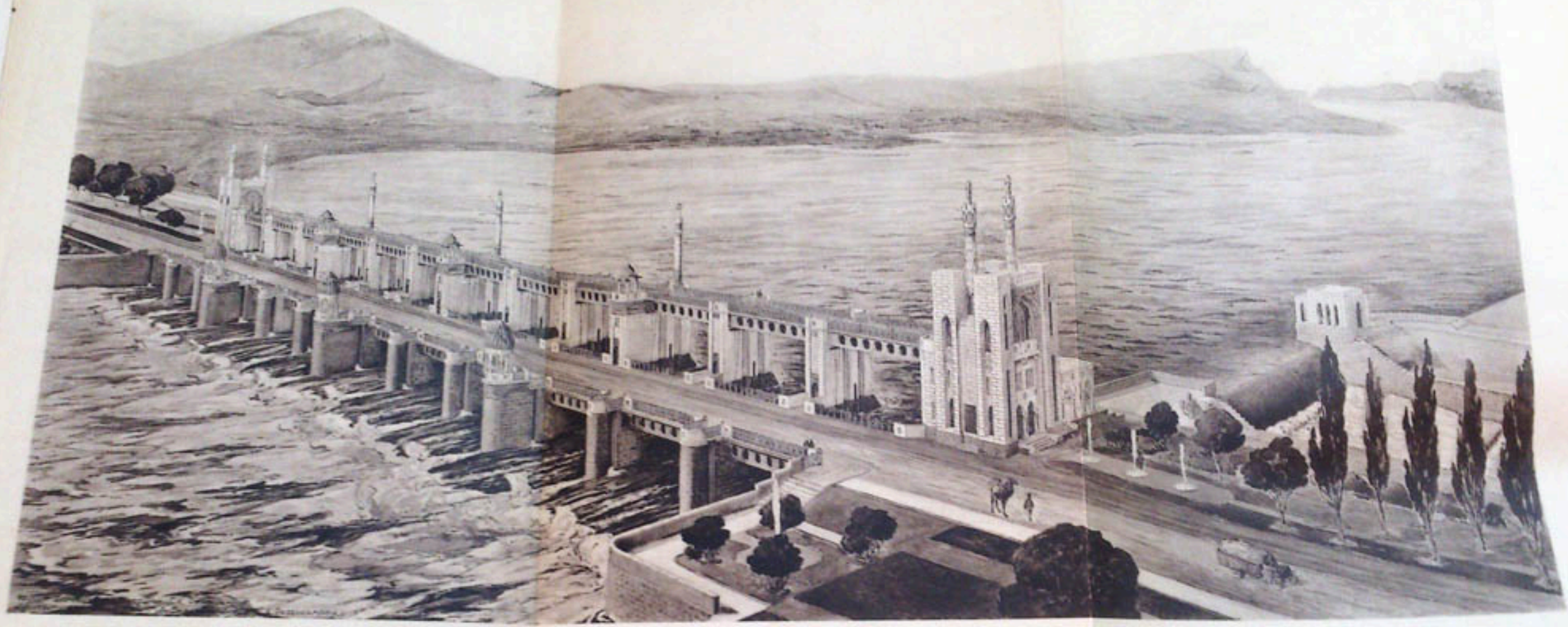
. . . 12.5 . 15.0 .

. . . 15.0 . 17.5 .

. . . 17.5 . 20.0 .

. . . 20 mtrs.

Scale = Масштаб.



HEAD STRUCTURES OF THE GOLODNAYA STEPPE IRRIGATION SYSTEM BY PROJECT OF PROF. O. C. RIESENKAMPF

ГОЛОВНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ГОЛОДНОСТЕПСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРОЕКТУ ПРОФ. О. К. РИЗЕНКАМПФА