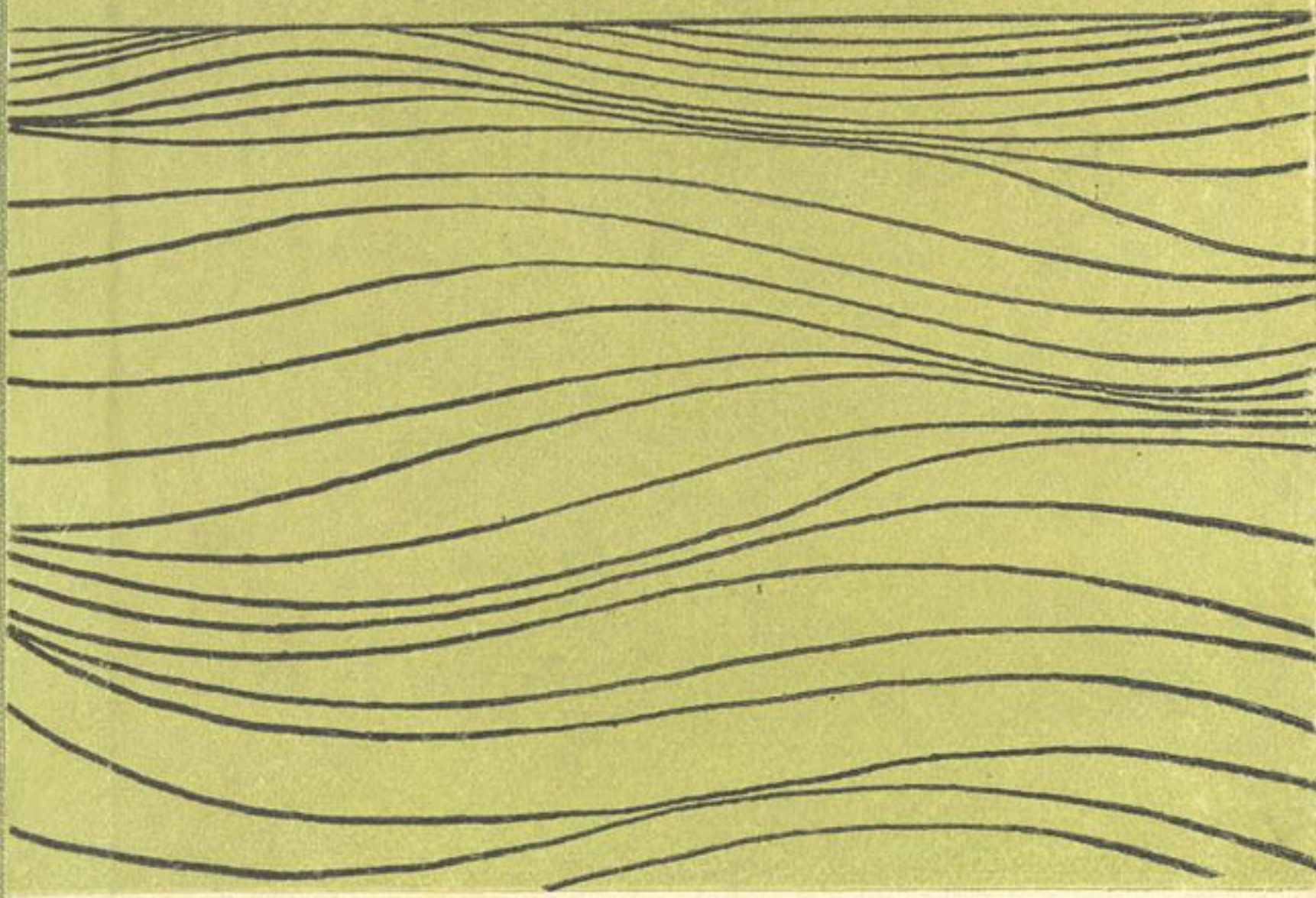
А. РАФИКОВ

ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ



АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР
ОТДЕЛ ГЕОГРАФИИ

А. А. РАФИКОВ

ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ФАН" УЗБЕКСКОЙ ССР
ТАШКЕНТ—1976

УДК 631.611(575.11.252.5)

Рафиков А. А. Природно-мелиоративная оценка земель Голодной степи. Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1976. Рис.— 10. Табл.—21. Библ.— 116 назв.

В работе рассматриваются засоленность почвогрунтов, минерализация грунтовых вод, дренированность территории Голодной степи. Оцениваются природные факторы и процессы, определяющие мелиоративное состояние орошаемых земель, анализируется влияние орошения и освоения на состояние сельскохозяйственных угодий. Обосновываются методика и принцип оценки природно-мелиоративного состояния освоения и орошения целинных земель Джизакского массива. Дается прогноз характера изменения природно-мелиоративных комплексов новоосваиваемых земель Голодной степи под влиянием орошения.

Книга рассчитана на широкий круг почвоведов, мелиораторов, ирригаторов, географов, преподавателей и студентов вузов естественного профиля.

Ответственный редактор
докт. геогр. наук *З. М. Акрамов*

Р $\frac{40305-435}{355(06)-76}$ 44—76

© Издательство «Фан» УзССР, Ташкент, 1976 г.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с директивами XXIV съезда КПСС по развитию сельскохозяйственного производства в нашей стране в 1971—1975 гг. в Голодной степи осуществлена широкая программа освоения новых земель, ирригации и мелиорации. В связи с этим особое значение приобретает всестороннее изучение орошаемых земель в целях улучшения их мелиоративного состояния и поддержания плодородия на хозяйственно необходимом уровне. Природно-мелиоративная обстановка здесь довольно сложная, прежде всего из-за вторичного засоления, причины которого не всегда ясны и часто определяются комплексом природно-хозяйственных факторов.

Территория Голодной степи превышает 1 млн. *га* и по освоенности неоднородна. Восточная половина представляет собой староорошаемые земли, освоение которых начато в конце прошлого столетия, западные и южные земли — новоорошаемые — осваиваются лишь с 1956 г. Имеются и неосвоенные массивы. В староорошаемой части под влиянием хозяйственной деятельности естественное мелиоративное состояние земель сильно изменилось. На новоорошаемых территориях наблюдается изменение естественного мелиоративного состояния земель на фоне интенсивного подъема уровня грунтовых вод. На целинных землях сохраняется естественное мелиоративное состояние почвы.

Целью настоящих исследований является разработка принципов природной и мелиоративной оценки орошаемых и подлежащих орошению земель Голодной степи для улучшения их мелиоративного состояния, создания оптимальных условий вегетации, обеспечивающих получение высоких урожаев, научно обоснованное дифференцированное применение гидромелиоративных мероприятий в зависимости от местных, региональных природно-мелиоративных условий территорий. Были поставлены следующие задачи: 1) выявить устойчивые палеогеографические тенденции в развитии природной среды Голодной степи; 2) проследить динамику развития современных природных факторов и процессов мелиоративного значения; 3) определить характер и тенденции изменения мелиоратив-

ного состояния орошаемых земель; 4) оценить природно-мелиоративную обстановку и осуществить районирование староорошаемых и новоорошаемых земель.

На основании исследований автор дает прогноз возможных изменений мелиоративных условий на определенных участках в результате развития орошения и строительства гидротехнических сооружений (водохранилищ). Для описания природных условий и характера мелиоративного состояния земель доорошаемого периода Голодной степи были привлечены материалы отдельных исследователей, в частности работы Н. А. Димо (1910, 1911, 1919, 1928, 1930), Б. А. Яковлева (1915), М. Д. Спиридонова (1921), М. Г. Попова (1928), М. М. Решеткина (1932) и др., а также проектно-изыскательского и научно-исследовательского института Средазгипроводхлопок, Института почвоведения и агрохимии МСХ УзССР, Узгипроводхоза, Почвенного института им. Докучаева и др.

Первая почвенная карта и карта грунтовых вод в среднем масштабе была составлена Н. А. Димо в 1908—1911 гг. В последующие годы были проведены почвенно-мелиоративные исследования в целях выявления площадей засоленных и рассоленных почв, перелогов и эффективности мелиоративных мер. В этом отношении наиболее ценны работы Ю. А. и А. А. Скворцовых (1925), М. А. Панкова (1935), Б. В. Федорова и М. А. Панкова (1944), К. Я. Опрышко и Б. А. Михельсона (1953), Б. А. Михельсона и В. Ф. Пояркова (1959) и др.

В 1965—1970 гг. сотрудниками Узгипроводхоза проводилась почвенно-мелиоративная съемка территории для разработки проекта размещения вертикальных скважин в староорошаемой части Голодной степи. В составе экспедиции этого института участвовал и автор настоящей работы. В результате полевых работ нами составлены карты-схемы — геоморфологическая, литологическая, ландшафтная, засоления почв, глубин и минерализации грунтовых вод (ГВ) исследованной территории. Такие же работы выполнены нами для отдельных районов новоорошаемой зоны Голодной степи в 1971—1973 гг. В основу оценки природных и мелиоративных условий Голодной степи эти картографические и другие данные легли как первичный материал. Помимо этого использованы материалы ГИДРОИНГЕО, Средазгипроводхлопка, САНИИРИ, Узгипроводхоза и др., Управления оросительных систем Сырдарьинской и Джизакской областей, Министерства мелиорации и водного хозяйства УзССР.

При подготовке монографии автору оказали помощь Т. В. Звонкова, И. Н. Степанов, Н. М. Решеткина, З. М. Акрамов.

Глава I. РАЗВИТИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ В КАЙНОЗОЕ

ПАЛЕОЛАНДШАФТЫ ДОАЛЬПИЙСКОГО ОРОГЕНЕЗИСА И ИХ УНАСЛЕДОВАННЫЕ ЧЕРТЫ

Понимание генезиса и динамики естественного мелиоративного состояния земель основано главным образом на исследованиях палеоландшафтов, восстановлении физико-географических условий прошлого, закономерностей их смены, выявлении тех природных компонентов, которые имели наибольшее значение в развитии и формировании современных мелиоративных условий региона.

Известно, что скорость изменения отдельных компонентов природной среды различна. Палеоландшафтный анализ таких устойчивых компонентов, как рельеф, горные породы и климат позволяет определить время становления унаследованных черт современных мелиоративных условий, в частности, территории Голодной степи.

Попытаемся установить общие тенденции развития природы Голодной степи, определить время становления наследуемых природных компонентов и природных комплексов, выявить их черты в современных ландшафтах. Правда, дочетвертичные отложения Голодной степи закрыты мощными аллювиальными и пролювиальными отложениями антропогена, и восстановить полную историю развития ее природных комплексов в мезо-кайнозое очень сложно. Поэтому мы использовали палеогеографические данные и по смежным районам, а иногда и по всей равнинной части Средней Азии (развитие природы равнинной части Средней Азии во многих чертах было сходным).

Палеогеографические материалы в целом по Средней Азии и ее крупным естественноисторическим областям содержатся в работах Д. В. Наливкина (1928), Е. П. Коровина (1935, 1958, 1961), И. П. Герасимова (1937), Б. А. Федоровича (1946, 1952), А. А. Юрьева (1960), В. М. Синицына (1962, 1965, 1966), В. А. Николаева (1965), Г. А. Беленького и С. Х. Миркамаловой (1965), Г. Ф. Тетюхина (1966), А. А. Куркова (1967, 1968) и др. Эти авторы частично изучали и палеоландшафты Голодной степи. Анализ материалов позволяет наметить следующие важные закономерности в развитии природы Голодной степи.

Устойчивость прогибания Ташкентско-Голодностепской впадины. В структурном отношении территория Голодной степи принадлежит к пограничной зоне между Туранской плитой и подвижной Западно-Тяньшанской орогенной областью и охватывает западную половину Ташкентско-Голодностепской впадины[1]. В породах мезо-кайнозоя впадины выделяются крупные структурные элементы. Крупнейший прогиб впадины — Чирчикско-Голодностепский. Направление его близко к широтному, дно сложено плотными породами палеозоя, в основном известняками и сланцами. Громадная чаша Чирчикско-Голодностепского прогиба в течение мезо-кайнозоя являлась зоной аккумуляции осадочных пород, вынесенных реками и саями со склонов окружающих хребтов.

Южная часть Чирчикско-Голодностепского прогиба ограничена Мехнаткашско-Писталитауской антиклинальной зоной, которая состоит из восточного (Мехнаткашского) и западного (Писталитауского) поднятий. Первое слабо обнажено на дневной поверхности. В ядре восточного выступают на дневную поверхность неогеновые слои, западного — палеозойские (Рыжков, Ибрагимов и Юрьев, 1962). Антиклинальная зона выражена в виде останцовых гор Писталитау, Балыклытау и Ханбандытау и на востоке — Моголтау.

Между Мехнаткашско-Писталитауской антиклинальной зоной и отрогами Туркестанского хребта расположен Ломакинский прогиб, с запада он ограничивается Койташской межгорной впадиной, а на востоке соединяется с Ферганской депрессией (Ахунбабаевский прогиб Кокандской синклинальной зоны по Рыжкову и др., 1962). По данным Х. Т. Туляганова (1971), глубина залегания палеозойских сланцев и известняков, прорванных гранитоидными интрузиями, в прогибе достигает 1400 *м*. Прогиб выполнен маломощными меловыми и палеогеновыми отложениями и относительно мощной толщей пород неоген-четвертичных образований.

В тектоническом развитии Ташкентско-Голодностепской впадины выделяется два этапа: платформенный (верхнепалеозойско-среднеолигоценовый) и постплатформенный (верхнеолигоценово-антропогеновый). В триасовый и юрский периоды впадина, вероятно, представляла собой выровненную территорию, на палеозойской поверхности которой формировалась кора выветривания (Рыжков и др., 1962; Вольвовский и др., 1966).

Палеогеографические данные свидетельствуют о том, что первое значительное прогибание и трансгрессия в области Ташкентско-Голодностепской впадины происходили в начале верхнемеловой эпохи. В конце ее впадина эпейрогенически поднималась, но уже в палеоцене в связи с дальнейшим прогибанием юго-восточной части Средней Азии низменная равнина вновь начала медлен-

---

[1] Краткая сводка взглядов на тектоническое строение Голодной степи содержится в работе И. С. Вольвовского и др. (1966).

но погружаться под уровень моря и представляла собой мелководный прибрежный бассейн или серию бассейнов лагунного типа. Трансгрессия моря продолжалась до нижнеолигоценового времени включительно. При этом в туронское, сеноманское и верхнепалеоценовое время, кроме Ферганской котловины, морской трансгрессией были охвачены запад Бухаро-Хивинской депрессии и территории Кызылкумов (Федоренко, 1964).

С начала среднего олигоцена в Приташкентском районе, Кызылкумах и Голодной степи отмечается энергичная регрессия моря, чему способствовали эпейрогенические поднятия равнин и предгорий, достигших максимального развития в неогене. К этому времени заканчивается первый этап тектонического развития, продолжавшийся с конца верхнепалеозойской эры.

Таким образом, в течение верхнепалеозойско-среднеолигоценового этапа Ташкентско-Голодностепская впадина формировалась по неизменному плану. Если не считать кратковременного эпейрогенического поднятия, то в развитии впадины устойчиво сохранялся отрицательный знак движения на протяжении всей второй половины платформенного этапа развития. Ее устойчивое развитие на протяжении всего мезозоя и первой половины кайнозоя обусловило постоянство аккумуляции здесь значительных объемов терригеновых и континентальных осадков. Накапливаясь в разной обстановке, эти осадки приобретали различные литологические свойства, что в дальнейшем сказалось на гидрохимических и динамических условиях формирования подземных вод.

Прибрежно-морской режим и накопление глинисто-песчаных фаций. Осадконакопление в пределах впадины началось, по-видмому, с мелового периода, отложения которого несогласно залегают на палеозойских породах (в триасовом и юрском периодах здесь была область размыва). В нижнемеловое время на исследуемой территории накапливались континентальные, дельтовые и озерные осадки, которые выносились сюда временными потоками и реками, стекавшими со склонов Туркестанского и Чаткало-Кураминского хребтов. Для этих водных артерий Голодная степь служила базисом эрозии; здесь накапливались в основном карбонатно-гипсовые мелкообломочные и глинистые отложения.

В верхнемеловое время в связи с трансгрессией моря континентальное осадконакопление сменилось прибрежно-морским терригенным литогенезом с седиментацией песчано-глинистых фаций. По данным А. Г. Бабаева и А. М. Акрамходжаева (1960), Г. А. Беленького и С. Х.Миркамаловой (1965), верхнемеловые моря не были глубокими (кроме туронского); территория Приташкентских чулей и Голодной степи в это время была прибрежной частью обширных водоемов. Здесь формировался сложный комплекс прибрежно-морских песчаных фаций субаквальных сероцветных и красноцветных глинисто-песчаных отложений, мелкогалечных конг-

ломератов и глин, а также гипсов, известковистых и гипсоносных глин (карбонатно-сульфатная формация, по Синицыну, 1965).

Аккумуляция терригенных осадков продолжалась и в период морских трансгрессий в палеоцене и эоцене, когда накапливались зеленовато-серые глины, алевролитовые песчаники и кварцевые пески. Прибрежные части этих морей представляли собой испаряющиеся лагуны, в которых периодически накапливались гипсы, соли и доломиты.

По данным Г. А. Беленького и С. Х.Миркамаловой (1965), в палеоцене на территории Голодной степи существовало мелкое море с повышенной соленостью. Оно занимало почти всю площадь Приташкентской депрессии до Кызылкумов. В составе палеоценовых осадков преобладают детрусовые и доломитизированные известняки и мергели. Засоленность этого бассейна подтверждается широким развитием доломитов в виде пластов или отдельных пятен среди известняков (формированию доломитов способствуют значительная минерализация вод, их щелочность, повышенная температура, а также обилие в растворе углекислоты, Рухин, 1961).

Таким образом, в течение мезозоя, в нижне- и среднепалеогеновое время на территории Голодной степи происходила седиментация преимущественно песчано-глинистых и карбонатно-сульфатных формаций. При этом продолжительность континентальных условий литогенеза по сравнению с морскими была невелика, а сами отложения аккумулировались во впадине в условиях аридного климата. Это, а также размыв соленосных пород окружающих гор, способствовало засолению рыхлых толщ.

Процессы засоления рыхлых отложений ухудшали их фильтрационные свойства, что сказывалось на качестве и динамике подземных вод. По мере движения вод от предгорий к центральной части впадины в породах мелового и палеогенового возрастов затруднялся отток, увеличивалась минерализация вод, менялся их состав от гидрокарбонатных к хлоридным и сульфатно-натриевым (Дусходжаев, 1969). По данным И. П. Ларионова (1959), подземные воды палеозойских известняков и кварцитов содержат 7,3 *г/л* солей, верхнемеловых песчаников и песков —31,7 *г/л*, палеоценовых песков —27 *г/л*.

Устойчивость аридных и краткость гумидных периодов. Климат второй половины пермского периода был сухим и жарким. К этому времени, по предположению Т. А. Сикстель (1961), В. М. Синицына (1966) и В. А. Вахрамеева (1970), вымирает влаголюбивая флора карбона-нижней перми (древовидные ленидофиты, гигантские членостебельные и предки хвойных—кордоиты). На месте их широко распространяются хвойная, гинковая, птеридоспермовая и хвощевая флора.

В триасовом периоде на равнинах Средней Азии определяется экстрааридная (пустынная) природная зона (Синицын, 1966), с тропическим климатом и годовой суммой осадков (500—800 *мм*), не превышающей испарение. Аридная зона продолжала разви-

ваться в поздней юрской и раннемеловой эпохах приблизительно в тех же границах, что и в триасовом периоде. Однако условия развития ландшафтов становились более ксеротермическими. Со второй половины верхнеюрской эпохи в результате дифференциации климата тропическая лесная флора сменяется саваннами с редким растительным покровом (Синицын, 1962).

В нижнемеловое время устанавливается сухой и жаркий климат, о чем свидетельствует процесс каолинизации пород Приташкентских чулей, начавшийся, вероятно, с верхнеюрской эпохи (Беленький и Миркамалова, 1965). Сухой, во всяком случае не влажный, климат был характерен для Южного Казахстана, на что указывает засоление озер и накопление пролювиальных отложений у подножий гор (Кассин, 1947).

Широкое распространение в Кызылкумах и Голодной степи красноцветных и пестроцветных сильно карбонатных и гипсированных пород верхнемелового возраста указывает на усиление аридных условий и вероятное развитие в юго-восточной части Средней Азии в этот период ландшафтов сухой саванны (Бабаев, Акрамходжаев, 1969; Вахрамеев, 1957, 1970; Питинов, 1964; Антонова, 1965). Аридные климатические условия на равнинах Средней Азии устанавливают также А. Н. Криштофович (1954), В. М. Синицын (1962). Они считают, что непрерывное образование красноцветов свидетельствует о наличии здесь зональной литогенетической формации, региональное развитие которой возможно только в аридном климате. О высоком термическом режиме свидетельствует и растительность с теплолюбивыми цикадофитами, хвойными и папортниками, а также кораллы, населявшие моря аридной области.

Аридный климат в Голодной степи господствовал и в палеогеновом периоде, что подтверждается присутствием микрофауны теплых тропических вод в туркестанских слоях верхнего эоцена.

По данным Б. А. Беленького и С. Х. Миркамаловой (1965), Г. Д. Антоновой (1965), в течение палеогена в юго-восточной части Голодной степи существовала область размыва, в которой, вероятно, развивались ландшафты по типу редколесных травянистых саванн Южной Туркмении (Коровин, 1958; Корнилова, 1966).

Таким образом, аридные ландшафты были характерны для Голодной степи с конца верхнего палеозоя до среднего олигоцена. При этом климат становился все более засушливым. Но на общем фоне аридизации все же нередко проявлялись короткие периоды гумидных условий.

Первая гумидная фаза в юго-восточной части Средней Азии, в том числе Голодной степи, отмечается в позднем триасе и наибольшее развитие получает в ранней и среднеюрской эпохах. Климат был однородным тепло-влажным, годовая сумма осадков составляла 1200—1500 *мм*, средняя годовая температура +20, +24°. Это доказывается появлением в то время на широте Голод-

ной степи кораллов, брахиопод и строматопор, которые свидетельствуют о том, что температуры самого холодного месяца здесь не опускались ниже +20°. Пышно развивались смешанные леса с преобладанием цикадофитов, древовидных папоротников и различных видов хвойных.

Новые признаки увлажнения климата наметились во второй половине аптского и альбского времени. В это время количество атмосферных осадков увеличилось до 1000 *мм* в год и значительно расширилась лесная зона. Однако нижнемеловая гумидная фаза по сравнению с юрской была короче и суше. Начиная с нижнемеловой эпохи, на месте вымирающих голосеменных быстро распространялись покрытосеменные растения: магнолии, лавры, платаны и дубы. Эти важные изменения в составе растительного мира, по мнению В. М. Синицына (1966), были связаны, вероятно, с усилением континентальности климата.

Некоторые признаки увлажнения климата наблюдаются с начала верхнего мела до конца сенонского времени. Гумидные условия климата верхнемелового периода, по-видимому, связаны с трансгрессией моря на равнины Средней Азии. Единственным критерием для характеристики климатических особенностей этого периода является значительная марганцовистость сеноманских и туронских отложений рассматриваемой территории. Н. М. Страхов (1962), считает, что концентрации марганца в условиях гумидного климата могут быть обусловлены выносом из областей размыва как в растворе, так и в виде взвесей.

Таким образом, аридные и гумидные условия чередовались: пермь, ранний и средний триас — аридная фаза; поздний триас, ранняя и средняя юра — гумидная фаза; поздняя юра, неоком (нижний мел) — аридная фаза; апт — альб (нижний мел) — гумидная фаза; сеноман — аридная фаза; турон и сенон (верхний мел) — гумидная фаза; дат, палеоцен и эоцен — аридная фаза. Аридные фазы повторялись чаще и были продолжительней гумидных, в течение которых ландшафты сохраняли аридные черты. Устойчивое аридное развитие природных комплексов Голодной степи с конца верхнемеловой эпохи до периода раннеальпийских орогенических движений способствовало накоплению в ее пределах континентальных и терригенных засоленных отложений значительной мощности.

Унаследованность природных компонентов. Анализ развития природных условий территорий Голодной степи со времени образования ее палеозойского фундамента до среднего олигоцена свидетельствует о закономерных и последовательных чертах формирования некоторых компонентов.

Общая геологическая структура Голодной степи была окончательно сформирована в конце палеозоя (карбон) в результате герцинского орогенеза. В течение пермского, триасового, юрского и нижнемелового (неоком) периодов эта территория служила областью сноса. Значительное прогибание началось в верхнемеловую эпоху и продолжалось до среднего олигоцена включительно.

Рельеф Голодной степи до начала прогибания палеозойского фундамента представлял, по-видимому, пенепленизированную равнину, осложненную глубокими котловинами. В условиях жаркого и сухого климата здесь интенсивно развивались процессы гипергенеза. При этом из-за отсутствия значительного стока рыхлые породы оставались на месте или скапливались в понижениях, выравнивая поверхность. В период прогибания и аккумуляции терригенных отложений рельеф северной части Голодной степи представлял собой низменную равнину, осложненную бессточными котловинами, а рельеф южной части — возвышенность, с которой сносился рыхлый материал (Мехнаткашско—Писталитауская антиклинальная зона).

Климат Голодной степи с конца пермского периода до среднего олигоцена развивался по аридному типу, с преобладанием испарения над атмосферным увлажнением. Общая циркуляция воздушных масс над Азией, по данным В. М. Синицына (1962), существовавшая в меловом периоде, была уже близка к современной, т. е. преобладающая часть влаги, как и ныне поступала со стороны Атлантического океана. Возникали сезонные колебания температуры.

Унаследованность аридного климата с древнейших времен сказалась и на других природных компонентах, например, на образовании и переотложении красно- и пестроцветных пород, гипсов, доломитов, а также на ксерофитизации флоры. Растительность последовательно менялась от гигрофитной лесной (карбон-пермь) — мезофитной лесной (пермь—верхняя юра) до саванны (верхняя юра — средний олигоцен).

ГЛАВНЫЕ ФАКТОРЫ И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В КАЙНОЗОЕ

К концу палеогена территория Голодной степи представляла сушу, эпейрогенически поднятую в связи с раннеальпийским орогенезом. Это была плоская аридная равнина, осложненная озерными котловинами. В ее южной части были широко развиты ландшафты саванны, в северной — ландшафты солончаковой пустыни.

Кайнозойский этап эволюции природной среды Голодной степи, в отличие от предыдущего, характеризуется и установлением основных черт современных природных и мелиоративных условий территории.

Дальнейшее прогибание впадины и накопление континентальных обломочно-глинистых отложений. Средний и верхний олигоцен знаменуется на территории горной Средней Азии началом альпийских складчатых движений. В результате поднятия Западного Тянь-Шаня в неоген-четвертичный период опускались огромные площади, охватывающие Приташкентские чули и Голодную степь (Ташкентско-Голодностепская олигоцен-антропогеновая впадина). Опускание сопровождалось накоплением у подножий гор молассовой толщи. По данным

М. В. Гзовского и др. (1960), в пределах северной и центральной частей Голодной степи с конца олигоцена по настоящее время суша опустилась, а предгорья поднялись на 1000 *м*. В западной части Чирчикско-Голодностепского прогиба палеозойские породы, по данным И. М. Мелькановицкого (1962), лежат на глубине 2500—3000 *м* (на 500—1000 *м* в районе пос. Сырдарьинский и на 2500 *м* в районе между г. Гулистаном и пос. Хавастом). В сторону Туркестано-Нуратинских гор мощность мезо-кайнозойских отложений постепенно уменьшается.

Поднятия Чаткало-Кураминского и Туркестано-Нуратинского хребтов и прогибание Ташкентско-Голодностепской впадины в неогене и в антропогене обусловили сильную денудацию горных склонов. Об интенсивности эрозии на склонах можно судить по мощности неоген-антропогеновых грубообломочных и глинисто-суглинистых отложений, накопленных в Чирчикско-Голодностепском прогибе. По данным О. А. Рыжкова и др. (1962), мощность их в центральной части превышает 1200 *м*, ближе к предгорьям снижается до 1000—1200 *м*, а на западе до 800 *м*.

Неогеновые отложения Голодной степи представлены преимущественно плотными глинами и алевролитами с подчиненными прослоями пролювиально-аллювиальных песков и песчаников. Глины и глинистые алевролиты буровато-коричневатые, палевые, желтовато-розовые, слоистые с включением зерен гипса, гидроокислов железа, марганца. К началу неогена поверхность Голодной степи представляла, по-видимому, низкую равнину с рядом замкнутых котловин. При этом общая, наиболее глубокая часть прогиба, соответствует современному Джетысайско-Сардобинскому понижению (Ходжибаев, Анорбаев, 1964).

Для транспортировки обломочных и суглинисто-глинистых пород со склонов Туркестанского, Нуратинского, Чаткало-Кураминского хребтов большое значение имели реки Чирчик, Ангрен, Келес, Раватсай, Пшагарсай, Хавастсай, Зааминсай и др. По данным А. С. Хасанова (1965, 1968), конусы выносов этих рек и саев развивались навстречу друг другу и, соединившись, частично перегораживали Голодностепский прогиб, образовав две озеровидные впадины. Меньшая из них с отметкой дна 40 *м* ниже уровня моря располагалась южнее г. Гулистана, что примерно соответствует современным контурам Джетысайско-Сардобинского понижения. Другая, большего размера, охватывала западную часть Голодной степи. Днище этой впадины с отметкой 60—75 *м* ниже уровня моря находилось на месте современного оз. Тузкане. Джетысайско-Сардобинская впадина в зависимости от интенсивности сноса материала мигрировала в неогене и плейстоцене то на юго-запад, то на северо-восток и восток. При этом она постепенно заполнялась, и в конце верхнечетвертичного времени приобрела современный облик. Так, на месте впадины образовались современные руслообразные бессточные Джетысайское, Сардобинское и Кара-Каройское понижения.

В верхнем неогене несколько замедленное общее поднятие района на фоне общего роста Туркестанского и Кураминского хребтов привело к слиянию Ломакинского прогиба с Чирчикско-Голодностепской депрессией, в связи с чем на протяжении четвертичного периода здесь сформировалась мощная толща терригенных отложений.

Отложения неогенового возраста слабо водоносны, за исключением отдельных линз песков. На участках близкого залегания к области питания «языки» песков неогена имеют небольшую минерализацию — до 2—3 *г/л*. Водоносные горизонты неогена разгружаются непосредственно в четвертичных породах и насыщают их минерализованными водами.

Развитие процессов покровной аккумуляции и миграция р. Сырдарьи. Развитие природных комплексов Голодной степи в четвертичном периоде тесно связано с миграцией Сырдарьи и процессами покровной аккумуляции. Время выхода Сырдарьи из Ферганской котловины до сих пор не установлено. Согласно И. П. Герасимову (1937) и Г. Ф. Тетюхину (1966), Сырдарья впервые вышла за пределы Ферганской котловины в раннечетвертичной эпохи; по данным Б. А. Федоровича (1952, 1954) и М. А. Панкова (1962) — на границе плиоцена и антропогена, а по мнению М. Н. Грамма (1963, 1964) — в среднем плиоцене. Доказывая миграцию реки в юго-восточных Кызылкумах в среднем и позднем плиоцене по возрасту яксартской свиты, М. Н. Грамм не исключает возможности существования Сырдарьи и в несколько более раннюю эпоху, т. е. в течение всего плиоцена.

В начале нижнего плейстоцена, по данным А. А. Юрьева (1960), на территории Голодной степи существовала обширная равнина с озерно-континентальными ландшафтами. Выходя из Ферганской котловины мощным потоком, Сырдарья блуждала по Голодностепской равнине, направляясь к Тузканинской депрессии. Отсюда река текла в сторону Каракатинской впадины, где сохранились следы потока в виде соленых озер (Федорович, 1952). Следы Прасырдарьи в нижнем плейстоцене в Каракатинской впадине подтверждаются и материалами И. В. Рубанова (1963).

Нижнечетвертичные пролювиально-аллювиальные отложения рек Сырдарьи, Чирчика, Ангрена представлены суглинками, супесями, серыми песками, конгломератами и галечниками мощностью до 150 *м* (сохский комплекс). В это время со стороны Туркестанского и Нуратинского хребтов существовал мощный снос обломочных и суглинисто-глинистых пород, которые аккумулировались в виде пролювиальных отложений.

В среднем плейстоцене интенсивность неотектонического движения значительно усилилась, что привело к общему поднятию Туркестанского хребта и Чаткало-Кураминских гор, особенно оживилась деятельность водотоков, а вместе с тем и эрозионная деятельность. На юге транспортировка терригенных осадков значительно продвинулась к северу, поэтому многие водотоки доноси-

ли песчано-гравийный материал севернее ЮГК. Продолжалась аккумуляция аллювиальных отложений в древней долине Сырдарьи. В результате вся территория оказалась покрытой мощным сплошным покровом супесчано-гравийно-галечниковых отложений с лессовым плащом. Мощность этих отложений, называемых ташкентским комплексом, колеблется от 100 до 200—220 *м*.

В начале среднего плейстоцена древний Санзар, захватив своим верховьем один из рукавов Зеравшанского бассейна, начинает стекать в направлении южной части Голодной степи. Это произошло благодаря тектоническим движениям и возникшей гипсометрической разности уровней рек Сырдарьи и Зеравшана, осуществился перехват р. Санзара и вывод ее в Голодную степь (Юрьев, 1962).

В верхнем плейстоцене мигрирующая Прасырдарья прорвалась около сел. Чардара на север и потекла от г. Кзыл-Орда на юго-запад по современному руслу Жанадарьи к Аральскому морю. Верхнюю часть разреза четвертичных отложений Голодной степи слагают осадки голодностепского комплекса (Скворцов, 1949, 1963). В пределах собственно Голодной степи эти отложения образуют III террасу р. Сырдарьи. С поверхности терраса сложена лессовидными суглинками и супесями мощностью 14—40 *м*, под которыми лежат пролювиально-аллювиальные отложения древней Сырдарьи. Последние вскрываются скважинами на глубинах до 87 *м* (Скворцов, 1949). Голодностепский комплекс осадков формирует также конусы выноса Санзара, Хавастсая, Зааминсая и других рек, стекающих со склонов Туркестанского хребта.

Граница между пролювиально-аллювиальными отложениями Сырдарьи и пролювиальными комплексами саев Туркестанского хребта нечеткая. По данным Н. А. Кенесарина (1959), и А. А. Юрьева (1960), она прослеживается буровыми скважинами по южному краю Джетысайского понижения до оз. Тузкане. В. Г. Гафуров (1968) считает, что левый берег Сырдарьи был значительно южнее современного южного борта Джетысайского понижения.

Однако границы распространения отложений Сырдарьи и пролювиальных шлейфов в какой-то мере можно различать по литологическому и петрографическому составу пород. Специальные исследования А. А. Юрьева, показывают, что галечниковые отложения р. Сырдарьи на участке от Беговата до устья Геджигена характеризуются резким преобладанием галек из осадочных пород, количество которых превышает 90%. Остальная часть состоит из изверженных и прочих пород (кварц, роговик, жильные породы, молодые неметаморфизованные отложения и др.). Среди галек из изверженных пород преобладают граниты и гранит-порфиры, а среди галек эффузивных пород — кварцевые порфиры и порфириты. Они поступают в Сырдарью из Моголтау, тогда как другие типы магматических пород (диориты, плагиоклазы) связаны с выносом со стороны Туркестанского хребта.

В петрографическом составе обломков осадочных пород, скапливающихся у подножья Туркестанского хребта к западу от до-

лины Сырдарьи, наблюдается следующая особенность: в восточной части района (Уязсай Хаватаксай и др.) преобладают гальки — известняки и доломиты —40—65%, сланцы и филлиты —19—36%. К западу уменьшается количество галек из карбонатных пород. В выносе р. Санзара, например, их всего 5—15%. Здесь наоборот увеличивается количество галек из сланцев —50—55%.

По петрографическому составу галечниковые отложения Чирчика и Ангрена резко отличаются от галечниковых отложений Туркестанского хребта. В них преобладают гальки из эффузивных пород, особенно в долине Ангрена. Для отложений р. Чирчика характерно повышенное содержание галек из желтовато-серых кварцитов, а среди известняков встречается большое количество окварцованных пород (Юрьев, 1960). Эти сведения А. А. Юрьева, позволяют на основании данных буровых скважин установить пути переноса обломочного материала и выявить их изменение как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Все это свидетельствует о том, что граница между пролювиальными комплексами саев Туркестанского хребта и аллювиальными отложениями Сырдарьи, которая прослеживается по южному краю Джетысайского понижения в направлении оз. Тузкане, вполне обоснована. В то же время на площади аллювия Сырдарьи к югу от Джетысайского понижения сказалось влияние пролювиальных отложений саев Туркестанского и Нуратинского хребтов и интенсивного поднятия их предгорий с одновременным опусканием северо-восточной части Голодной степи, прилегающей к Чаткальскому и Кураминскому хребтам (Крылов, 1941).

В голоцене в связи с врезом в голодностепскую равнину долины р. Сырдарьи в результате новейших тектонических движений, возникли две надпойменные террасы и пойма. Молодые террасы Сырдарьи сложены лессовидными суглинками, супесями, серыми песками и галечниками (сырдарьинский комплекс).

Таким образом, в течение нижнего и среднего плейстоцена Сырдарья блуждала по территории Голодной степи, смещаясь с юго-запада на северо-восток к предгорьям Чаткальского и Кураминского хребтов. Следами миграции являются многочисленные озера-старицы на поверхности левобережной I и II надпойменных террас. В настоящее время река эродирует правый борт долины — конусы выноса р. Ангрена, Чирчика и Келеса, оставляя на левобережье подковообразные старицы.

Суммируя изложенное выше, отметим, что в четвертичный период, как и прежде, на территорию Голодной степи сносились и аккумулировались осадки с юга, юго-востока, востока и северо-востока. При этом механический состав отложений закономерно изменялся от центра Голодной степи к ее периферии, т. е. суглинки и глины накапливались в центральной части, а супеси, пески и галечники—преимущественно на периферии. Такое распределение четвертичных отложений отражается на динамике и гидрохимии подземных и грунтовых вод. При движении к внутренним районам

Голодной степи сток вод затрудняется, увеличивается минерализация, меняется ее тип. Так, в песчано-галечниковых породах сохского, ташкентского и голодностепского комплексов более пресные воды характерны для южной, восточной и северной частей территории. Здесь минерализация гидрокарбонатного типа колеблется от 0,2 до 2—3 *г/л*. К юго-западу минерализация сульфатных и хлоридных субнапорных вод резко повышается и в центральных частях Голодной степи достигает 25—30 *г/л*.

Подземные воды четвертичных наносов гидравлически связаны с грунтовыми водами и обогащают их солеными водами. Наибольшая разгрузка напорных вод в грунтовые потоки происходит в сазово-солончаковой зоне и руслообразных понижениях, а также вдоль русла р. Сырдарьи.

Становление современных черт рельефа, дифференциация осадкообразования и засоления почвогрунтов. Основные черты современного рельефа формировались, по-видимому, в течение неогена и четвертичного периода, когда прогибалась Голодностепская впадина и в ней скапливались мощные толщи обломочных и суглинисто-глинистых осадков. Одновременно с формированием рельефа шел процесс дифференциации осадкообразования и засоления почвогрунтов.

Общепринятого мнения о развитии рельефа Голодной степи в кайнозое нет. До сих пор не ясен генезис и время обособления руслообразных понижений Джетысай, Сардоба, Шурузяк, депрессий северной части степи, Баяутской возвышенной равнины и т. д.

В. А. Ковда (1948) и Н. А. Кенесарин (1959) считали, что руслообразные понижения — это древние русла верхнего плейстоцена, оставленные в период блуждания Сырдарьи на поверхности Голодностепской равнины. А. А. Юрьев (1960) доказывает, что понижения представляют собой реликты крупных озерных водоемов, возникших в боковых участках долины Сырдарьи, периодически затоплявшихся рекой и постепенно сокращавшихся в размерах за счет осаждения в них мелкоземистых отложений. По мнению П. М. Карпова (1964), Джетысайское и Шурузякское понижение образовались в среднем голоцене.

Согласно А. С. Хасанову (1968), в начале неогена стали формироваться Тузканинская депрессия и Сардоба-Джетысайская котловина, унаследованные от Голодностепской впадины. Окончательно эти понижения оформились после отложения голодностепского комплекса. Отсюда явствует, что они развивались как бессточные формы и все время служили местным базисом эрозии для окружающих территорий. Это способствовало засолению отложений значительной мощности.

В неогене и плейстоцене по периферии руслообразных понижений располагались хвостовые части древних конусов выноса Туркестанского и Чаткало-Кураминского хребтов, что обусловило аккумуляцию в пределах понижений преимущественно мелкоземистых значительно засоленных отложений. Однако накопленные

здесь соли в период миграции р. Сырдарьи в плейстоцене частично смывались, а почвогрунты рассолялись. Несмотря на это, в течение верхнего плейстоцена и в голоцене здесь продолжается интенсивное соленакопление. По данным М. А. Панкова (1969), мощность верхних соленосных отложений в Джетысайском понижении превышает 20 *м*.

Вся северная и восточная части Голодной степи генетически связаны с деятельностью рек Сырдарьи, Келеса, Чирчика, Ангрена и многочисленных горных саев. Аллювиальные отложения этих рек по сравнению с пролювиальными наносами юга менее засолены, так как они более промыты. В связи с этим в них преимущественно содержатся менее минерализованные воды.

Водораздельные гряды Каракыр, Мирзачуль и возвышенная равнина Баяут, сложенные преимущественно породами легкого механического состава голодностепского комплекса, отличаются меньшей засоленностью грунтов и глубоким залеганием грунтовых вод. Это местные области выноса осадков. Чередование водораздельных равнин (Мирзачульская, Каракыр и др.) с плоскими депрессиями (Пахта-Арал и др.) обусловило формирование местных, локальных областей соленакопления. По-видимому, такой рельеф в северо-восточной части Голодной степи существовал с начала голодностепского осадконакопления.

В верхнем плейстоцене и голоцене в центральной и восточной частях Голодной степи формировались озерные и пролювиально-аллювиальные отложения, сносимые с Туркестанского и Нуратинского хребтов, гор Мальгузар, Койташ и др. Эти осадки нередко сносились далеко на север, до руслообразных понижений, иногда и до Пахтааральской депрессии. При этом аллювиальные отложения Сырдарьи вторично размывались. В отрицательных формах рельефа преимущественно аккумулировались глины и тяжелые суглинки. Водораздельные гряды и холмы между бессточными котловинами и понижениями сохраняли прежний состав пород накопленных в период миграции Сырдарьи.

С геоморфогенезом территории тесно связан ход гидрогеологических процессов и соленакопления. Анализ солевых профилей позволяет восстановить этот процесс во времени и выделить несколько фаз соленакопления, синхронных с ходом формирования подгорных ступеней и речных террас в четвертичном периоде. М. А. Панков (1962) выделяет следующие фазы: 1) полусточного озерного бассейна со слабым соленакоплением, по типу современного соленакопления в пойме; 2) усыхания озерного бассейна с интенсивным соленакоплением. В этот период затухания тектонических движений и аккумуляции лессовых толщ процессы соленакопления усиливались, в период же энергичных эпейрогенических поднятий подгорной равнины они уменьшались; 3) формирования долины Сырдарьи, сопровождавшегося выносом солей в период понижения базисов эрозии и накоплением их в период аккумуляции осадков.

Особенно значительной была фаза соленакопления, связанная с временем формирования III террасы. Следы этой фазы сохранились здесь в виде солевых горизонтов. Падение базиса эрозии после оформления III террасы вызвало понижение грунтовых вод (ГВ) и соленакопление на голодностепской равнине.

В последнее время в результате детального исследования генезиса и условий формирования засоления почвогрунтов Голодной степи получены новые данные, которые помогают раскрытию механизма процесса естественного засоления субстрата этой обширной межгорной котловины в прошлом. З. П. Пушкаревой (1969), доказано, что до последних поднятий, предгорий и молодого вреза р. Сырдарьи центральная часть Голодной степи была, видимо, органически связана с аллювиальным бассейном и имела хорошо выраженный сток подземных вод, направленный к Арнасаю и в Кызылкумы. При этом ГВ получали питание из вышерасположенных восточных частей аллювиального бассейна, а уровень их был настолько близок к поверхности, что, расходуясь на испарение, они накопили солевые горизонты в верхних слоях почвогрунтов.

Новые поднятия предгорий и соответствующий им врез долины р. Сырдарьи вызвал изменение базиса эрозии и стока подземных вод. В связи с этим центральная часть Голодной степи перестала, видимо, получать достаточнсе питание из ГВ. Подземный сток бассейна перераспределился, и реликтовые ГВ постепенно опустились к новому уровню базиса стока. Так как в течение длительного периода центральная часть степи существовала как краевая часть аллювиального бассейна, была очень слабо дренирована и расходование подземных вод осуществлялось главным образом на испарение, на всем протяжении четвертичного периода в этой части бассейна шло накопление солевых запасов в грунтах и ГВ.

Охарактеризованная выше палеогидрогеологическая обстановка дает общую картину процесса соленакопления в Голодной степи. Однако этот процесс по всей территории шел дифференцированно: в одних районах почвогрунты засолялись с поверхности субстрата до больших глубин, в других соли накопились преимущественно на поверхности почв, а на отдельных участках наблюдалась аккумуляция солей на глубине 2—3 *м* и т. д. Все это связано с местными литолого-геоморфологическими, гидрогеологическими условиями региона, особенно режимом ГВ и естественной дренированностью грунтов.

В периферийной части конусов выноса юга Голодной степи, где в течение всего плейстоцена происходило накопление суглинисто-глинистых отложений с плохими фильтрационными свойствами на фоне интенсивного испарения с поверхности близко залегающих сильноминерализованных ГВ наблюдались прогрессивное соленакопление по всему профилю почвогрунтов. ГВ, поступающие со стороны Туркестанского хребта, в этой части конусов выноса до 97% расходуются на испарение и имеют напорный ха-

рактер. Причем они уже в средней части пролювиальных равнин приобретали слабую минерализацию сульфатного типа и при испарении соли откладывались в горизонтах почв. Так засолялась огромная толща почвогрунтов и ГВ периферии конусов выноса.

В центральной части Голодной степи, где с начала прогибания впадины наблюдалась аккумуляция преимущественно мелкоземистых отложений, также шел процесс прогрессивного засоления грунтов в связи с практически бессточностью территории. Об этом свидетельствует наличие солевых горизонтов в толщах суглинисто-супесчаных и глинистых отложений. Однако в связи с развитием зоны аэрации почв с начала голоцена в автоморфных условиях под влиянием атмосферных осадков происходило постепенное выщелачивание солей из верхних горизонтов почвогрунтов в глубокие слои. Поэтому почвы центральной части степи до глубины 2 *м* глубоко солончаковатые.

Таким образом, современные черты рельефа Голодной степи были заложены в основном уже в период прогибания впадины и заполнения ее рыхлыми отложениями неоген-четвертичного периода. Этот процесс сопровождался дифференциацией осадков, в понижениях и низменных бессточных территориях аккумулировались преимущественно мелкоземистые отложения, в них шел процесс выклинивания минерализованных ГВ и прогрессивное соленакопление. На достаточно дренированных покатых континентальных равнинах происходило устойчивое выщелачивание солей.

Устойчивое развитие аридного климата и формирование пустынных природных комплексов. Альпийский тектогенез резко изменил климатический режим равнин Средней Азии. Общее похолодание климата началось с нижнего олигоцена (Наливкин, 1928; Коровин, 1958; Синицын, 1962, 1965; Вахрамеев, 1970). Во второй половине миоцена ландшафты саванн сменяются их бореальными аналогами — степями и полупустынями. По данным Т. А. Сикстель и Р. Худайбердыева (1968), ксерофитизация растительности, по-видимому началась еще раньше, так как полынь и эфедра появились в эоцене. В течение неогена этот процесс активизировался, и в конце плиоцена растительный покров в основном был ксерофитным. Анализируя мнения многих исследователей, изучавших палеоландшафты плиоцена, А. И. Перельман (1959) также пришел к выводу, что климат этого времени был засушливым, но, вероятно, несколько более влажным и жарким, чем современный. По данным В. М. Синицына (1965), средняя температура воздуха самого холодного месяца для равнин Средней Азии была равна +3, +4°, самого жаркого — +20, +25°, а годовая сумма осадков —200—300*мм*, что приближается к современным климатическим условиям пустынь Туранской низменности. На аридность климата равнин Средней Азии в плиоцене указывают также Д. В. Наливкин (1928), Ю. А. Скворцов (1933), И. П. Герасимов (1937), М. В. Культиасов (1946), Б. А. Федорович (1946), Е. П. Коровин (1958), В. Н. Николаев (1965), А. А. Ку-

рков (1967, 1968) и др. Это доказывается наличием пыльцы саксаула, эфедры, поташника и других растений пустынной ассоциации в отложениях плиоцена (Герасимов, 1937; Коровин, 1935; Федорович, 1946; Синицын, 1962).

Несмотря на периодическое увлажнение равнин Средней Азии, в том числе Голодной степи, в четвертичном периоде здесь сохранялись в основном аридные ландшафты. По мнению И. П. Герасимова (1937), плювиальные эпохи, синхронные с фазами таяния ледников в горах Средней Азии, не следует рассматривать как времена повышенной дождливости. В этот период лишь частично усиливалась обводненность равнин за счет увеличения густоты и водности рек и озер. А. В. Виноградов, Э. Д. Мамедов, И. Н. Степанов (1969) считают, что в антропогене было несколько плювиальных эпох (увеличение дождливости), о чем свидетельствуют мощные погребенные почвы в Центральных Кызылкумах. Многие исследователи, по-видимому, переоценивают размеры горного оледенения Средней Азии и его климатическое влияние на обводненность предгорных равнин. Г. Ф. Тетюхин (1966) считает, что вообще нет оснований для выделения отдельных плювиальных эпох.

Влияние горного оледенения Тянь-Шаня на развитие ландшафтов предгорных равнин, в частности Голодной степи, вероятно, осуществлялось при усилении континентальности климата. Оно было кратковременным и существенно не отразилось на природных комплексах. Об аридности климата нижнего плейстоцена А. А. Юрьев (1960) пишет: «...в пласте ископаемого лесса древнечетвертичного возраста на правом берегу р. Аксагаты (левый приток р. Чирчика) ниже Бельдарсая обнаружены в 1953 г. несколько обломков костей носорога и большое число обломков костей мелких животных».

Обитание в этой полосе носорогов и произрастание финиковых деревьев в древности было отмечено М. Е. Массоном. Наличие остатков теплолюбивых животных и растений говорит о жарком климате сохского и частично ташкентского времени осадконакопления. Здесь по-видимому, происходило интенсивное испарение поверхностных и подземных вод, на что указывают сильная засоленность пород с обильными кристаллами гипса и высокая минерализация подземных вод на участке древнего озера Тузкане (Хасанов, 1968).

Формирование ландшафтов солончаковых и лессовых пустынь. По мере регрессии палеогенового моря и появления суши на равнинах Голодной степи возникали совершенно новые условия для развития растительного покрова. В условиях аридного климата и отступающего мелкого моря на обнажающейся суше накапливались соли. ГВ сублиторалей были сильно минерализованы. Молодая поверхность суши представляла собой типичную солончаковую пустыню, похожую на современные прибрежные районы Каспийского моря (соры Кайдак, Мертвый

Култук и др.). Новые экологические условия субстрата привели к вегетации только солевыносливых растений, например, из семейства маревых, сохранившихся до настоящего времени: ежовик, саксаульчики, нанофитон, солянки и др. Появление их в литоральных условиях восходит, очевидно, к первой половине неогена или к палеогену (Ильин, 1946).

Природные комплексы солончаковой пустыни особенно активно формировались в неогене и в четвертичном периоде при дальнейшей аридизации климата, способствовавшей широкому распространению галофитов. Этому же благоприятствовала аккумуляция солевых масс речными потоками, стекавшими со склонов гор. По-видимому, такие ландшафты были характерны для современных Тузканинской, Джетысайской, Сардобинской депрессий и периферийных частей конусов выноса, где выклиниваются минерализованные ГВ. Для территории Голодной степи в условиях аридного климата при неглубоком залегании ГВ характерно развитие процессов континентального засоления и формирования соленых вод и рассолов: соленые воды, как и в настоящее время, формировались на периферии конусов выноса предгорий Туркестанского хребта, рассолы формировались, вероятно, в замкнутых лагунах (типа современных соров), которые являлись дренами водоносных горизонтов и периодически заливались поверхностными водами—озеро Тузкане (Адылов, Богданов, и др., 1971).

В течение плейстоцена аридные ландшафты Голодной степи в связи с аккумуляцией лессов и лессовидных пород, продолжающейся до настоящих дней, развивались в совершенно новых условиях. Большая влагоемкость лессов и быстрая отдача влаги путем испарения в сочетании с засушливым климатом ограничивали формообразование и отбор одним основным жизненным направлением — выработкой скороспелости, или эфемерности. На мощной толще лессов и лессовидно-глинистых отложений начали развиваться ксерофитные фитоценозы с эфемерами и эфемероидами. Впоследствии здесь сформировался ландшафт лессовых пустынь с эфемеровыми сообществами на сероземных почвах.

Начало эфемеризации флоры равнин Средней Азии Е. П. Коровин (1958, 1961) относит к плиоцену, однако черты этого процесса улавливаются в бореальный век. Молодость растительного покрова лессовых пустынь и самого ландшафта отмечается М. В. Культиасовым (1946) и М. М. Ильиным (1946). Современный ландшафт лессово-эфемеровой пустыни Голодной степи начал формироваться после аккумуляции отложений голодностепского комплекса, так как в верхнем плейстоцене большая часть исследованного района была уже покрыта флювиальными наносами.

Основные этапы развития природных комплексов в кайнозое. Анализ развития природных комплексов Голодной степи с конца олигоцена и до настоящего времени позволил нам выделить шесть основных этапов.

1. Олигоцен-миоценовый — континентальный аридный клима-

тический режим, способствовавший замещению ландшафтов саванн бореальными аналогами — степями и полупустынями. Природные комплексы развиваются на карбонатно-гипсоносно-пестроцветных отложениях с близким залеганием минерализованных сульфатно-хлоридных ГВ. На месте палеогенового моря формируются солончаковые природно-мелиоративные комплексы с галофитными группировками, а по берегам рек и озер — тугайные ландшафты с аллювиально-луговыми почвами.

2. Плиоценовый этап — максимальное поднятие гор, окружающих Голодностепскую впадину. Интенсивная аккумуляция континентальных карбонатно-гипсово-красноцветных толщ и моласс. Плиоценовая поверхность представляла низменную равнину с общим уклоном к центру впадины. Господствовал континентальный внетропический пустынный природный комплекс, почти не отличающийся от современных аридных районов Туранской низменности. В бессточных понижениях преобладали солончаковые сообщества. С конца плиоцена начинается миграция р. Сырдарьи.

3. Нижнечетвертичный этап характеризуется дальнейшим прогибанием Голодностепской впадины и накоплением мощной толщи континентальных карбонатно-гипсово-засоленных, преимущественно суглинистых и глинистых отложений. Впадина начала заполняться аллювиальными и пролювиальными наносами, однако в центре ее остаются неглубокие бессточные понижения, примерно соответствующие Тузканинской депрессии и Джетысайско-Сардобинской котловине. На лессах и лессовидных породах формируется ландшафт лессово-эфемеровой пустыни.

4. Среднечетвертичный этап — аккумуляция отложений ташкентского комплекса и формирование равнинного рельефа, близкого к современному. В понижениях рельефа развиваются солончаковые ландшафты, в долинах рек — тугайные, по понижениям, на молодых толщах лессовых пород — лессово-эфемеровые.

5. Верхнечетвертичный этап—накопление континентальных карбонатно-гипсово-засоленных суглинисто-глинистых и мелкообломочных отложений голодностепского комплекса. В этот период продолжает формироваться современный равнинный рельеф, а к концу его Голодностепская равнина заполняется континентальными осадками. В начале верхнечетвертичного этапа р. Сырдарья прорывается около сел. Чардара на север к Аральскому морю и по отношению к Голодной степи становится транзитной рекой. Формируются современные солончаковые ландшафты Тузканинского, Джетысайского, Сардобинского понижений и типичные лессово-эфемеровые ландшафты Голодностепской равнины.

6. Современный (голоценовый) этап — эрозионные врезы р. Сырдарьи в поверхность Голодностепской равнины, образование поймы и двух надпойменных галечниково-песчано-суглинистых террас сырдарьинского комплекса. На аллювиально-луговых и болотных почвах низких террас формируются современные тугайные природные комплексы.

Глава II. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ И ПРОЦЕССЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Мелиоративное состояние земель Голодной степи предопределяется как палеогеографическими особенностями, так и современными природными условиями. Ведущие современные факторы засоления почв—рельеф, состав почвогрунтов и климат — оказывают прямое влияние на глубину и степень минерализации ГВ, а через них на водно-солевой режим почв.

РЕЛЬЕФ И ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОТЛОЖЕНИЙ

Голодная степь обычно делится на две части: древнюю долину р. Сырдарьи (по Решеткиной, собственно Голодная степь) — на севере и северо-востоке и подгорную покатую равнину — на юге. Некоторые исследователи (Кенесарин, 1959; и др.) выделяют центральную часть Голодной степи в самостоятельный район — Голодностепское плато, или собственно Голодностепская равнина (Ковда, 1948).

Подгорная наклонная равнина на юге окаймляется Туркестанским и Нуратинским хребтами, состоит в основном из делювиально-пролювиальных шлейфов и пролювиальных конусов выноса рек, равнинная часть представляет собой аккумулятивные террасы Сырдарьи. Анализ и картографирование рельефа Голодной степи в крупном масштабе показывают, что здесь по генетическим и гипсометрическим признакам выделяются следующие типы:

I. Структурно-эрозионный рельеф — низкие горы и останцовые возвышенности.

II. Скульптурно-эрозионный рельеф — скульптурные равнины (Кошкентская гряда).

III. Эрозионно-аккумулятивный рельеф:

1) предгорная покатая делювиально-пролювиальная равнина (предгорный шлейф),

2) предгорная слабопокатая пролювиальная равнина (конусы выноса рек и саев),

3) плоская межгорная делювиально-пролювиальная равнина,
4) покатая делювиально-пролювиальная равнина межконусных понижений,
5) возвышенная волнистая пролювиальная равнина — Ломакинское плато,
6) плоская низменная пролювиальная равнина периферийных частей слившихся конусов выноса,
7) плоская пролювиально-аллювиальная равнина центральной части,
8) пологие бессточные руслообразные понижения,
9) волнистая аллювиальная равнина северной и северо-восточной частей,
10) слабоволнистая террасированная равнина низких террас (долина р. Сырдарьи),
11) Баяутский эрозионный массив.
12) озерная равнина оз. Тузкане.

IV. Эолово-аккумулятивный рельеф — предкызылкумская песчано-волнистая равнина.

Структурно-эрозионный рельеф. Низкие горы—северные отроги Мальгузарских и Нуратинских гор, в частности Писталитау, Балыклытау, Джетымтау и Ханбандытау.

Горы Писталитау расположены в 15 *км* к северо-востоку от подножья Койташских гор и протягиваются в северо-западном направлении почти на 30 *км*; ширина 1,5—3 *км*, наибольшая высота 542 *м*. Сложены они метаморфизованными палеозойскими известняками, что обусловливает пикообразную форму вершин, и соединяются между собой узкими скалистыми гребнями. Склоны расчленены сухими долинами, однако они лишены делювиальных и пролювиальных отложений из-за незначительности атмосферных осадков, смывающих продукты выветривания.

Горы Балыклытау простираются юго-восточнее Писталитау на 17 *км*; ширина 0,5—1,0 *км*, максимальная высота 581 *м* (Байзагыр). Северо-восточные склоны, как и у гор Писталитау, более пологие и задернованные, юго-восточные — более крутые. Балыклытау также сложен сильно метаморфизованными нижнепалеозойскими серыми известняками. Склоны крутые и скалистые, вершины расчленены саями — сухими логами, на которых отсутствует делювиальный и пролювиальный плащ.

Горы Койташ занимают юго-восточную часть Северо-Нуратинского хребта, общая протяженность их превышает 70 *км*, средняя абсолютная отметка гребня немного выше 1260 *м*. Обращенный к Голодной степи северный склон гор значительно короче южного и отличается большой крутизной (18°), сравнительно сильной изрезанностью и обнаженностью. На этом склоне относительные высоты водоразделов над руслами саев колеблются от 150 до 400 *м*. Слагающие породы — метаморфизованные нижнепалеозойские известняки, в связи с чем водораздел представлен гребнями различной высоты и отдельными конусообразными вершинами.

Скульптурно-эрозионный рельеф. Кошкентская гряда представляет собой приподнятую поверхность с общим уклоном на северо-запад, расчлененную в меридиональном направлении многочисленными оврагами — саями, в частности Шорбулаксаем, Кошкентсаем, Каттасаем, Данасаем, Алтыкутансаем и др. Овраги с крутыми берегами, глубиной 10 *м*, иногда до 20, по дну их протекают небольшие ручейки. Гряда в основном состоит из отдельных изолированных бугров, таких как Дарбазакыр высотой 570 *м*, Чангаул (583 *м*), Хаватак (690 *м*), Бетта (683 *м*), Бускыр (667 *м*) и др. Относительное превышение этих холмов над равниной 40—70 *м*. В северном направлении гряда постепенно понижается и незаметно сливается с юго-восточной окраиной Голодной степи.

Кошкентская гряда покрыта суглинками и супесями или галечниками мощностью 0,5—45 *м*, ниже вскрываются буровато- и серовато-желтые глины и серые конгломераты. На отдельных участках конгломераты смыты, и на поверхности обнажаются более древние мергелистые породы (Гафуров, 1968).

Эрозионно-аккумулятивный рельеф. Предгорная покатая делювиально-пролювиальная равнина занимает шлейфы Туркестанского хребта, Койташскихх гор, Балыклытау, Писталитау и др. Поверхность шлейфов ровная, значительно наклонена к северу и слабо расчленена. Верхний слой составляют делювиально-пролювиальные хрящеватые лессовидные суглинки, подстилаемые гравийно-галечниковой толщей.

Предгорная слабопокатая пролювиальная равнина расположена у подножья северных склонов Туркестанского и Нуратинского хребтов.

Предгорные покатые равнины — это пролювиальные шлейфы отдельных субаэральных дельт (конусов выноса) рек Санзара, Заамингу, Равата и Пшагарсая, Хавастсая и др. Все конусы выноса наложены на первичные поверхности нижнечетвертичного и неогенового возрастов. Поверхность конусов в результате влияния денудационных агентов осложнена более молодыми формами: оврагами, суффозионными, карстовыми воронками, просадочными блюдцами. В вершинной части конусов выноса отложения более легкого механического состава: супеси, пески и галечники перекрываются на глубине 3—6 *м* суглинками; в направлении к краевой части веера они сменяются однообразными толщами суглинков, переслаивающихся глинами.

Плоская межгорная делювиально-пролювиальная равнина расположена между северными склонами Койташских гор и южным подножьем Писталитау, Балыклытау и Джетымтау. Абсолютные отметки ее в юго-восточной части — 400 *м*, в северной — 310 *м*. Наиболее пониженная часть находится ближе к останцовым горам. Горами Бозайгыр и Егорбелитаг она разделяется на две части и вытянута с северо-запада на юго-восток полосой шириной от 8 до 12 *км*. С поверхности равнина сложена небольшой мощности слоями лессовидных суглинков серо-

желтого цвета, подстилаемых разнозернистыми песками, галькой и галечником. Ближе к горам встречается и щебень разной крупности. С запада, юго-запада и северо-востока межгорная равнина окружена предгорным шлейфом, являясь, по существу, его периферийной частью. Переход от шлейфа к межгорной равнине в рельефе слабо выражен.

Покатая делювиально-пролювиальная равнина межконусных понижений занимает территорию между конусами выноса Зааминсу на западе, Ходжамушкентсаем и предгорным шлейфом Туркестанского хребта на востоке. С севера примыкает к равнине периферийных частей слившихся конусов выноса. Абсолютные отметки поверхности равнины изменяются от 480 *м* на юге до 350 *м* на севере. Ширина межконусного понижения в северной части около 10 *км*. В меридиональном направлении равнину пересекает ряд логов со сглаженными задернованными склонами. Поверхность равнины в отличие от предгорного шлейфа имеет меньшие уклоны и более плоская. Межконусное понижение сложено супесями мощностью от 25 до 45 *м*.

Возвышенная волнистая пролювиальная равнина — Ломакинское плато — заключена между Санзарским и Зааминским конусами выноса. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 400 *м* на юге до 330 *м* на севере, с запада на восток плато имеет протяженность около 30 *км*, с севера на юг — 15—20 *км*. Ломакинское плато выделяется среди окружающей местности некоторой приподнятостью и изрезанностью многочисленными глубокими (до 20 *м*) оврагами, ориентированными преимущественно меридионально, с шириной долин 1—2 *км*. Водораздельные участки между долинами имеют сглаженную поверхность с плоскими, а иногда выпуклыми вершинами. Плато с поверхности сложено супесями и суглинками мощностью до 15—20 *м*, подстилаемыми прослойками песка, суглинка и галечника. В западной части до глубины 10—26 *м* вскрываются светло-серые супеси, ниже залегают серые галечники.

Плоская низменная пролювиальная равнина периферийных частей слившихся конусов выноса занимает хвостовые части конуса Санзара, Раватсая, Пшагарсая, Зааминсу, Хавастсая и др. На западе границей равнины служит приозерная равнина оз. Тузкане, с севера — третья пролювиально-аллювиальная терраса Сырдарьи, а на востоке она проходит восточнее железной дороги между станциями Урсатьевская и Гулистан. Общая протяженность равнины с востока на запад около 140 *км* ширина 25—30 *км*. Уклон поверхности колеблется от 0,002 до 0,004. Абсолютные отметки поверхности равнины 340—310 *м*.

Плоская низменная равнина периферии конусов выноса местами осложнена отдельными буграми высотой от 5 до 6 *м*, которые сложены желтовато-серыми песками. Они имеют вытянутую в широтном направлении овальную форму с пологими склонами. На равнине сохранились следы крупных водных потоков в виде поло-

гих понижений. Очертания этих понижений расплывчаты и едва заметны. Бугры и пологовогнутые понижения образуют слабоволнистый рельеф.

В пределах равнины преобладают покровные отложения голодностепского комплекса мощностью до 35 *м* (Зааминский конус выноса). Верхняя часть разреза сложена светло-серыми супесями мощностью 12—15 *м,* снизу серый, мелко- и среднезернистый песок с редкими включениями зерен мелкого гравия и прослоями суглинка. В периферийной части конуса выноса Санзара мощность покровной суглинисто-супесчаной толщи, подстилаемой галечниками, составляет 30—40 *м.*

Плоская пролювиально-аллювиальная равнина центральной части расположена между периферийными частями конусов с юга и бессточными руслообразными понижениями на севере, на западе ограничена Предкызылкумской песчановолнистой равниной, а на востоке — современной долиной Сырдарьи, имеющей уклон (0,008—0,0007) на север; местами ровная поверхность нарушается слабозаметным всхолмлением, мелкими возвышениями и понижениями. В южной части равнины расчлененность рельефа довольно значительная и связана с наличием здесь отдельных супесчано-песчаных бугров и холмов высотой 2—3 *м* и мелких понижений глубиной 1—1,5 *м.* К северу расчлененность постепенно уменьшается. Только в районе руслообразных понижений появляются расчлененные участки, представленные повышениями и понижениями высотой и глубиной 1—3 *м.*

Восточная часть равнины имеет слабозаметный уклон в сторону Джетысай-Сардобинского понижения, а западная — в сторону Арнасайского понижения и оз. Тузкане. Границей между ними служит слабозаметный вал, проходящий приблизительно по меридиану Сардоба-Агачты. Он является как бы границей между пролювиальными отложениями рек Санзара и Зааминсу (Гафуров, 1968). Западная часть местами представлена песками мощностью до 2—3 *м,* ниже — супесями или суглинками мощностью 1—2 *м,* затем идут пески, далее, до глубины 20 *м,* супеси чередуются с суглинками, реже с глинами. Восточная половина равнины с поверхности сложена супесями мощностью 3—10 *м,* которые ниже, до глубины 25 *м,* содержат прослойки песка и суглинка (Гафуров, 1968).

Центральная часть Голодностепской равнины многими исследователями (Панков, 1957, 1962; Кенесарин, 1959; и др.) рассматривается как озерно-пролювиальная равнина Мурза-Рабат. Не отрицая озерно-пролювиального происхождения равнины, отметим, что, бесспорно, в ее формировании существенная роль принадлежит водным потокам Туркестанского хребта.

Пологие бессточные руслообразные понижения расположены в центральной части Голодной степи и вытянуты с юго-востока на северо-запад. Джетысайское понижение начинается в ур. Дарвазакум (примерно в 10—12 *км* к востоку от же-

лезнодорожной линии между станциями Гулистан и Урсатьевская). Между понижениями Джетысай и Сардоба имеется невысокий водораздел (Катта-Шуйбек), по которому проходит Центральный Голодностепский коллектор (ЦГК). В Джетысайском понижении выделяются днище и склоны (северный круче — 0,025, чем южный — 0,005), осложненные многочисленными холмами и грядами высотой 2—6 *м*, котловинами глубиной 1—5 *м*. Там, где мощность мелкоземистых отложений достигает и превышает 30 *м*, они подстилаются суглинками, супесями и гипсированными глинами. Наибольшая ширина понижения — 10—13 *км*, длина — 45 *км*.

Сардобинское понижение генетически является продолжением предыдущей депрессии и более понижено по сравнению с другими. Абсолютная отметка днища 261 *м*. Понижение имеет почти круглую форму, немного вытянутую в северо-западном направлении. Диаметр достигает 27 *км*, ширина 9—10 *км*. Северный борт более крутой (0,0017), чем южный (0,0007). Сардобинское понижение менее расчленено (0—3 *м*), чем Джетысайское (0—12 *м*). Склоны сложены супесями и суглинками мощностью 7—8 *м*, редко гнездами и прослоями тонкозернистых песков (днище заполнено гипсированными глинами и суглинками).

Кара-Каройское понижение является продолжением Джетысайского и Сардобинского. В западной части оно расширяется и, довольно быстро понижаясь, сливается с Предкызылкумской равниной. С поверхности оно сложено лессовидными супесями мощностью 10—15 *м*. Супеси содержат прослойки слабоуплотненного тонкозернистого песка, далее они чередуются с суглинками и песками.

Арнасайское понижение расположено в северо-западной и северной частях Голодностепской равнины, в пределах Предкызылкумской песчано-волнистой равнины. Рельеф плоский, усложненный песчаными и супесчаными повышениями и глинистыми понижениями. Ширина 10—12 *км*, южнее Чардаринского водохранилища — более 2—3 *км;* имеет ясно выраженные крутые склоны высотой на востоке до 18, на западе до 25 *м*. На юге понижение постепенно сливается с Тузканинской равниной и котловиной Айдар. Северо-восточная часть понижения с поверхности до глубины 5 *м* сложена суглинками и супесями, ниже они переслаиваются песками. В южной части до 25—35 *м* глубины оно сложено эоловыми песками, ниже пески переслаиваются суглинками и супесями.

Слабоволнистая пролювиально-аллювиальная равнина северной и северо-восточной частей Голодной степи является частью III террасы и в литолого-геоморфологическом отношении связана с деятельностью рек Сырдарьи, Ангрена, Чирчика и др. Абсолютные отметки местности на юге около 300 *м*, на севере — 260 *м*. Общий уклон к северо-западу — 0,008—0,0005. Поверхность равнинная, в южной части она осложнена холмами и грядами высотой 1—8 *м*, котловинами и понижениями глубиной 1—5 *м*.

В южной части равнина сложена суглинками и супесями, переслаивающимися мелкозернистыми песками и гипсированными гли-

нами с редкими включениями гравия. В толще суглинков встречаются также гнезда тонкозернистых песков. Общая мощность толщи превышает 20 *м*, ниже суглинисто-супесчаная толща с прослоями до глубины 60 *м* песка и глины, подстилаемыми глинами и суглинками. В районе совхоза «Пахта-Арал» мощность покровного суглинка сокращается до 10 *м*, далее идут пески с прослойками суглинков, глины и галечника.

Слабоволнистая террасированная равнина нижних террас занимает современную долину Сырдарьи. Долина состоит из поймы, I и II надпойменных террас. Пойма сложена песчано-суглинистыми наносами. Высота поймы над урезом реки составляет 0,5 *м*, ширина по левому берегу — 20—700 *м*. На пойме вдоль русла имеются прирусловые валы, часто разевваемые, с прикустовыми уплотненными буграми. Притеррасовая часть поймы занята болотами или старицами.

I надпойменная терраса приподнята над урезом реки на 2,5 *м*. Поверхность преимущественно волнистая, часто осложненная плосковершинными холмами и грядовыми повышениями, среди которых встречаются старичные озера и болота, вытянутые двумя полосами, что свидетельствует о двукратной миграции русла реки на уровне террасы. Эта терраса расчленена больше, чем II, особенно ее прирусловая часть, где несколько рядов узких (30—100 *м*), но длинных (900 *м*) гряд высотою от 1 до 5 *м* чередуются с замкнутыми понижениями. С поверхности терраса сложена супесчано-суглинистыми отложениями мощностью до 2—3 *м*; эти отложения содержат разнозернистые, чаще крупнозернистые пески, мелкий гравий, галечник, реже глины и подстилаются мелкообломочными осадками.

II надпойменная терраса поднимается над урезом реки на 2,5—5,0 *м* и на всем протяжении отграничена от I хорошо выраженным уступом. Ее западная часть занята руслообразным Шурузякским понижением, а восточная представляет собой приподнятую равнину. Равнинная часть прослеживается узкой полосой (5—10 *км*) вдоль I террасы. Общий равнинный характер ее рельефа (0,003—0,0005) нарушен широкими удлиненными бессточными котловинами (бывшее русло реки) и разделяющими их грядами и холмами. Местами котловины достигают глубины 3—5 *м*, заняты озерами или болотами. В настоящее время по днищам котловин проведены коллекторы, а озера зарастают и усыхают. Равнинная часть террасы с поверхности сложена супесчано-суглинистыми отложениями мощностью до 5 *м*. Среди них встречаются прослои разнозернистых песков и мелких галечников.

Руслообразное бессточное Шурузякское понижение занимает западную часть террасы. В отличие от других понижений Голодной степи здесь есть небольшой лог, по которому идут коллектор Койботкан и основная часть Шурузякского водосброса. В пределах Шурузяка преобладают низкие (0,5 *м*) гряды и неглубокие (до 0,5 *м*) понижения. Днище понижения расчленено сильнее, чем

склоны. Западный склон его сложен преимущественно суглинками, супесями и разнозернистыми песками голодностепского комплекса мощностью до 30 *м*, а восточный, кроме того,— глинами сырдарьинского комплекса.

Баяутский эрозионный массив простирается в юго-восточной части Голодностепской равнины, представляет собой несколько приподнятую возвышенную слабо покатую равнину с уклоном (0,001—0,009) на северо-запад и является частью III террасы Сырдарьи. Абсолютные отметки равнины на юге 303 *м*, на севере 270 *м*. Она ограничена с востока обрывом (перепад к долине Сырдарьи 16—20 *м*), с юго-запада — Джетысайскими и с севера — Шурузякским понижениями. Судя по гипсометрической карте, рельеф равнины носит характер веерообразной полого понижающейся равнины, нарушенной радиально расходящимися плоскими депрессиями, разделенными плоскими пологосклонными грядами. Эти депрессии образовались в результате вторичного размыва лессовой равнины (Панков, 1962). В настоящее время в результате орошения часто размывается почвенный покров равнины, а на землях, лежащих у обрывистого берега, образуются овраги.

Баяутский эрозионный массив до глубины 20—30 *м* сложен серыми плотными суглинками и супесями с прослойками песка. Ниже вскрываются галечники мощностью более 100 *м*.

Озерная равнина Тузкане расположена в юго-западной части Голодностепской равнины и представляет бессточное понижение блюдцеобразной формы, в центре которого находится современное оз. Тузкане. По данным Н. А. Кенесарина (1959), длина его достигает 30 *км*, ширина — 5 *км*, глубина в 1 *км*, от берега 1 *м*, в центральной части — 2 *м*, площадь до 150 $км^2$, объем — 2,25 $км^3$. Общие запасы солей, по подсчетам В. Г. Бондарчука, составляют 41,8 млн. *т*, это преимущественно хлоридные соли и гипсы. На озерной равнине имеется 3 террасы, синхронные трем террасам Сырдарьи.

С заполнением Арнасайского понижения частично водами Чардаринского водохранилища и дренажным стоком ЦГК в будущем эта равнина вновь покроется водой.

Эолово-аккумулятивный рельеф. Предкызылкумская песчано-волнистая равнина расположена в западной части Голодной степи, служит пограничной зоной между Кызылкумами и Голодностепской равниной. Рельеф расчлененный: чередование супесчано-песчаных гряд и бугров с бессточными глинисто-суглинистыми котловинами высотой и глубиной 2—5 *м* и более. Переход от Голодностепской равнины к Предкызылкумью постепенный — появляются редкие невысские песчаные холмы и неглубокие глинистые котловины, которые по мере приближения к Предкызылкумью становятся все выше. Южная часть равнины расчленена слабее северо-западной.

Предкызылкумская равнина в отличие от пролювиальной и аллювиальной сложена в основном серовато-желтыми песками и су-

песями, покрываемыми маломощными суглинками и супесями. В южной части равнины до глубины 3—5 *м* грунты представлены песками и супесями, далее супеси переслаиваются с песками и суглинками. Северная часть сложена супесями, местами эоловыми песками, мощностью до 20 *м* с прослойками песка, ниже вскрываются пески, переслаивающиеся супесями.

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ МЕЛИОРАТИВНОГО ЗНАЧЕНИЯ

При эксплуатации орошаемых земель и гидротехнических сооружений, освоении новых целинных массивов, рассолении засоленных почв и подаче поливных вод необходимо учесть значение всех природных процессов, которые наблюдаются и могут возникнуть в данном районе. От характера, динамичности и степени проявления этих процессов зависит коэффициент земельного использования (КЗИ), водных ресурсов, размещение и конструкция инженерных сооружений, объем и стоимость работ. Скорость формирующих природных процесов, например овраги, карстовые воронки, оползни, определяется комплексом факторов, среди которых наиболее существенны климатический режим, характер подстилающего рельефа и горных пород. Суммарный эффект влияния этих факторов на скорость физико-географических процессов выражает степень активности процесса. Основной показатель этой величины — количество вещества, принесенного или удаленного с единицы площади в течение определенного промежутка времени (Звонкова, 1970).

В пределах Голодной степи развиваются следующие природные процессы мелиоративного значения, связанные с деятельностью:

ветра — эоловые, испарения;

поверхностных вод—смыв и намыв почв, ирригационная и глубинная эрозия, оврагообразование, суффозия и карстообразование, размыв берегов, сели, заиление ирригационных сооружений, просадки, зарастание;

подземных вод — плывуны, интенсивное засоление, оплывание откосов ирригационных сооружений;

подземных и поверхностных вод — заболачивание, оползни, подъем уровня грунтовых вод (УГВ).

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

По классификации Б. П. Алисова (1952), Голодная степь относится к континентальному типу субтропического климата, для которого характерны довольно холодная зима и жаркое, сухое лето с преобладанием атмосферных осадков в зимне-весеннее время. Годовые величины суммарной радиации составляют здесь 150—155 *ккал/см*^{2}.

В оазисной и пустынной частях Голодной степи (Смирнова, 1953) летом на территориях с хорошо увлажненной почвой и густой растительностью (хлопчатник) величина радиационного баланса больше, чем на неорошаемых землях (табл. 1).

В вегетационный период затраты тепла на испарение в пустыне незначительны, и почти все радиационное тепло расходуется на непосредственное нагревание воздуха. В оазисах, где полив приводит к увеличению испарения, затраты тепла на нагревание воздуха незначительно меньше. Однако эти различия весной и осенью почти сглаживаются, так как орошаемые и целинные почвы получают одинаковое количество атмосферных осадков. Радиационный баланс зимнего времени близок к нулю.

Температура воздуха Голодной степи, несмотря на ее равнинность, довольно сложна. Это обусловлено открытостью территории к западу и северо-западу (т. е. в сторону движения холодных и влажных воздушных масс), защищенностью ее с юга и с востока горными хребтами, понижением равнин к северо-западу,

Таблица 1

Радиационный баланс вегетационного периода, *ккал/см²*

Станция	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Оазис (ст. Пахта-Арал)	5,3	8,3	9,6	10,8	9,0	5,5	2,0
Глинистая пустыня (ст. Чардара)	4,6	5,5	6,2	6,1	5,1	3,2	1,7

чередованием орошаемых и целинных массивов, наличием крупной водной артерии и ирригационно-мелиоративных систем. Среднегодовая температура на большей части территории Голодной степи составляет 12,5°, в районе станции Чиназ, Пахта-Арал, Сырдарья (северная часть района) — 12,4—12,6°. К югу от совхоза «Дружба» до предгорьев Туркестанского хребта (ст. Урсатьевская 15,1°) наблюдается резкий подъем среднегодовой температуры. Средняя температура июля, самого жаркого месяца, на севере территории достигает 26—27°, на юге — 30° (ст. Урсатьевская) и 28,5° (ст. Джизак).

Средние температуры самого холодного месяца января колеблются от —3, —4° на севере и северо-западе территории до —0,8 — в Урсатьевской, —1,1°в Джизаке. Низкие температуры зимой в северной части Голодной степи связаны, по-видимому, с общим понижением рельефа и близостью к холодным воздушным массам, идущим с севера и северо-востока. Понижение летних температур в северной половине обусловлено потерей тепла на испарение с орошаемых земель.

Для сельского хозяйства большое значение имеет характер распределения абсолютных минимумов и максимумов температур. Самые высокие температуры в Голодной степи наблюдаются в июне или июле — выше 44—46° на всей юго-западной территории, примыкающей к пустыне Кызылкумы. Район Урсатьевской отличается

наиболее высокими температурами — до 47°. К востоку и югу от этого района с подъемом к склонам Туркестанского хребта абсолютные максимумы понижаются. Самые низкие температуры в Голодной степи отмечаются на северо-западе в районе Чардары — до —37°. С продвижением к востоку и югу абсолютные минимумы повышаются. В районе Пахта-Арала абсолютный минимум достигает —35°, в Урсатьевской —29°.

Среднегодовая температура почвы в Голодной степи колеблется около 16°, что на 2—2,5° выше среднегодовой температуры воздуха (табл. 2). Летом в дневные часы она обычно повышается до 60—62°, значительно превышая температуру воздуха. Высокие температуры почвы сохраняются летом до глубины 20 *см* (ст. Сырдарья 30,2°, Мирзачуль 29,6°), это способствует интенсивному иссу-

Таблица 2

Температура поверхности почвы, °С

Станция	Месяц												В среднем за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Сырдарья	−1,2	0,6	7,6	17,4	26,4	31,4	34,9	31,1	22,9	12,8	3,2	1,6	15,7
Мирзачуль	−0,2	2,1	7,9	16,7	24,8	30,1	33,0	29,5	21,3	12,6	9,6	0,8	15,1
Дальверзин	0,0	2,7	8,3	18,0	26,4	32,1	34,6	31,0	23,0	13,5	4,6	0,0	16,2
Джизак	0,3	2,5	7,0	16,4	26,7	32,7	36,7	32,8	24,6	13,5	4,3	−0,4	16,4

шению верхних горизонтов, образованию здесь корки после полива и накоплению солей в зоне аэрации.

Орошаемая зона Голодной степи отличается от неорошаемой сравнительно низкой абсолютной (8,5 *мб* на ст. Сырдарья) и высокой относительной влажностью воздуха (68% на ст. Сырдарья). На неорошаемых землях относительная влажность низкая (51% на ст. Урсатьевская)

Сумма атмосферных осадков в Голодной степи типична для равнин Средней Азии — 252—366 *мм* в год. Общая увлажненность территории увеличивается к горам, т. е. с севера на юг (рис. 1). В самой крайней северо-западной части выпадает менее 200 *мм* за год. Центральная часть и долина Сырдарьи ограничены изогетами 200—300 *мм*, а южная — предгорная — получает более 300 *мм* за год.

В годовом ходе максимум осадков приходится на март, что связано с развитием в это время над равнинной частью Средней Азии циклонической деятельности. Весной выпадает более 40%, летом — около 5—10%, зимой — 5—35% годовой суммы осадков.

Снежный покров крайне неустойчив, в течение зимы неоднократно образуется и исчезает. В среднем снег появляется в конце ноября и сходит в первой половине марта. Высота снежного

покрова незначительна. Например, на ст. Урсатьевская — в среднем 6—7 *см* и лишь в отдельные холодные зимы достигает 16 *см*, а на ст. Сырдарья соответственно 10 и 38 *см*.

Атмосферные осадки в той или иной степени минерализованы (0,4—1,3 *г/л*, по Хасанову, 1968). При фильтрации в почвогрунты они увеличивают соленость ГВ и обогащают зону аэрации солями. На территорию Голодной степи за год вместе с осадками выпадает 223 тыс. *т* солей.

Ветровой режим Голодной степи весьма своеобразен. В северо-западной части преобладают ветры северного направления. В Чардаре северные ветры составляют 43% от годовой повторяемости направления ветров. Для юго-восточной части характерны

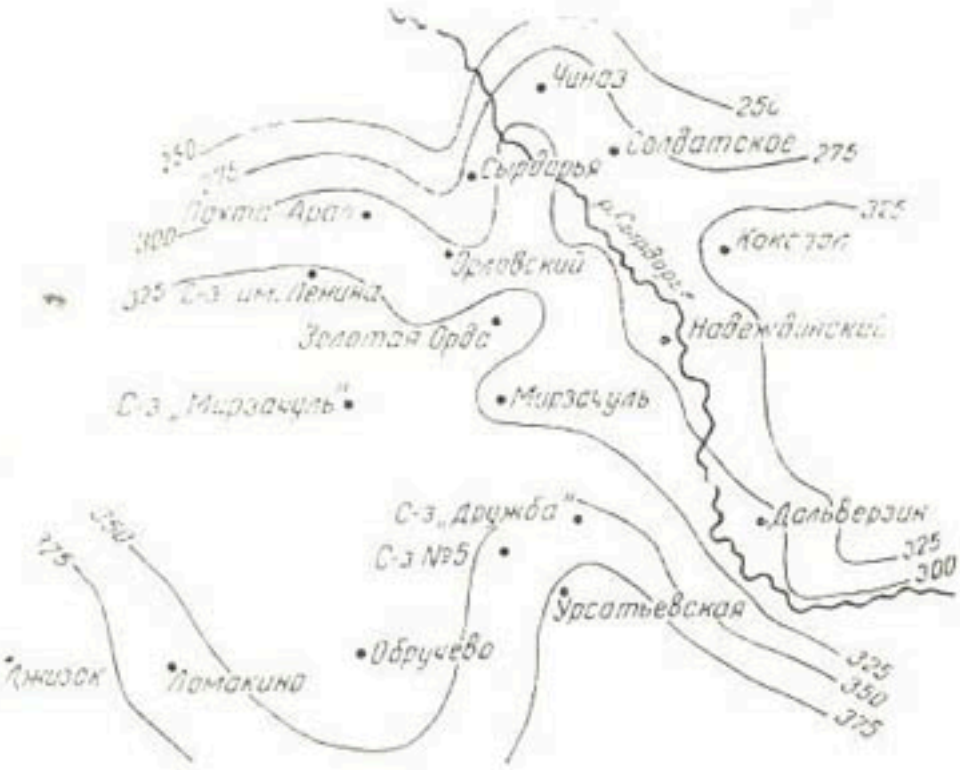


Рис. 1. Годовая сумма осадков, *мм* (составил А. Рафиков).

зимние юго-восточные ветры большой скорости. По наблюдениям на ст. Запорожская и Урсатьевская, в январе вероятность юго-восточных ветров около 75% при среднемесячной скорости 10—10,5 *м/сек*. Вероятность ветров других направлений в это время года колеблется от 1 до 10%, среднемесячная скорость — 3—4 *м/сек*. В северо-восточной части (ст. Мирзачуль, Сырдарья, Пахта-Арал) зимой преобладают юго-восточные и южные ветры 1,8—2,9 *м/сек*. Летом в основном дуют северные и северо-западные ветры значительно более слабые, чем зимой и весной (повторяемость в районе ст. Мирзачуль 57%).

Особенностью Голодной степи является то, что днем скорость ветров больше, чем ночью, что усиливает испарение с поверхности почв, водоемов, каналов и из зоны аэрации (табл. 3).

Сильные ветры юго-восточного и восточного направлений, особенно характерные для южных районов Голодной степи, называют

«урсатьевскими». Урсатьевский ветер возникает обычно при выходе из горла Ферганской долины на равнину Голодной степи. Скорость его осенью и зимой может достигать 46 *м/сек*. В некоторых случаях эти ветры прослеживаются до ст. Мирзачуль, реже ст. Сырдарья и Пахта-Арал. Верхняя граница ветров не превышает 2—3 *км*, максимальные скорости наблюдаются в слое ниже 400 *м*, в том числе в 65% случаев — на высоте 200—400 *м* над землей (Листровой, 1959). Урсатьевский ветер вызывает повышение температуры воздуха и

Таблица 3

Среднемесячная и годовая скорость ветра в разные часы суток, *м/сек* (Справочник по климату СССР, 1965)

Станция	Время суток, час	Месяц												В среднем в год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Пахта-Арал	1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,9	1,5	1,5	1,2	1,0	1,2	1,4	1,6	1,6
	7	2,1	2,0	1,9	2,0	2,4	1,9	1,7	1,5	1,3	1,4	1,4	1,5	1,8
	13	2,8	3,0	3,2	3,5	3,5	2,9	2,4	2,4	2,6	2,6	2,6	2,4	2,8
	19	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	1,6	1,3	1,1	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6
Джизак	1	3,2	3,1	3,0	3,0	3,4	3,0	2,4	2,4	2,6	3,1	2,9	3,1	2,9
	7	3,4	3,5	3,3	3,6	3,7	3,0	2,4	2,4	3,1	3,8	3,4	3,1	3,2
	13	2,7	3,0	3,3	3,8	3,6	3,0	3,0	3,0	2,9	2,6	2,2	2,6	3,0
	19	1,8	1,7	1,8	1,8	1,4	1,3	1,0	0,8	0,6	1,0	1,3	1,7	1,4
Мирзачуль	1	2,8	2,2	1,6	1,1	1,1	0,8	0,8	0,5	0,5	0,8	1,4	2,1	1,3
	7	3,0	2,6	2,1	1,8	2,0	2,0	1,4	1,0	0,8	1,4	1,0	2,4	1,9
	13	3,5	3,1	2,8	2,6	2,3	2,1	2,2	2,3	2,0	2,2	2,7	2,9	2,6
	19	2,5	2,0	1,7	1,5	1,1	0,9	0,6	0,4	0,4	0,8	1,4	1,9	1,3
Урсатьевская	1	6,5	6,1	4,5	3,3	3,2	3,2	3,1	2,9	2,9	3,2	5,0	5,2	4,1
	7	6,8	6,6	5,0	4,0	4,2	4,9	4,5	3,3	2,6	3,5	5,3	5,7	4,7
	13	8,1	7,4	6,1	5,0	3,9	3,9	4,1	3,6	3,3	4,7	6,6	6,6	5,3
	19	6,3	5,3	3,7	2,6	2,4	2,9	2,4	1,3	1,1	2,2	4,3	4,8	3,3

низкую влажность. Весной ветер способствует интенсивному испарению с поверхности почвы, вследствие чего она быстро теряет те сравнительно малые запасы влаги, которые были накоплены за осенне-зимний период. При неглубоком УГВ это интенсифицирует процесс засоления почв.

Высокая температура воздуха и поверхности почвы вместе с другими климатическими факторами обусловливают сильное испарение с поверхности водоемов, каналов, почв и ГВ. Среднегодовая испаряемость на территории Голодной степи, по данным Л. М. Молчанова (1960), превышает 1500 *мм*, что в 3—4 раза больше средней величины годовых осадков. Особенно интенсивно испарение с конца марта до последней декады октября, когда температура воздуха постоянно выше 10°. Этот период в районе ст. Пахта-Арал продолжается 215 дней, ст. Мирзачуль — 218, ст. Урсатьевская — 226 и ст. Джизак — 219 дней.

По данным М. М. Крылова (1936), зависимость испарения и транспирации от глубины залегания ГВ в условиях Голодной степи проявляется до 3 *м*. Следовательно, эта глубина может считаться среднекритической для уровня минерализованных ГВ, при которой почти прекращаются испарение и транспирация.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ

Голодная степь лишена поверхностной естественной сети, только в южной части с северных склонов Туркестанского хребта стекает несколько постоянных и временных небольших саев и речек. Сырдарья для Голодной степи — транзитная река, которая служит ее восточной и северной границей. Наиболее многоводными постоянными водотоками юга являются реки Санзар и Заамин су.

Санзар берет начало с северного склона Туркестанского хребта, огибая горы Мальгузар близ г. Джизака, врезается в Голодную степь. Общая протяженность ее 123 *км*, площадь водосбора 2580 *км*^{2}. Санзар — река снежно-ледникового питания и характеризуется летним максимумом и зимним минимумом. Максимальные среднемесячные расходы за десятилетие (1950—1961 гг.) составили 12,2 *м*^{3}/*сек*, минимальные — 3,7—4,1, среднемесячные — 6,1 *м*^{3}/*сек*. Водные ресурсы Санзара используются на орошение Джизакского оазиса, а сбросные воды отводятся по руслу р. Токурсая (р. Клы) в оз. Тузкане.

Река Заамин су образуется от слияния Кульсу, Кызылмазара и Кашкасу, берущих начало в высокогорной части Туркестанского хребта. Водосборная площадь Заамин су около 555 *км*^{2}. Среднемноголетний расход около 2 *м*^{3}/*сек*, максимальный — 4,8, минимальный — 1,0 *м*^{3}/*сек*. Максимальные расходы приходятся на июнь, минимальные — на декабрь. По типу питания водотоков и внутригодовому распределению стока Заамин су относится к рекам снежно-ледникового питания. Летом (июнь—июль) максимальный расход обусловлен усиленным таянием снежников и ледников, к осени расход водотоков уменьшается, достигая минимума зимой. При выходе на равнину у сел. Заамин воды реки полностью разбираются на орошение.

Кроме постоянно действующих рек, имеется много временных водотоков, питающихся водами интенсивно тающих снежников и ливневыми дождями. Наиболее крупные временные водотоки — Раватсай, Сайхансай, Туркменсай, Ходжамушкентсай, Пшагарсай, Ачисай, Кушчисай, Джалаирсай, Хавастсай, Басмадысай и др. Расходы этих саев колеблются от 0,02 до 0,60 *м*^{3}/*сек* и используются для полива мелких участков.

По данным А. Ф. Слядиева и К. Г. Ганиева (1965), среднегодовой сток с северного склона Туркестанского хребта в Голодную степь без учета расходов Кошкентской гряды составляет 20,74 *м*^{3}/*сек*.

По левому берегу Сырдарьи расположены десятки болот и озер-

стариц, которые питаются в основном сбросными водами, выклинивающимися грунтовыми и частично паводковыми. Форма озер и болот копытообразная, средняя глубина 1—3, редко 5 *м*, длина не более 1 *км*, иногда до 2 *км*. Воды озер главным образом минерализованные — от 0,5 до 10 *г/л*, сульфатного и гидрокарбонатно-сульфатного типов. Озера заросли водными и водно-прибрежными растениями: в основном урутью, рдестами, тростником, рогозом и др. В настоящее время в развитии всех озер и болот наметилась тенденция осушения, так как по ним проведены дрены и коллектор (Главный пойменный). Ряд озер на днище Джетысайского понижения образован в результате сброса поливных и промывных вод и выклинивания грунтовых. Вода преимущественно сильноминерализованная (более 10 *г/л*) сульфатно-магниевого состава.

Помимо естественных водотоков в Голодной степи имеются и искусственные. Крупнейший из них — Южно-Голодностепский магистральный канал (ЮГК) пропускной способностью в головной части 300 *м*^{3}/*сек* и протяженностью 126 *км*. От ЮГК отходят оросительные ветки и распределители. В южной части Голодной степи, кроме того, имеются каналы Каттаарык, Токчилик, Роватлик, Иранарык. Пропускная способность каждого 1,5 *м*^{3}/*сек*. Русла больших арыков имеют ширину 1,5—3,5 *м* и глубину до 2 *м*. В юго-восточной части Голодной степи, относящейся к Таджикской ССР, с 1965 г. действуют машинные каналы ТМ-1 и ТМ-2, имеющие бетонную облицовку, с водозабором из ЮГК. Среднегодовые расходы этих каналов 3,30 и 6,84 *м*^{3}/*сек*. В 7 *км* к юго-востоку от Джизака, в пределах пролювиальной предгорной равнины построено Джизакское водохранилище полезной емкостью 83 млн. *м*^{3}. Оно наполняется водами Зеравшана по каналу Искитуятартар и р. Раватсаю.

Северо-восточная и северо-западная территории орошаются водами канала им. Кирова пропускной способностью в головной части 230 *м*^{3}/*сек*, длиной 116 *км*. Канал имеет две ветки: правую с расходом 61 *м*^{3}/*сек* и левую с расходом 50,3 *м*^{3}/*сек*, от которых отходят распределители. В северной части Голодной степи действует одно из крупнейших в Средней Азии Чардаринское водохранилище полезной емкостью 5,7 млрд. *м*^{3}. Оно предназначено для орошения северных земель Голодной степи и аллювиальной равнины Сырдарьи в Кызылкумах (Чардаринская степь) и обводнения более 4 млн. *га* пустынных пастбищ.

В результате сброса коллекторно-дренажного стока Голодной степи и части паводковых вод Чардаринского водохранилища в Арнасайском понижении образовалось огромное озеро. Вода уже достигла Притузканинской равнины, но наполнение продолжается. В перспективе все Арнасайское понижение, Притузканинская равнина, котловина, занятые солончаками Джолпаксор, Айдарсор, будут превращены в большой водный бассейн, воды которого будут использованы на орошение земель Фаришской степи и Нуратинского района.

Режим и химический состав ГВ во многом определяются литогенными факторами, климатическими условиями территории и характером хозяйственного использования.

Источниками питания ГВ Голодной степи служат поверхностные и подземные воды Туркестанского и Нуратинского хребтов, воды Сырдарьи, подрусловый приток с западных склонов Чаткало-Кураминского хребта, атмосферные осадки, инфильтрационные воды ирригационных каналов и орошаемых полей. Сводный баланс грунтовых и подземных вод всей территории, т. е. старо- и новоорошаемой зоны, пока отсутствует, имеются лишь разрозненные сведения о балансе ГВ для отдельных совхозов и ирригационных массивов. В различные годы составлялись балансы подземных вод преимущественно староорошаемой зоны Голодной степи (Козда, 1948; Крылов, 1957; Кенесарин, 1959; Панков, 1962; Решеткина, 1966 и др.). В 1966 г. опубликованы расчеты баланса подземных вод Голодной степи на 1960 г. (Н. Н. Ходжибаев и М. С. Алимов). По нашему мнению, данные этих исследований наиболее обоснованы.

Элементы баланса	*м³/сек*	*млн. м³/год*	%
Приход			
Подземный приток со стороны Туркестанского хребта	5,51	161,65	6,4
со стороны Чирчик-Ангренского бассейна	2,98	94,47	3,7
Подрусловый приток со стороны Ферганской долины	5,0	157,68	6,0
Инфильтрация атмосферных осадков	5,85	184,48	7,3
оросительных вод	30,23	958,52	38,5
из ирригационных каналов	30,24	957,6	38,1
с орошаемых площадей			
Расход			
Отток в Арнасай	0,368	11,61	0,5
Выклинивание в русло Сырдарьи	2,028	69,95	3,1
Испарение ГВ	45,2	1437,7	71,1
Внутригрунтовое испарение	0,9	27,43	1,3
Сток по дренам и коллекторам	14,8	466,73	26,6
Итого	63,16	2007,42	100,0
Баланс	+16,16	+527	—

Немаловажное значение в питании ГВ имеют поливные воды и бесхозяйственные их потери. Например, по Кировской ирригационной системе бесхозяйственно расходуется на переполив более 60% оросительной воды (Кенесарин, 1959). В последние годы потери поливных вод сократились, но в ряде хозяйств (совхозы «Мирзачуль», «Дружба», «Целинник» и др.) они еще продолжают пополнять запасы ГВ.

Основная расходная статья вод — суммарное испарение. При глубинах до 3 *м* испаряется примерно 71%, в том числе около 50%

на глубинах 0,2—1 *м*. Сток по коллекторам за пределы Голодной степи в настоящее время составляет более 26%, незначительная часть стекает в Кызылкумы (0,5%) и русло Сырдарьи (3%).

Расчеты водного баланса показывают, что запасы ГВ ежегодно пополняются на 16,6 *м*^{3}/*сек* (20,7%), поэтому подъем их не приостанавливается, а в новоорошаемой зоне уровень поднимается со скоростью 1—2 *м* в год, местами и более. С вводом Чардаринского водохранилища отток в Кызылкумы и по долине Сырдарьи снизился, а заполнение Арнасайского понижения дренажными водами значительно замедлило отток в депрессии. Все это, несомненно, ускорит подъем ГВ.

Генезис солевого состава ГВ обусловливает характер засоления почвогрунтов. Основные источники засоления ГВ Голодной степи — карбонатные, метаморфические и изверженные породы Туркестанского, Нуратинского и Чаткало-Кураминского хребтов, соленосные меловые, палеоген-неогеновые и четвертичные породы областей питания и разгрузки; поверхностные воды, стекающие с Туркестанского хребта; воды Сырдарьи; атмосферные осадки и инфильтрационные воды коллекторно-дренажной сети (КДС), используемые при дефиците оросительных вод для полива.

Основным поставщиком легкорастворимых солей в Голодной степи являются породы, залегающие как в области питания ГВ так и в самой степи. В орошаемой зоне главным источником солевого питания ГВ служат оросительные воды. Как известно, воды канала им. Кирова и ЮГК в зависимости от времени года содержат разное количество солей (рис. 2). По мере движения от головного сооружения у Сырдарьи (г. Бекабад) в глубь степи за счет испарения и выклинивания минерализованных ГВ в канале количество солей постепенно увеличивается. По данным Н. М. Решеткиной (1971), по всей зоне старого орошения при суммарной водоподаче 3 млрд. *м*^{3}/*год* с оросительной водой поступает 2629 тыс. *т* солей (средняя минерализация 0,87 *г/л*). КДС отводит 1 млрд. 66 млн. *м*^{3}/*год* воды (минерализация 2, 73 *г/л*), что определяет вынос солей —3329 тыс. *т* в год. Хотя солевой баланс и отрицательный, но это не свидетельствует о достаточном мелиоративном эффекте системы, поскольку в почвогрунтах содержатся значительные первичные запасы солей в верхней трехметровой толще.

Минерализованность вод каналов Голодой степи непосредственно связана с химическим составом вод Сырдарьи — основной, дренирующей артерии, принимающей несколько крупных коллекторов в пределах Ферганской долины и Ташкентского оазиса. Только в Ферганской долине в реку ежегодно сбрасывается около 6 млрд. *м*^{3} минерализованных вод дренажного стока, в связи с этим в ней увеличилась минерализация воды: по среднемноголетним данным, до 1948 г. в створе Бекабад она составляла 0, 4 *г/л*, в настоящее время — 0,8 *г/л*; в зимние месяцы в межень —2 *г/л*.

Расчеты баланса солей и ионов подземных вод Голодной степи за 1960 г., проведенные Н. Н. Ходжибаевым и М. С. Алимовым

(1966), показывают, что с подземным потоком поступает 1328,9 тыс. *т* солей в год. Основная масса их прибывает из Ферганской долины (220,7 тыс. *т*). Главный источник солей — оросительные воды, которые приносят около 960 тыс. *т*. При этом соли, приносимые с Туркестанского хребта, богаты хлоридами, тогда как поступающие из Ферганской долины и оросительные воды содержат

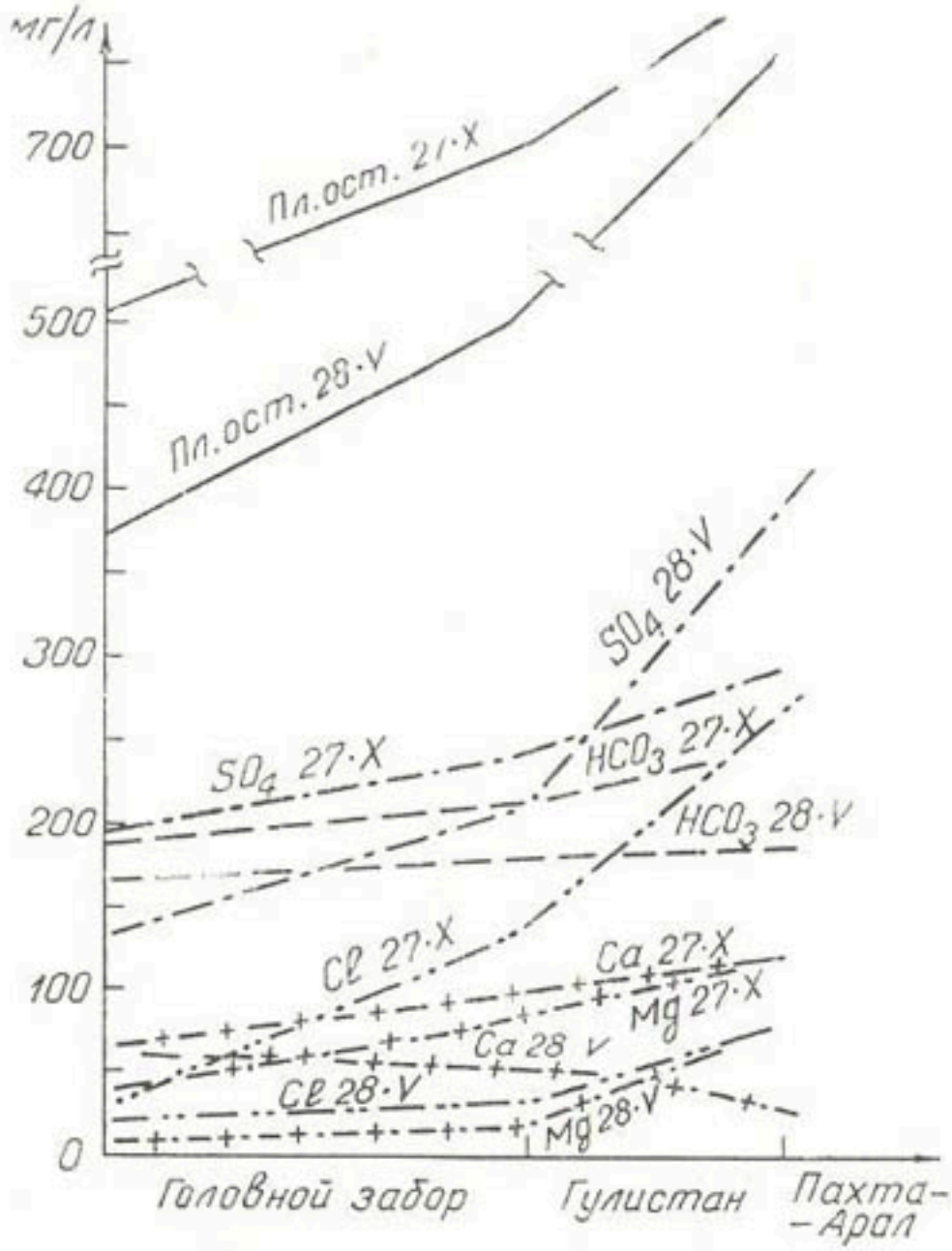


Рис. 2. Химический состав воды на различных участках канала им. Кирова. График составлен автором по данным А. С. Хасанова (1968).

их значительно меньше. Общий расход солей 2136,6 тыс. *т*. Таким образом, солевой баланс в целом отрицательный, т. е. наблюдается рассоление. Основная масса солей — 143,2 тыс. *т* (67,1 %) — уносится за пределы Голодной степи по дренам и коллекторам.

Р е ж и м Г В обусловлен главным образом литолого-геоморфологическим, климатическим и ирригационным факторами, но на него также оказывают влияние гидрологический, биологический, гидромелиоративный и агротехнический факторы. При взаимодей-

ствии этих факторов в конкретных ландшафтах формируется тот или иной режим ГВ.

Режим ГВ Голодной степи за прошедшее с начала орошения и освоения время изучался многими специалистами (Федоров, 1930; Крылов, 1936; Ковда, 1948; Кац, 1957; Владимиров, 1957, 1960; Кенесарин, 1959; Легостаев, 1959; Ходжибаев, 1967, 1971; Туляганов, 1971; и др.). Несмотря на это, до сих пор не создано общепризнанной классификации типов режима ГВ Голодной степи. Из существующих наиболее приемлемой является классификация М. М. Крылова, в которой учитывается комплекс природных и хозяйственных факторов, формирующих режим ГВ.

Принимая за основу классификацию типов режима Крылова и данные Туляганова (1971) по южной части территории, в пределах Голодной степи выделяем следующие естественные типы режима ГВ: 1) инфильтрационно-стоковый, 2) стоковый, 3) напорно-инфильтрационно-испарительный, 4) переходный, или смешанный, 5) напорно-инфильтрационно-стоковый (весьма затрудненный), 6) напорно-инфильтрационно-стоковый (затрудненный). В условиях орошения 2-й тип видоизменяется и переходит в инфильтрационно-испарительно-стоковый, 3-й — в инфильтрационно-напорно-испарительный, 4-й — в инфильтрационно-испарительно-стоковый. В орошаемых районах 5-й перешел в инфильтрационно-испарительно-стоковый (весьма затрудненный), и 6-й — в инфильтрационно-испарительно-стоковый (затрудненный).

1. Инфильтрационно-стоковый тип режима характерен для верхней части конусов выноса, краевых частей межгорной впадины Койташ-Балыклытау и южной окраины Ломакинского плато, где в составе отложений преобладают пески, галечники и гравий. Глубина залегания ГВ 20—120 *м*, минерализация не превышает 1—2 *г/л*, тип — гидрокарбонатно-кальциевый и сульфатно-магниевый. Сток хорошо обеспечен, поэтому солевой баланс отрицательный. Наиболее высокое стояние УГВ приходится на апрель—май, наиболее низкое — на октябрь — ноябрь. Это характерно для всей территории верхней части конусов выноса, за исключением Санзарской покато-волнистой пролювиальной равнины. Здесь на режим ГВ влияет орошение. Амплитуда колебания уровня ничтожная — 0,1—0,5 *м*.

2. Стоковый тип характерен для средней части конусов выноса, Ломакинского плато, предгорных шлейфов межгорной впадины Койташ-Балыклытау, Туркестанского хребта и др., которые сложены лессовидными суглинками и супесями мощностью до 10—12 *м* подстилаемыми грубообломочным материалом. Формирование режима ГВ здесь зависит от подземного стока. В южной части подземный сток обеспеченный, в северной слабозатрудненный. Солевой баланс на севере территории положительный; наблюдается преимущественно транзит части солей в зону разгрузки ГВ. Глубина залегания ГВ 5—20 *м*, степень минерализации изменяется от 3 до 5 *г/л*, а на Ломакинском плато достигает 10 *г/л*,

тип — преимущественно сульфатно-кальциево-магниевый; в ГВ конуса выноса Заамингу повышается содержание натрия. В годовом разрезе максимальный УГВ приходится на май—июнь, минимальный — на сентябрь—октябрь, амплитуда сезонных колебаний — 0,1—0,8 *м*. В связи со слабым подземным оттоком при орошении стоковый тип режима переходит в инфильтрационно-испарительно-стоковый.

По режиму ГВ Баяутский эрозионный массив в связи с орошением несколько отличается от описанных районов. Для этой территории характерен инфильтрационно-испарительно-стоковый режим, глубина залегания вод 3—20 *м*, минерализация — от 1 до 5 *г/л*, тип в основном гидрокарбонатно-сульфатный. Приобрывным участкам свойствен обеспеченный подземный сток, а западным и северным — затрудненный. В связи с этим в восточной части происходит выщелачивание, в западной и северной — транзит солей и частичная аккумуляция в почвогрунтах и грунтовых водах.

3. Напорно-инфильтрационно-испарительный тип режима ГВ наблюдается в периферийных частях слившихся конусов выноса межгорной впадины Койташ-Балыклытау, руслообразных бессточных понижений, Тузканинской равнины. Эти районы сложены с поверхности лессовидными суглинками и супесями с прослойками гипсированных глин, подстилаемых на больших глубинах суглинисто-мелкообломочными отложениями. Покровные отложения обладают плохой водопроницаемостью. Кроме того, рельеф периферийных частей слившихся конусов выноса и Тузканинской равнины резко выполаживается. В связи с этим ГВ в силу естественного подпора приближаются к дневной поверхности и имеют очень замедленный подземный отток, а на руслообразных понижениях отток отсутствует.

В периферийной части конусов выноса ГВ залегают на глубине 1—3 *м*, в руслообразных понижениях — 0,5—10 *м*, на Тузканинской равнине — 0,3 *м*. В результате интенсивного суммарного испарения на поверхности откладываются легкорастворимые соли, и ГВ становятся более минерализованными. Степень минерализации 5—20, в отдельных местах более 70 *г/л*, при сульфатно-натриевом и хлоридно-натриевом типе.

Приходными статьями баланса ГВ являются подземный приток из вышерасположенной верхней части конусов выноса и атмосферные осадки, а в период орошения — инфильтрационные воды с орошаемых массивов. ГВ здесь расходуются исключительно на испарение и транспирацию. Их уровень с начала года до мая—июня в связи с инфильтрацией осадков и речных вод поднимается на 0,3—1,3 *м*, достигая максимальной отметки, затем до октября понижается почти до первоначального положения из-за расхода на испарение.

В Джетысайском и Сардобинском понижениях режим ГВ несколько иной, чем в хвостовой части конусов выноса, так как они находятся в окружении орошаемых полей. Под влиянием фильт-

рационных и сбросных вод окружающих ирригационных массивов и каналов УГВ здесь в вегетационный период достигает максимума —0,5—5 *м*. В ноябре—декабре наблюдается второй пик, обусловленный инфильтрацией атмосферных осадков и промывных вод засоленных участков периферии.

Динамика минерализации УГВ Шурузякского и Кара-Карийского понижений в связи с полной освоенностью в вегетационный период зависит от режима полива хлопчатника и расхода воды в каналах, а в невегетационный — от инфильтрации осадков и промывных вод. Глубина вод 2—3 *м*, местами ниже, тип — сульфатный, степень минерализации колеблется от 1 до 10 *г/л* и более, на неорошаемых участках 10—20 *г/л*, тип — сульфатно-хлоридный.

4. Переходный, или смешанный, тип характерен для новоорошаемых земель средней части конусов выноса Хавастсая, Ходжамушкентсая и р. Санзара (Джизакский оазис), I и II надпойменных террас Сырдарьи. По условиям формирования режима ГВ этот тип значительно сложнее. Естественный режим здесь нарушен орошением, поэтому основными источниками формирования ГВ служат фильтрационные воды из каналов и инфильтрация с поливных земель, чем и обусловлен инфильтрационно-испарительно-стоковый тип режима.

Освоение земель средней части конусов выноса Ходжамушкентсая и Хавастсая началось после пуска каналов ТМ-1 и ТМ-2 в 1966 г., в зоне влияния которых наблюдается устойчивый подъем ГВ. Так, по данным Х. Т. Туляганова (1971), в скв. 139 в краевой западной части ирригационной системы УГВ с апреля 1966 г. до конца мая медленно поднимался с 5,05 до 4,25 *м*. С июня в результате влияния инфильтрационных вод из каналов и с орошаемых площадей отмечался резкий подъем (на 0,6 *м*) — до отметки 4,35 *м* от поверхности земли. К настоящему времени УГВ поднялся с 6—7 до 4,0—4,5 *м*. По мере подъема уровня содержание гидрокарбонатов в воде уменьшалось, а сульфатов увеличивалось. Степень минерализации ГВ данной ирригационной системы 0,5—5 *г/л*, тип — сульфатно-натриево-магниевый с повышенным содержанием гидрокарбонатов.

Ирригационной системе машинных каналов МК-1 и МК-2 подкомандна юго-восточная часть Голодной степи (совхоз «Фархад»). По данным Х. Т. Туляганова (1971), с 1959 по 1964 г. УГВ интенсивно поднимался с 10,5—12,3 до 1,0—0,8 *м*. Среднегодовая скорость подъема составила 1,8—2,5 *м*. С устройством в 1966 г. коллектора (глубина 4—5 *м*) вдоль канала уровень снизился и к концу года установился на глубине 3—4 *м*. Степень минерализации ГВ —1—4 *г/л*, тип сульфатно-натриевый с повышенным содержанием гидрокарбонатов.

Режим ГВ Джизакского оазиса обусловлен расходом воды р. Санзара и водоподачей на орошение полей. В вершинной части конуса выноса ГВ залегают устойчиво глубоко — ниже 10 *м*. Степень минерализации 0,8—1,7 *г/л*, тип — гидрокарбонатно-сульфат-

но-кальциево-магниевый. В средней и периферийной частях ГВ залегают на глубине 2—4 *м*, содержание солей колеблется от 10 до 20 *г/л*, тип воды — сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-магниевый.

В сезонном разрезе с января по март уровень ГВ медленно снижается, а с апреля по июль резко поднимается в связи с инфильтрацией в начале вегетации атмосферных осадков и летом орошаемых вод, с августа до конца года происходит спад, вследствие прекращения водоподачи на поливные участки.

Режим ГВ I надпойменной террасы тесно связан с характером расхода воды в Сырдарье, т. е. он типично гидрологический. На формирование данного режима оказывает влияние гидравлическая связь ГВ с водами Сырдарьи, которая в паводки питает их, а в межень дренирует территорию. Это отражается на минерализации и глубине залегания ГВ — в тыловой части террасы она составляет 0,5—2 *м*, в прибрежной —2—3 *м* и ниже. Минерализация очень пестрая — от 0,3 до 20 *г/л* и более, тип — гидрокарбонатно-сульфатный, гидрокарбонатно-хлоридный, собственно сульфатный. Питаются ГВ за счет подземного потока со стороны высоких террас Сырдарьи, Чирчик-Ангренской долины, паводковых вод Сырдарьи, атмосферных осадков. Расходные статьи — выклинивание в Сырдарью и коллекторно-дренажную сеть, суммарное испарение. Максимальный уровень наблюдается после повышения расходов реки в апреле, затем в мае—июле, и в период полива хлопчатника и риса. Минимальный уровень устанавливается в декабре—январе, т. е. в период наименьшего расхода воды и прекращения водоподачи на поля.

Режим ГВ равнинной части II надпойменной террасы в связи с орошением инфильтрационно-испарительно-стоковый. II терраса Сырдарьи расположена между Шурузякским понижением и I террасой и является как бы их водоразделом, поэтому здесь слабый подземный отток ГВ к I террасе и в понижение. Глубина ГВ — от 2 до 3 *м*, местами 1—2 *м*. Минерализация вод вдоль канала им. Кирова 1—3 г/*л*, тип — гидрокарбонатный, а на остальной части — от 2 до 10 *г/л*, при сульфатно-гидрокарбонатном, сульфатно-натриевом типах.

На неорошаемых землях II террасы подземный отток грунтовых вод необеспеченный, поэтому в условиях слабого дренажа наблюдается соленакопление преимущественно в ГВ и почвогрунтах зоны аэрации (рис. 3).

5. Напорно-инфильтрационно-стоковый (весьма затрудненный) тип характерен для новоорошаемых земель центральной части Голодной степи, где основная часть земель, пригодных для орошения, уже освоена, поэтому естественный тип режима ГВ перешел в инфильтрационно-испарительно-стоковый (весьма затрудненный). Центральная часть Голодной степи в гидрогеологическом отношении является зоной вторичного погружения или рассеива-

ния ГВ, подземный отток весьма затрудненный, местами даже отсутствует.

Глубина ГВ —2-5 *м* и ниже, степень минерализации — от 3—5 до 20 *г/л*, на некоторых участках, где уровень лежит ниже 10 *м*, —20—30 *г/л*. Тип минерализации тесно связан с орошением

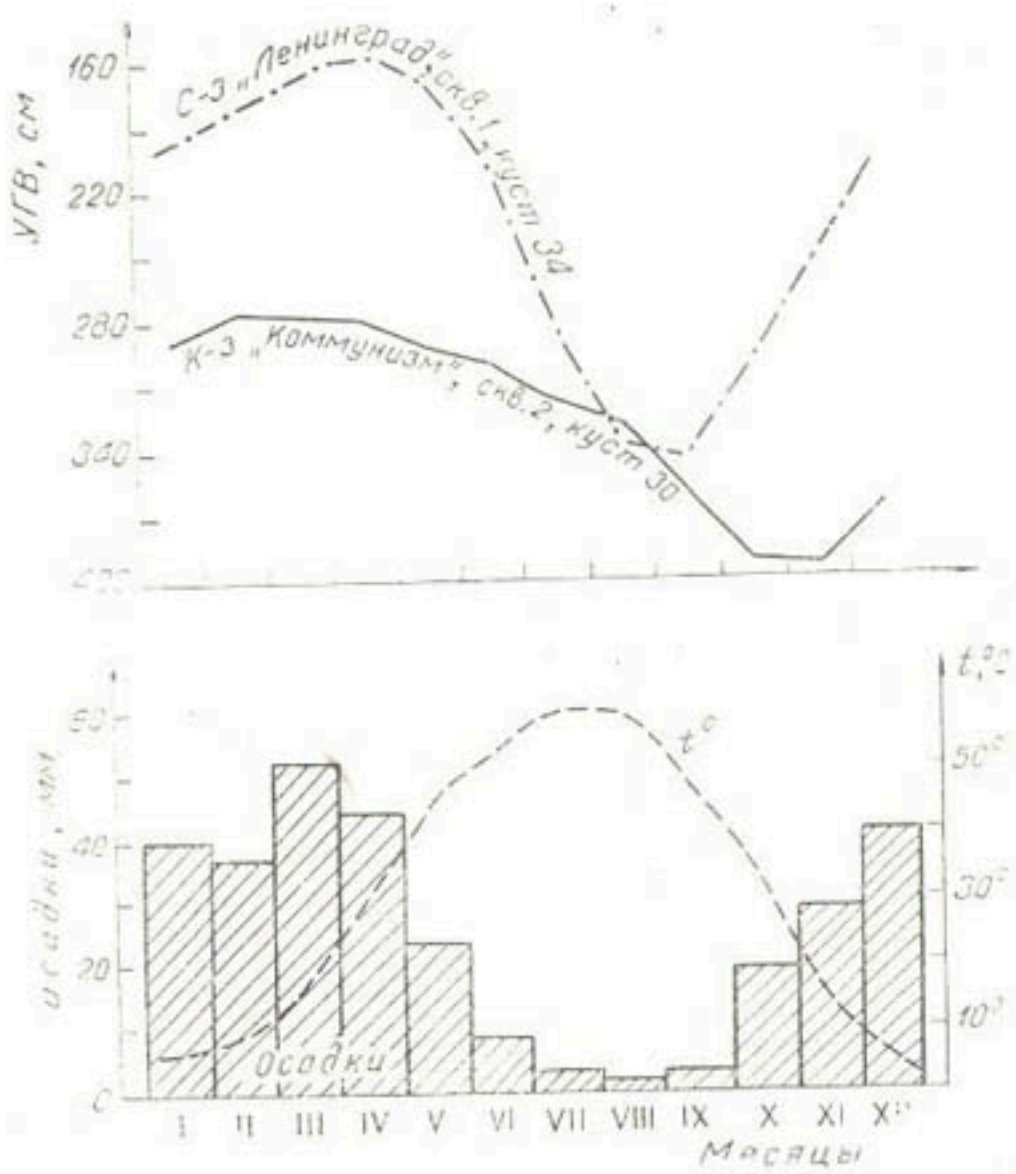


Рис. 3. Зависимость сезонного УГВ неорошаемых земель от атмосферных осадков и средней температуры поверхности почвы в 13 час. (метеостанция „Сырдарья"). График составлен автором по данным Узбекского гидрогеологического треста (1968) и „Справочника по климату СССР" (1965).

земель и опресняющим свойством оросительных вод — это сульфатные, сульфатно-гидрокарбонатные, сульфатно-натриевые и хлоридно-натриевые воды.

В сезонном разрезе с конца мая по август наблюдается подъем УГВ вследствие инфильтрации оросительных вод поливных участков; с конца декабря по январь, иногда по февраль; в связи с промывкой засоленных земель УГВ несколько поднимается (на 0,5—0,8 *м*). Низкий уровень наблюдается в ноябре—декабре. В питании ГВ принимают участие главным образом оросительные воды, подземный приток со стороны южных хребтов и атмосфер-

ные осадки. Расходуются ГВ на суммарное испарение, дренажно-коллекторный сток, подземный отток в сторону руслообразных понижений и в северо-западную часть Голодной степи.

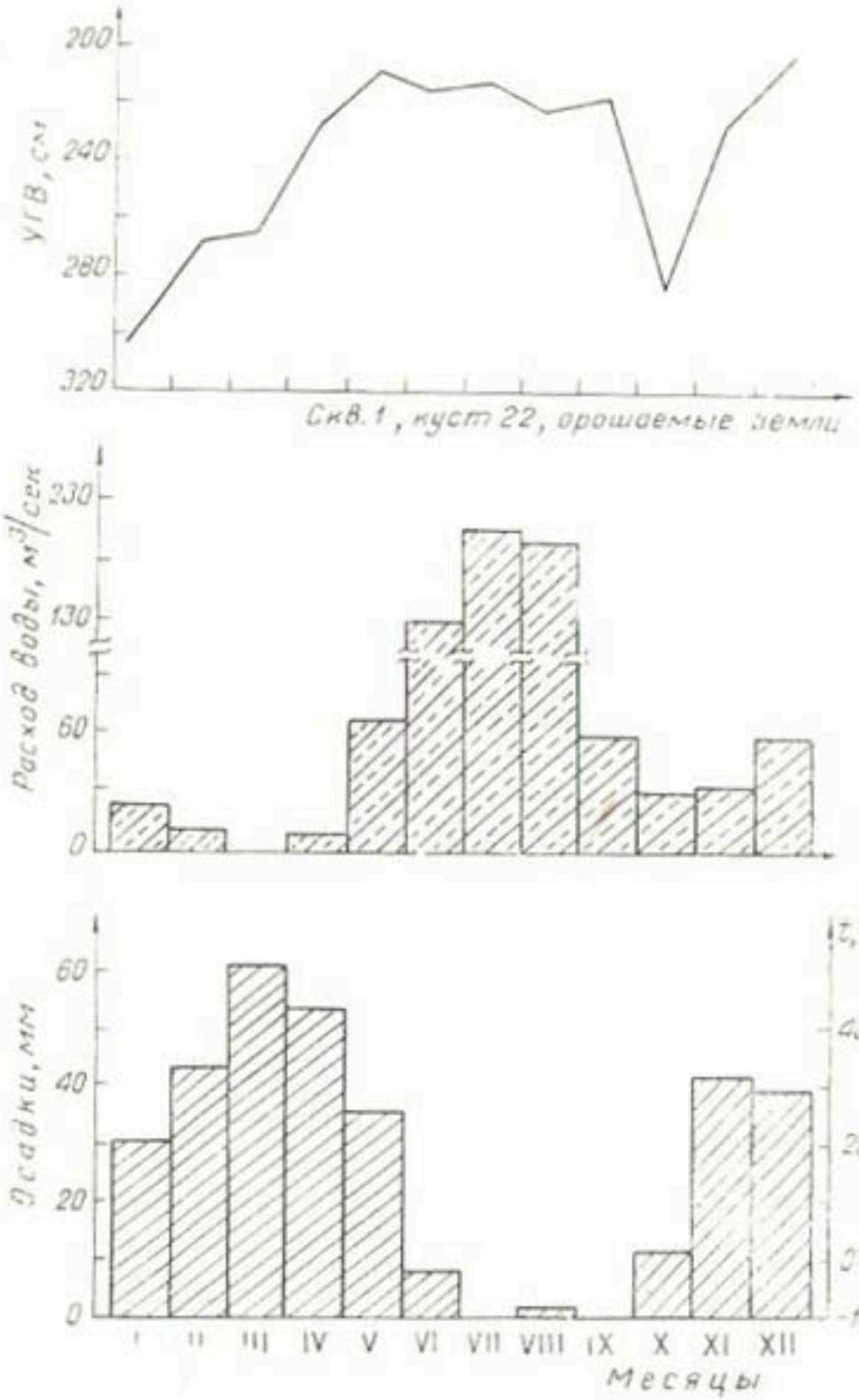


Рис. 4. График зависимости режима ГВ от расходов воды в канале им. Кирова и атмосферных осадков (с-з „Мирзачуль"). Составлен автором по данным Узбекского гидрогеологического треста (1969), Сырдарьинского УОС (1970) и Справочника по климату СССР (1965).

6. Инфильтрационно-испарительно-стоковый (затрудненный) тип режима ГВ характерен для северо-восточной и северо-западной частей Голодной степи. Режим ГВ зависит от режима орошения и расхода воды в ирригационных каналах (рис. 4). Глубина

их залегания в районе водораздела между Сардобинским и Джетысайским понижениями — 2—3 и 3—5 *м* (в бессточных понижениях 1—2 *м*, на грядах и холмах 3—5 *м*), Мирзачульской гряде — 2—3, местами ниже 3 *м* (влияние вертикального дренажа), в Пахтааральской депрессии и северо-западной части — 1—3 *м*. Минерализация ГВ в южной и западной частях Баяутского эрозионного массива — от 2 до 10 *г/л*. Воды сульфатно-хлоридные, сульфатные. В полосе между Джетысайским и Сардобинским понижениями минерализация ГВ колеблется от 3 до 20 *г/л* и более (в бессточных котловинах 30—40 *г/л*), тип — собственно сульфатный, сульфатно-натриевый, хлоридно-сульфатный. В Мирзачульской гряде степень минерализации понижается — 1—5 *г/л*, реже до 10 *г/л*, воды сульфатно-гидрокарбонатного и сульфатного типов. В Пахтааральской депрессии минерализация их около 3—5 *г/л* и более, в сезеро-западной части повышается до 5—10 *г/л*; воды в основном сульфатные, реже сульфатно-гидрокарбонатные.

В северо-восточной и северо-западной частях Голодной степи, где земли староорошаемые, ГВ залегают очень близко к поверхности и имеют слабую минерализацию благодаря опресняющему влиянию оросительных вод. Сезонное колебание также подчинено режиму орошения.

ПОЧВЫ И ИХ СОЛЕВОЙ РЕЖИМ

Почвенный покров Голодной степи достаточно подробно описан Н. А. Димо (1910, 1911), Н. А. Розановым (1948), М. А. Панковым (1957, 1962, 1974) и др. Во избежание повторения остановимся на описании свойств почв в общих чертах, уделив большое внимание процессам засоления почв.

Типы почв. В пределах Голодной степи по вертикали выделяется два подтипа сероземов: типичные и светлые. Граница между ними проходит примерно по абс. отметке 450 *м* над ур. м. Выше этой отметки распространены типичные, а ниже — светлые сероземы.

Кроме зональных автоморфных типов, в Голодной степи распространены почвы гидроморфного ряда, развивающиеся или развивавшиеся под воздействием неглубоко залегающих ГВ. К ним относятся: пойменно-аллювиальные, луговые аллювиальные, болотно-луговые, болотные, сероземно-луговые, солончаки.

Типичные сероземы распространены в предгорных шлейфах Нуратинского и Туркестанского хребтов и верхней части конусов выноса рек и саев. Типичные сероземы верхней части Джизакского конуса выноса и прилегающей к нему на востоке подгорной покатости большей частью хрящевато-галечниково-мелкоземистые и подстилаются на небольшой глубине галечником с прослоями песка и суглинка. Сероземы верхней части Зааминского конуса выноса, а также соседних Джалаирского, Ачинского и Пшагарского конусов преимущественно глинистые и подстилаются

слоистыми наносами из глин, суглинков и песка. Типичные сероземы в связи с глубоким залеганием УГВ повсеместно не засолены. В верхнем слое (0—20 *см*) всего около 0,1% легкорастворимых солей. Содержание хлора по всему профилю колеблется в пределах 0,003—0,006%. Глубже сумма солей не превышает сотых долей процента.

В типичных сероземах в слое 0—3 *см* содержится 3—4% гумуса, а в слое 0—10 *см* —1,5—2,5%, книзу значительно меньше. В поддерновом горизонте (30 *см*) количество его приближается к 1%, что объясняется лучшим развитием растительного покрова и более глубоким проникновением корневых систем.

Характерная особенность типичных сероземов — их высокая карбонатность. Содержание CO_2 в типичных сероземах колеблется от 4 вверху до 9,5% внизу, в светлых — от 7,8 вверху до 10% внизу. В лессах имеется явно выраженный горизонт карбонатных скоплений. В верхних частях профиля карбонатов больше, чем в породе, видимо, это объясняется биологической аккумуляцией карбонатов (Панков, 1962). Территории, занимаемые типичными сероземами, перспективны для орошения, которое будет осуществлено с помощью машинных каналов.

Светлые сероземы развиты в периферийных частях конусов выноса, центральной части Голодной степи, Предкызылкумье, восточной половине Баяутского эрозионного массива, южного склона Джетысайского понижения, северной части Ломакинского плато, предгорных шлейфов Туркестанского хребта и т. д. Механический состав светлых сероземов разнообразный, от супесчаных (средние части конусов выноса) и песчаных (Предкызылкумье) до глинистых (центральная часть Голодной степи). Преобладают суглинистые разности на лессах и аллювиальных и пролювиальных лессовидных суглинках и супесях. В составе сероземов, на лессах доминируют пылеватые фракции, особенно крупная пыль, количество которой достигает 45—55%, в светлом солончаковатом сероземе — 26—28%, а глубже 70 *см* — от 12 до 55% (Умаров, Икрамов и др., 1964).

Светлые сероземы бедны гумусом — до 2,17% в дернине, к низу наблюдается резкое уменьшение (табл. 4). Бедность светлых сероземов гумусом объясняется высокой биологической активностью почв. М. А. Панков (1970), изучавший сероземы Голодной степи много лет, объясняет этот процесс следующим образом: ежегодно в почву поступает 15—20 *т/га* органических остатков, примерно столько же, сколько в каштановые почвы, и вдвое меньше, чем в черноземы (25 *т/га*). Но растительный опад весной, пока почва увлажнена, интенсивно минерализуется обильным микробным населением.

Важная особенность светлых сероземов — высокое содержание карбонатов: в верхних горизонтах — до 6—7%, а к низу — до 10—11%, которое связано с исходной карбонатностью материнских пород.

Не менее важной особенностью светлых сероземов является неглубокое (с 35—45 *см*) залегание гипсового горизонта в виде мелких кристалликов и скоплений небольших крупинок. В почвах Голодностепской равнины содержится 1—2% гипса, а в руслообразных понижениях в солончаковатых сероземах —20% и более. Часто скопление гипса отмечается в средней части почвенного профиля (от 55 до 75 *см* и от 80 до 115 *см*)—45% и более. Гипсированные горизонты заметно ухудшают водно-физические свойства светлых сероземов, снижают качество промывных поливов, препятствуя проникновению почвенных растворов в глубь почвы.

Таблица 4

Содержание гумуса и азота в светлых сероземах Голодной степи (по Розанову и Дергунову)

Глубина, *см*	Гумус	Азот	C : N
Неорошаемые почвы			
0—8	1,66	0,087	11,0
13—20	0,73	0,039	10,8
31—39	0,47	0,029	9,4
50—58	0,39	0,022	10,2
90—98	0,33	0,016	11,9
200—210	0,12	0,017	4,0
Новоорошаемые почвы			
0—27	0,72	0,055	7,6
27—43	0,56	0,043	7,4
43—60	0,33	0,031	6,2
Староорошаемые почвы			
0—27	0,91	0,071	7,4
27—42	0,72	0,061	6,6
42—68	0,45	0,049	5,3

Светлые сероземы по степени засоления подразделяются на незасоленные и солончаковатые с различной глубиной залегания засоленных горизонтов. На неорошаемых землях III террасы и в периферийных частях конусов выноса солончаковатые сероземы занимают мезорельефные повышения, а сильносолончаковатые — бессточные понижения. В связи с освоением светлых сероземов Голодной степи в настоящее время солончаковатые почвы становятся солончаковыми, вторично слабо- и среднезасоленными, иногда солончаками. Естественно, незасоленные светлые сероземы занимают сейчас небольшие участки в пределах центральной и северо-западной частей Голодной степи, где ГВ еще не приподняты до критической отметки.

Орошаемые светлые сероземы развиты на большей площади, чем неорошаемые. Орошение вызывает в почвообразовательном процессе сильные изменения, существенно влияющие на морфологию почв, их биологические и физико-химические свойства. В светлых сероземах зоны нового орошения в результате обработки образуется пахотный горизонт мощностью 20—30 *см* палево-серого цвета, обычно сильнораспыленный с комками и глыбами, прочными в сухом состоянии и быстро распадающимися при смачивании. Механический состав этого горизонта более тяжелый, чем у подстилающих наносов, так как с оросительной водой поступает тонкая муть, усиливается химическое выветривание в связи с по-

Таблица 6

Водопроницаемость почв Голодной степи (*мм/мин*)

Разрез №	Почвогрунт	Глубина установки приборов, *см*	За первые 10 мин.	За первый час	За шестой час	Всего за 6 часов	$K_ф$, *м сут*
	Неорошаемые почвы						
3	Корковый солончак тяжелосуглинистый на плотных, гипсированных и оглеенных глинах. Целина	Поверхность	2,6	0,03	0,01	8	0,02
		35	2,0	0,02	0,01	11	0,01
5	Пухлый солончак легкосуглинистый на гипсированных тяжелых суглинках и глинах. Целина	Поверхность	3,6	0,17	0,07	53	0,13
		20	1,9	0,11	0,03	55	0,07
6	Сероземно-луговый сильнозасоленный среднесуглинистый на гипсированных средних и тяжелых суглинках. Целина	Поверхность	1,7	0,24	0,02	43	0,16
		20	0,30	0 04	0,02	14	0,02
9	Светлый сероозем слабозасоленный, супесчаный на легких и средних суглинках. Целина	Поверхность	3,9	2,7	0,8	1315	1,86
		35	2,8	0,7	0,46	194	0,54
4	Светлый сероозем слабозасоленный, супесчано-легкосуглинистый на супесях, легких и средних суглинках. Перелог	Поверхность	2,7	0,3	0,11	90	0,21
		20	1,1	1,1	0,45	416	0,76
	Орошаемые почвы						
1	Сероземно-луговый, слабозасоленный среднесуглинистый на оглеенных тяжелых суглинках. Кукурузное поле	Поверхность	1,78	0,88	0,23	191	0,62
		20	1,4	0,69	0,13	111	0,48
7	Сероземно-луговый слабозасоленный средне-и легкосуглинистый на супесях и легких суглинках. Хлопковое поле	Поверхность	1,3	0,65	0,22	238	0,45
8	Лугово-сероземный, среднезасоленный, средне-и легко-суглинистый на супесях и легких суглинках. Хлопковое поле	Поверхность	1,9	0,92	0,22	289	0,63
11	Луговый сильнозасоленный тяжелосуглинистый на тяжелых суглинках. Люцерновое поле	Поверхность	0,90	0,39	0,19	105	0,26

стоянным увлажнением почвы и усилением биологических процессов (Панков, 1970).

Орошаемые светлые сероземы отличаются значительной растянутостью гумусового горизонта, где общий запас гумуса на 1 *га* достигает 80 *т*. Карбонаты верхних горизонтов новоорошаемых почв обычно интенсивно вымываются и накапливаются в нижних частях профиля; объемный вес от 1,35—1,38 книзу увеличивается до 1,48—1,50, в целом он выше, чем у целинных сероземов. Порозность верхних горизонтов 48—50%, книзу уменьшается до 43%. Орошаемые почвы, как видно из табл. 5, отличаются низкой водопроницаемостью. Скорость впитывания воды за 6 часов наблюдений колебалась от 0,19 (разрез 11) до 0,33 *мм/мин* (разрез 10). Орошаемые светлые сероземы ввиду недостаточного регулирования режима минерализованных ГВ и неправильного орошения подвергаются вторичному засолению. В Голодной степи все орошаемые светлые сероземы в той или иной степени засолены.

Сероземно-луговые почвы занимают большие площади в нижних частях конусов выноса, на II и III террасах Сырдарьи. По условиям образования они подразделяются на две группы: лугово-сероземные и орошаемые сероземно-луговые. Луговые сероземы обычно развиваются в условиях постепенно понижающегося УГВ, т. е. являются переходными от луговых к сероземам, поэтому в них сохранились признаки былого олуговения. Сероземно-луговые почвы формируются в условиях постепенного подъема уровня грунтовых вод (УГВ) в результате орошения или подпора подземного оттока и являются переходными от сероземов к луговым. Лугово-сероземные почвы на небольшой глубине имеют гипсовые горизонты и засолены сульфатами.

Аллювиальные луговые почвы развиты на больших площадях в долине Сырдарьи на слоистых суглинистых и глинистых отложениях, подстилаемых на глубине 0,5—2,5 *м* песками и галечниками; на II террасе песчано-галечниковый горизонт лежит значительно глубже, ниже 5 *м*. Мощность перегнойного слоя аллювиальных луговых почв до 60—80 *см*. В связи с высоким УГВ преобладают анаэробные условия разложения органических остатков и на глубине 50—60 *см* появляется оглеенный горизонт. Большая часть аллювиальных луговых почв Голодной степи в настоящее время орошается. В орошаемых луговых почвах по сравнению с целинными содержится меньше гумуса—1—1,6%, редко 2%. Карбонаты равномерно распределены по профилю.

Болотные, болотно-луговые и лугово-болотные почвы занимают в основном днища бессточных котловин и высыхающих старичных озер с высоким УГВ (0—1 *м*). Они отличаются более тяжелым механическим составом верхних горизонтов и подстилающих материнских пород.

ГВ болотных почв поднимаются до поверхности или находятся на глубине 5—10 *см*. Устойчивое избыточное увлажнение опреде-

ляет господство анаэробных процессов, которые способствуют торфонакоплению и оглеению почв с поверхности. В иловато-болотных почвах гумуса не более 1,5—2%, а в слое торфа —10—20% (Панков, 1970). После предварительного осушения и проветривания верхних горизонтов эти почвы могут быть использованы под посевы риса.

Болотно-луговые почвы развиваются при близких к поверхности ГВ (0,5 *м*), преимущественно средне- и сильнозасоленных. Они формируются из луговых почв при подъеме ГВ и заболачивании. Этот процесс характерен для площадей, осваиваемых под рис. Оглеенный горизонт лежит выше, чем в луговых почвах.

Солончаки занимают довольно большие площади Голодной степи. Среди них выделяются первичные и вторичные солончаки. Вторичные образовались в результате неумелого регулирования водно-солевого режима почв. Первичные, развивающиеся естественным путем, обладают большими солевыми запасами. Например, в Джетысайском понижении на глубине 0—30 *см* они составляют 225—230 *т/га,* а в двухметровой толще — 850 *т/га.* Содержание гипса в солончаковой корке и по профилю почвы очень высокое (более 40—60%), что свидетельствует об интенсивном испарении высокоминерализованных ГВ (свыше 20 *г/л*) в течение многих лет.

Солевые запасы вторичных солончаков невелики. Основная масса солей накапливается на поверхности почвы или на глубине до 10 *см;* нижние горизонты обычно менее засолены. Так как вторичные солончаки образуются при наложении солончакового процесса на светлые сероземы или луговые почвы, то под коркой соли лежат гумусированные почвы с ясно выраженными дреновым и перегнойным горизонтами. Тяжелый механический состав, наличие гипсированных слоев, большая плотность и очень малая порозность обусловливают низкую водопроницаемость солончаков (табл. 5).

По морфологическим признакам выделяются солончаки мокрые, сухие, корковые и пухлые, а по химическому составу — хлоридные, сульфатные и сульфатно-хлоридные.

Причины засоления почв. Многие исследователи связывали вторичное засоление почв преимущественно с хозяйственной деятельностью человека. Стационарными исследованиями почв совхоза «Пахта-Арал», проведенными А. Н. Розановым (1939, 1940, 1941), установлено, что в развитии вторичного засоления огромное значение имеет первичное засоление почв, грунтовых вод и формы рельефа.

Почвообразование в Голодной степи в прошлом протекало неодинаково. В одних случаях почвы прошли луговую стадию без накопления солей, в других — с развитием засоления. Падение УГВ, особенно после образования нижних террас Сырдарьи, вызвало рассоление верхней части сероземов равнинной части III террасы. Ярким свидетельством прошлого засоления сероземов в луговой стадии служат солевые горизонты, сохранившиеся на различных

глубинах почвогрунтов. В шурфе глубиной 19 *м*, заложенном Н. А. Димо (1930) в центральной части Голодной степи, было отмечено 2 солевых горизонта, а на территории совхоза «Пахта-Арал» в 10-метровом шурфе — 4.

Результаты химического анализа водных вытяжек почвогрунтов северо-восточной части Голодной степи также свидетельствуют о наличии в них солевых горизонтов (табл. 6). В пятиметровых разрезах, заложенных нами на различных формах рельефа Джетысайского и Сардобинского понижений, Баяутского эрозионного массива, выделяются 3—4 солевых горизонта.

З. П. Пушкаревой (1969) выяснено, что в покровных отложениях Голодной степи до глубины 20 *м* содержится довольно большое количество легкорастворимых солей (табл. 7), которое необходимо учитывать при составлении водно-солевого баланса для определения объема и схемы мелиоративных мероприятий территорий.

В почвогрунтах на определенных глубинах имеются солевые горизонты, сформировавшиеся при гипергенезе четвертичных отложений. Они способствуют повышению минерализации ГВ при подъеме их уровня и накоплению солей в корнеобитаемой толще.

Другим источником засоления почв являются минерализованные субнапорные подземные воды четвертичных отложений, грунтовые и ирригационные воды. Степень влияния этих источников на соленакопление в почвах определяется конкретными природными условиями территории, вследствие чего почвы Голодной степи засолены чрезвычайно пестро. Среди незасоленных массивов нередко встречаются солончаки, а среди сильнозасоленных — слабо- и незасоленные участки. Кроме того, солевой режим засоленных почв неустойчив — в одних и тех же природно-хозяйственных условиях происходит и засоление и рассоление.

В процессе орошения даже при УГВ ниже 5 *м* земли, особенно солончаковатые и солончаковые, могут активно засоляться. Поливные воды увлажняют почвогрунты до глубины 1,2 *м* и более, испаряются и двигаются в восходящем направлении. С прекращением поливов в корнеобитаемом слое и на поверхности почв накапливаются соли. Если бы в почвогрунтах, хотя бы до глубины 1,5—2 *м*, не было солевых горизонтов, то при глубоком УГВ соли в значительных количествах не скапливались бы.

Степень засоления почв зависит также от микрорельефа. Поверхность Голодной степи значительно осложнена микроповышениями и микропонижениями высотой и глубиной до 0,2 *м*. При орошении таких земель почвы увлажняются неравномерно и во время осенне-зимней промывки недостаточно рассоляются. После полива земель в связи с интенсивным высыханием почв на повышениях рельефа они вторично засоляются быстрее, чем почвы понижений. Положительные микроформы рельефа — это аккумуляторы солей и источники мелкопятнистого засоления. В пределах 1 *га* такие пятна размером 2—3 $м^2$ занимают до 50% площади.

Таблица 6

Распределение солей по профилю почв Голодной степи

№ разреза	Глубина, см	К воздушно-сухой почве, %			
		плотный остаток	HCO_3	хлор	сульфат
III надпойменная терраса					
Светлые сероземы, орошаемые, среднезасоленные					
12	0—20	1,72	0,027	0,04	0,98
	50—60	0,38	0,027	0,01	0,14
	120—130	1,86	0,031	0,04	0,64
	180—200	0,82	0,043	0,09	0,36
	280—300	1,94	0,024	0,12	0,66
	360—370	0,79	0,034	0,04	0,40
	430—460	2,54	0,039	0,11	0,29
	480—500	1,54	0,039	0,14	0,36
26	0—20	0,76	0,027	0,11	0,33
	50—60	1,28	0,031	0,19	0,62
	120—130	0,78	0,031	0,31	0,10
	180—200	1,06	0,027	0,18	0,59
	260—280	1,00	0,025	0,03	0,41
	320—340	0,85	0,026	0,06	0,32
	400—420	0,62	0,028	0,05	0,27
	480—500	0,92	0,029	0,09	0,39
Светлые сероземы, неорошаемые, сильнозасоленные					
181	0—20	1,12	0,003	0,05	0,49
	50—60	2,03	0,031	0,09	0,78
	100—120	1,33	0,027	0,03	0,91
	180—200	0,49	0,0025	0,05	0,19
	260—270	0,61	0,025	0,08	0,27
	300—310	1,00	0,024	0,09	0,32
	400—420	0,72	0,025	0,04	0,20
	460—480	1,16	0,031	0,06	0,34
Джетысайское понижение, корковый солончак					
120	0—3	18,25	0,037	6,30	4,49
	3—8	5,90	0,017	2,09	1,95
	8—27	5,80	0,016	2,03	1,41
	27—40	6,78	0,012	2,24	1,70
	55—70	3,98	0,013	1,63	0 67
	95—115	5,42	0,012	2,18	0,95
	150—180	1,17	0,014	0,40	0,39
	200—250	1,16	0,013	0,30	0,29
	300—340	3,15	0,014	1,21	0,63

Интенсивность накопления солей зависит и от УГВ. Воздействие ГВ, лежащих выше критических глубин, настолько велико, что перекрывает влияние рельефа. В пределах влияния ГВ мелкопят-

Таблица 7

Послойные запасы солей в новоорошаемой зоне Голодной степи *т/га* (по Пушкаревой, 1965)

Точка; № совхоза	Содержание солей в слое				
	0–3 *м*	0–5 *м*	0–10 *м*	0–15 *м*	0–20 *м*
Зона Iа					
Ю-5; совх. № 5	911,6	1491,3	2906,1	4157,7	5277,0
Ю-4; 6	283,3	374,0	969,2	1662,1	2691,1
Ю-9; 8	886,2	1476,7	3218,2	4770,3	6666,2
Ю-34; 8	600,2	1277,4	2710,0	3894,4	—
Зона Iб					
Ю-7; 3	723,9	990,7	2114,4	1336,4	1482,4
Ю-8; 3	721,0	981,5	1304,8	—	—
Ю-35; 2	829,7	911,6	1233,5	—	—
Ю-10; 8	688,0	838,8	1088,5	1293,9	1861,6
Зона III					
Ю-3; 7	350,4	589,1	1272,8	2128,2	3309,8
Ю-12; 1	236,4	381,7	813,6	1158,2	1590,4
Ю-11; 9	293,2	397,8	954,6	1630,3	2551,0
Ю-1; 17	265,4	432,4	1040,6	2146,5	—
Ю-13; 18	215,8	514,1	1383,8	1947,0	—
Ю-14; 19	158,6	368,0	1022,7	1854,5	2738,7
Ю-15; 20	154,3	404,3	1020,0	1872,4	3180,9
Ю-16; 22	133,5	343,0	1036,6	1618	—
Ю-17; 23	165,4	264,4	955,6	1956,1	—
Зона III					
Ю-2; 10	445,5	661,0	1277,0	2240,0	—
Ю-18; 12	232,9	434,3	1167,6	1667,0	—
Ю-19; 28	129,4	283,5	686,6	1152,9	1924,2
Ю-20; 29	151,4	322,9	675,4	1026,6	1176,5
Ю-21; 11	577,2	878,3	527,0	2735,7	4118,2
Ю-22; 26	32,0	83,5	500,6	1271,7	1973,7
Ю-37; 14	224,4	342,9	718,6	1047,1	1357,4
Ю-39; 15	253,0	400,4	721,0	918,6	1480,1
Зона IV					
Ю-23; 30	664,0	900,2	1255,5	1584,6	1754,6
Ю-36; Чимкурган	455,2	733,2	1109,6	1314,6	—

нистое засоление почв переходит в сильнопятнистое. При УГВ 2—3 *м* от поверхности сильнопятнистое засоление переходит в сплошное. Непрерывный подъем уровня влечет за собой площадное засоление орошаемых почв.

Сопоставление степени засоления почв и глубин залегания ГВ восточной части Голодной степи показывает, что на значительно засоленных орошаемых землях УГВ находится преимущественно ближе к поверхности (табл. 8).

Таблица 8

Сопоставление степени засоления почв и УГВ в восточной части Голодной степи (июль—сентябрь 1987 г.), %

Степень засоления почв	УГВ, м				
	0—0,5	0,5—1	1—2	2—3	более 3
Орошаемые земли					
Промытые	0,3	—	17,9	57,4	24,4
Слабозасоленные	—	—	6,6	50,6	42,8
Среднезасоленные	—	—	25,5	52,5	21,9
Сильнозасоленные	—	—	36,3	49,8	13,9
Неорошаемые земли					
Слабозасоленные	7,0	—	—	5,7	87,3
Среднезасоленные	6,1	8,3	8,6	26,4	50,6
Сильнозасоленные	5,8	2,7	15,6	10,7	65,1
Солончаки	—	3,4	16,2	34,5	55,9
Итого	1,1	1,4	12,8	40,5	41,1

Таким образом, почвы Голодной степи и их солевой режим отличаются значительной сложностью и во многом зависят от региональных условий и способов хозяйствования. Устойчивое регулирование солевого режима почв достигается при условии правильного учета местной природной обстановки и физико-химических свойств почвогрунтов.

Глава. III. ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ

Орошение как комплекс хозяйственных мероприятий, включающий строительство ирригационно-мелиоративных каналов, полив земельных участков, лесонасаждения, планировку земель, понижение УГВ и рассоление, мелиорацию озерно-болотных массивов, сев и обработку сельскохозяйственных культур, севообороты, резко изменяет естественные условия Голодной степи. При этом возникают новые качественные соотношения между компонентами ландшафта, которые приводят к новым количественным преобразованиям. Однако орошение может привести и к нежелательным результатам, которые следует заранее предвидеть и предотвращать.

Под влиянием сельскохозяйственной деятельности человека быстрее всего меняются почвенно-растительный покров и животный мир как наиболее динамичные компоненты ландшафта; затем ГВ, которые в зависимости от естественной дренированности территории по-разному реагируют на все, даже очень небольшие изменения в состоянии природных комплексов. Все изменения мелиоративного состояния земель Голодной степи так или иначе связаны с характером ее орошения и освоения на различных этапах эксплуатации ирригационных массивов. В связи с этим динамика мелиоративного состояния земель рассматривается нами последовательно, начиная с доорошаемого периода.

ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ ДО НАЧАЛА ОРОШЕНИЯ

До 1895 г. Голодная степь представляла собой типичную полынно-эфемеровую степь (Димо, 1910, 1911; Караваев, 1914; Попов, 1915; Спиридонов, 1921). Оседлого населения здесь не было, только ранней весной, когда появлялись эфемеры, в долине Сырдарьи выпасали скот. Большая часть степи из-за отсутствия колодцев с пресной водой почти не использовалась.

Крупные черты рельефа доорошаемого периода сходны с современными, однако рельефообразующие процессы этих периодов различны. В доорошаемый преобладали эоловые процессы, разви-

тию которых способствовали супесчано-легкосуглинистые и песчаные отложения положительных форм рельефа, а также «урсатьевские ветры». По данным Н. А. Димо (1910), развеивались пески Баяутского массива, Джетысайского и межконусного понижений южной части степи. По-видимому, такие же процессы протекали на территории Сардобинского понижения и I надпойменной террасы, где ныне фиксируются дефляционные формы рельефа. В руслообраз-

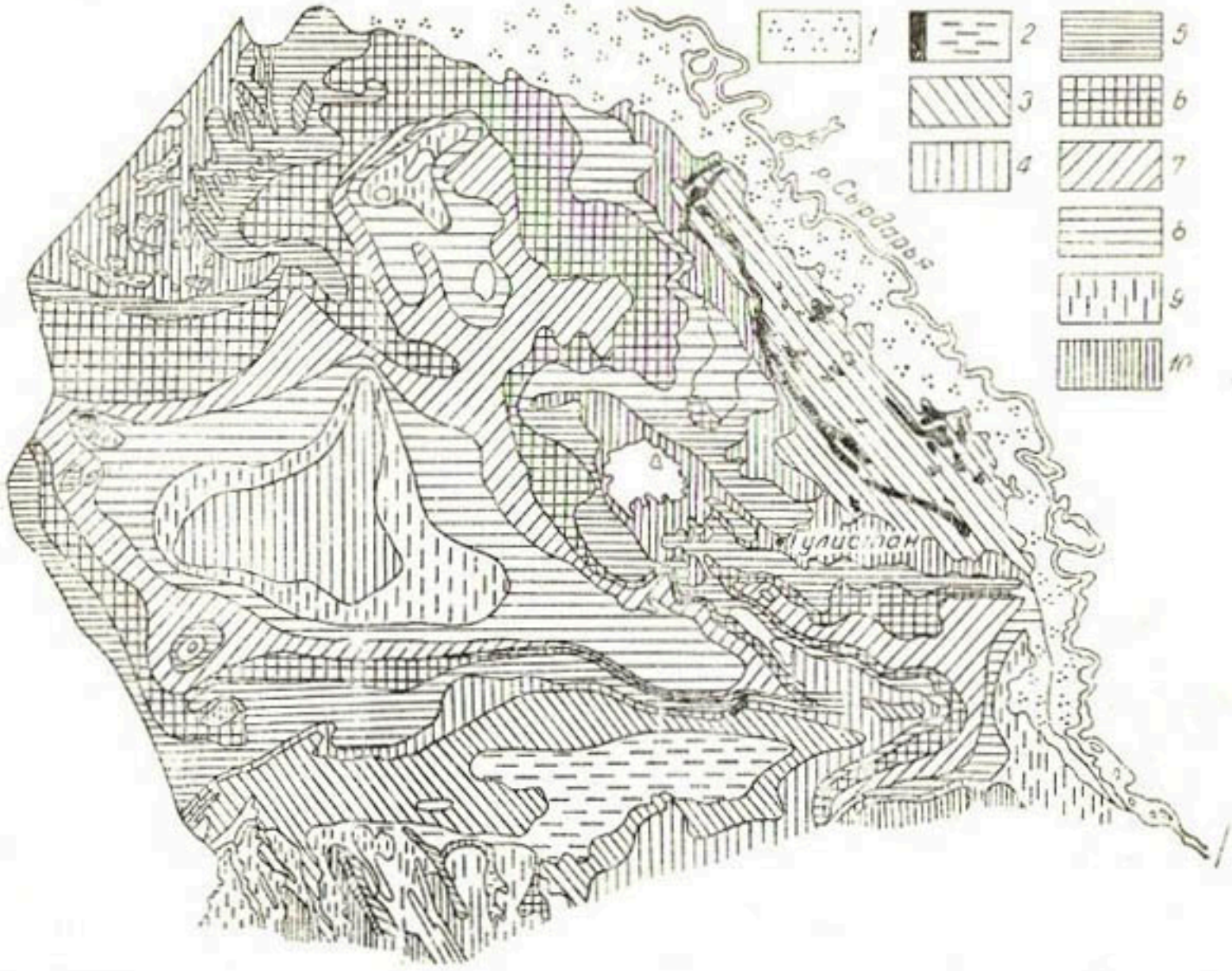


Рис. 5. Глубины залегания грунтовых вод Голодной степи до ее орошения (по Димо, 1919):

1—от 0,7 до 2,5 *м*; *2*—до 2,5; *3*—от 2,5 до 5,0; *4*—от 5,0 до 7,5; *5*—от 7,5 до 10,0; *6*—от 10,0 до 12,5; *7*—от 12,5 до 15,0; *8*—от 15,0 до 17,5; *9*—от 17,5 до 20,0; *10*—более 20,0.

ных бессточных понижениях шло интенсивное солончакообразование.

Эрозионные и карстово-суффозионные процессы, вероятно, не были характерны из-за незначительности атмосферных осадков и задеренованности субстрата. По мере снижения высот террас поднимался уровень и снижалась минерализация ГВ (рис. 5). До орошения и освоения ГВ залегали в основной части площади глубже 10 *м*, в бессточных понижениях — от 5 до 10 *м*, на II террасе — от 2,5 до 5 *м*, на I — от 0,7 до 2,5 *м*. Минерализация ГВ I террасы,

по данным Н. А. Димо, не превышала 1 *г/л*, причем преобладали гидрокарбонаты, затем сульфаты кальция. В пределах II террасы,

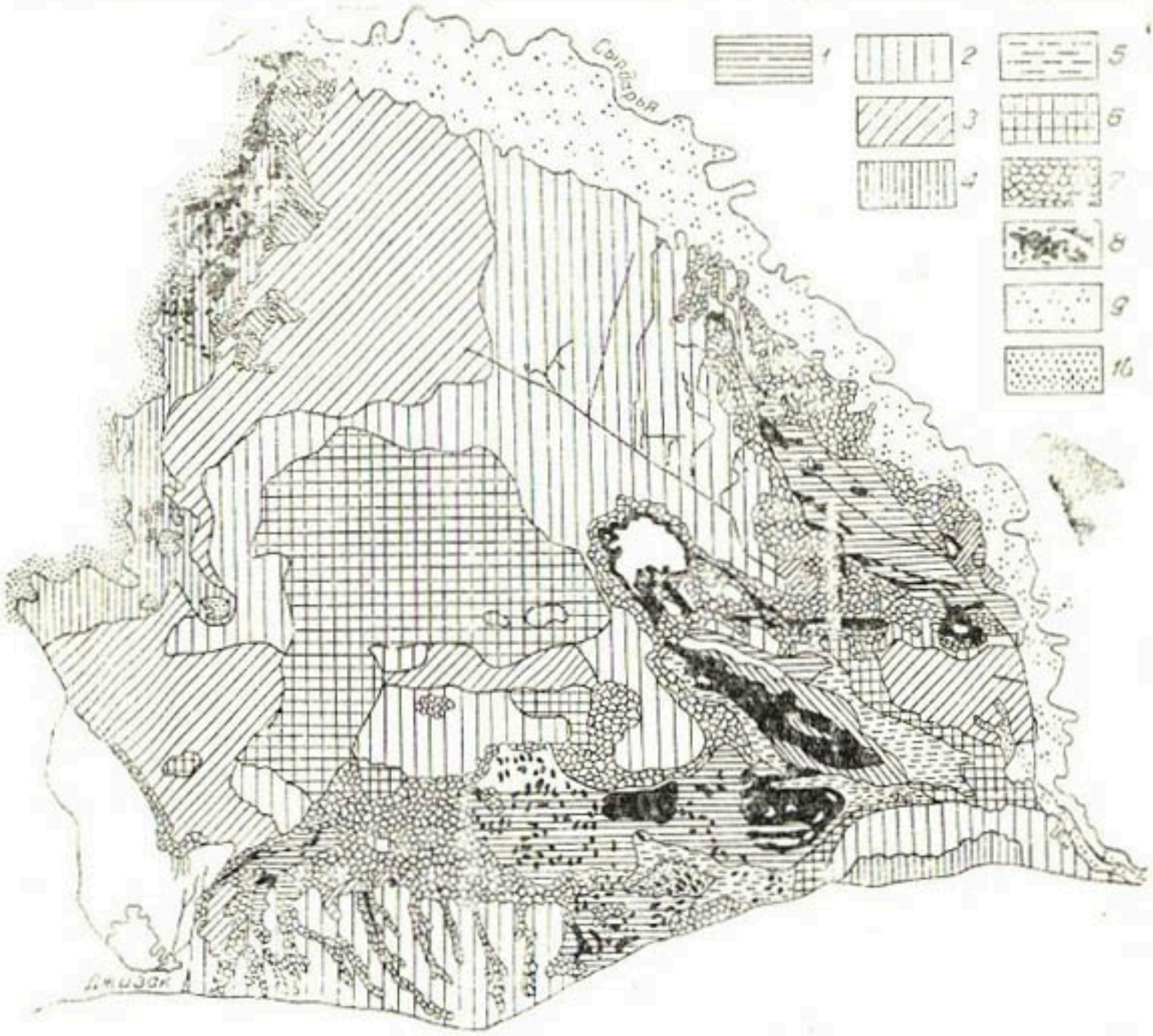


Рис. 6. Засоленность почв Голодной степи до орошения (по Димо, 1919):

Незасоленные почвы с глубоким УГВ—от 6 до 20 *м* и больше: *1*—глинистые и тяжелые суглинистые светлоземы на слоистых глинисто-иловатых наносах с рыхлыми суглинистыми, супесчаными и песчаными прослойками; *2*—тяжелые суглинистые светлоземы на глубоких однородных суглинках, подстилаемых галечниками (или на слоистых рыхлых наносах с песчаными прослойками) Легкие суглинистые светлоземы на тяжелых глинисто-иловатых с рыхлыми прослойками наносах; *3*—легкие суглинистые и супесчаные светлоземы на однородных глубоких суглинках или на рыхлых слоистых наносах, подстилаемых песками; *4*—рыхлые свелоземы песчаные и рыхло-песчаные (по западной границе Голодной степи). Суглинисто-галечниковые и галечниково-каменистые светлоземы на галечниковых слоистых наносах

Засоленные почвы: *5*—слабозасоленные суглинистые и глинистые светлоземы на однородных или слоистых рыхлых наносах, подстилаемых местами песками; *6*—засоленные и сильно засоленные глинистые на тяжелых глинисто-иловатых наносах, подстилаемых рыхлыми слоистыми отложениями; *7*—сильнозасоленные суглинистые и глинистые светлоземы на тяжелых слоистых глинисто-иловатых отложениях.

Солончаковые почвы и солончаки: *8*—плаково-луговые солончаковые почвы. Солончаки.

Аллювиальные и тугайные почвы: *9*—почвы современной долины Сырдарьи, преимущественно засоленные; *10*—песчаные бугры, гряды и навеянные пески.

нижней части подгорной покатости Туркестанского хребта, Баяутского массива и Джизакского конуса выноса минерализация колебалась от 1 до 2,5 *г/л* при явном преобладании ионов сульфата.

В северо-западной части, по Н. А. Димо, минерализация составляла 2,5—5 *г/л*, тип гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный. На левом склоне Шурузякского понижения, Пахтааральской и Каракаройской депрессий и во всей западной части Предкызылкумья — 5—7,5 *г/л*, тип засоления преимущественно гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный; в центральной части Голодной степи — от 10 до 15 *г/л*, тип гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный; в Шурузякском и Джетысайском понижении — от 15 до 20 *г/л*. Преобладание ионов хлоридов М. А. Панков (1962) объясняет местным стоком вод в депрессию с соседних возвышенностей и приносом в понижения в первую очередь более подвижных хлоридов, а также испарением, способствующим выпадению части сульфатов в форме гипса при достижении ими предельной концентрации.

Более высокой минерализацией отличались ГВ Арнасайского понижения — 60—90 *г/л*, тип преимущественно сульфатно-хлоридный; еще более высокой — воды Тузканинской равнины — 370 *г/л*, тип хлоридный. Столь высокая минерализация вод обусловлена приносом солей ГВ с окружающих районов и интенсивным испарением с близкорасположенного (0—2,5 *м*) зеркала.

Таким образом, в Голодной степи до орошения по глубине залегания и минерализации ГВ имели довольно пестрый характер. При этом приходная часть баланса ГВ была равна расходной, их уровень не поднимался резко. Это определило преобладание эфемеровых растительных сообществ на большей части территории и развитие почв в автоморфных условиях с устойчивым развитием нисходящего тока влаги.

С режимом ГВ доорошаемого периода тесно связан солевой режим почв. В южной предгорной части, по карте Н. А. Димо (рис. 6), развивались незасоленные светлые сероземы, а в периферийных частях слившихся конусов выноса — сильнозасоленные светлые сероземы в комплексе с влажно-луговыми солончаковыми почвами и солончаками, как и в настоящее время. Однако вся центральная и северная части Голодной степи были заняты незасоленными светлыми сероземами. Слабо- и среднезасоленные почвы были развиты в основном на склонах Джетысайского и Шурузякского понижений. Сильнозасоленные почвы и солончаки преобладали в днищах бессточных котловин и на I террасе Сырдарьи, где ГВ залегали преимущественно на критической глубине.

Таким образом, в преобладающей части территории Голодной степи почвы были незасоленными, а засоленные занимали главным образом бессточные руслообразные понижения и I террасу Сырдарьи.

ДИНАМИКА МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ СТАРООРОШАЕМОЙ ЗОНЫ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

С 1895 г. (начало орошения) до 1956 г. орошение развивалось в основном в ее северо-восточной части, а потом охватило и цен-

тральную часть (если не считать Джизакского оазиса, где орошение и освоение началось еще в XV в.). Рассмотрим сначала динамику мелиоративного состояния староорошаемой зоны, а затем новоосвоенных земель.

Изменение мелиоративного состояния земель в начале освоения и орошения (1895—1921 гг.). Первый оросительный канал в восточной части Голодной степи был построен в 1895 г. (ныне канал К-3) и орошал в основном III террасу в районе современного совхоза «Мирзачуль». Площадь орошаемых земель не превышала 7,6 тыс. *га*. Канал был технически несовершенным, его воды нередко разливались по полям. Из-за частых неполадок в работе головного сооружения на Сырдарье в вегетационный период в канале временами не было воды.

Пионерами освоения восточной части степи были крестьяне-переселенцы из Европейской части России, которые не имели опыта освоения и орошения пустынных земель, склонных к засолению. В результате неправильного орошения, в частности избыточного полива, уже в начале освоения большие площади земель были выведены из хозяйственного оборота. Избыточный полив мелиоративно неподготовленных земель и частые сбросы вод на периферийные участки способствовали резкому увеличению приходной части баланса ГВ. В результате через 1—2 года УГВ на орошаемых массивах поднялся на 2—3 *м*, а местами на 3—4 *м*, почвы стали интенсивно засоляться и заболачиваться, а понижения превратились в озера и болота. Ярким примером этому служит образование громадного Сардобинского озера, существовавшего до 1959 г. Из-за ухудшения мелиоративного состояния обрабатываемых земель крестьяне на следующий же год переходили на новые незасоленные и незаболоченные участки, что способствовало возникновению кочевого земледелия. Так засолялись и заболачивались все осваиваемые земли восточной части Голодной степи.

В 1913 г. был сдан в эксплуатацию ныне действующий магистральный канал им. Кирова пропускной способностью 50 $м^3/сек$ в головной части, и началось орошение земель равнинных частей II, III террас и Шурузякского понижения. С вводом в действие этого канала общая площадь орошаемых земель к 1917 г. достигла 34,5 тыс. *га* (Кенесарин, 1959). К сожалению, на новых ирригационных массивах применялись те же способы и техника орошения, что и в первые годы освоения земель в зоне канала К-3.

Пагубное действие на мелиоративное состояние хлопковых полей оказали неумеренный полив неспланированных массивов нормами, превышающими в 3—4 раза современные, отсутствие хлопково-травопольного севооборота, регулярных зимних промывок и дренажных сооружений для отвода выклинивающихся ГВ повсеместного рассоления почв путем рисосеяния, сброс лишних поливных вод на периферию обрабатываемых массивов и т. д.

По данным Н. А. Димо (1910, 1919), М. М. Решеткина (1922), М. Д. Спиридонова (1921), в результате сброса вод из канала К-3

и позже из Левой ветви канала им. Кирова уже к 1908 г. Сардобинское понижение превратилось в большое озеро площадью более 5,5 тыс. *га*. Вокруг озера полосой в 2—3 *км* возник камышово-болотный комплекс, а за ним лугово-мокрые солончаки, чередующиеся с болотами и мелкими озерами.

Глубокие изменения в мелиоративном состоянии земель происходили вдоль оросительных каналов III террасы, где в первые годы эксплуатации на расстоянии примерно до 500—600 *м*, вследствие инфильтрации вод из каналов и гидростатического давления заболачивались, засолялись, оседали и просаживались грунты, возникали карстовые и суффозионные провальные воронки и подземные галереи, глубокие ирригационные борозды, рытвины и промоины. На месте прежних незасоленных почв возникали корковые и мокрые солончаки с галофитными группировками, болотами, тростниками и рогозами. Вначале наблюдалось пятнистое засоление, затем сплошное, и большие площади стали выпадать из сельскохозяйственного оборота. КЗИ ежегодно уменьшался. В результате частых прорывов дамб и катастрофических разливов многие котловины и замкнутые понижения превратились в озера, следы которых сохранились на территории совхозов «Мирзачуль», «Славянка», колхоза «Москва» и др.

На II террасе, особенно на восточной половине, которая дренируется обрывом, ГВ поднялись лишь на 1—2 *м*, что не вызвало резкого засоления земель (Панков, 1962). В то же время в западной части террасы, где проходит Правая ветвь канала им. Кирова, УГВ поднялся с 2,5—5,0 до 1,0—1,5 *м*.

На неорошаемой I террасе и в Джетысайском понижении в связи с отсутствием орошения естественная структура ландшафтов и мелиоративное состояние земель существенно не менялись.

Изменение мелиоративного состояния земель в период интенсивного орошения и освоения земель. С 1922 по 1952 гг. в восточной части Голодной степи реорганизовывалось сельское хозяйство, создавались колхозы и совхозы, управления по оросительным и дренажным сетям, опытно-мелиоративная станция в Пахта-Арале. Все это оказало положительное влияние на мелиоративное состояние земель. Однако на осваиваемых землях все же возникали нежелательные процессы, и площади галофитных ландшафтов непрерывно расширялись. В 1923—1924 гг. А. А. и Ю. А. Скворцовы под непосредственным руководством Н. А. Димо провели повторную съемку почвенно-мелиоративного состояния земель освоенной части Голодной степи и составили ряд карт по глубинам залегания и минерализации ГВ и засолению почв с пояснительным текстом. По их данным, площади слабо- и незасоленных земель сократились более чем в 2 раза по сравнению с доорошаемым периодом, в то время как площади средне- и сильнозасоленных почв увеличились в 10, солончаков в 5 раз.

В 1932—1937 гг. в освоенной части Голодной степи в целях правильного применения минеральных удобрений проведены детальные почвенные съемки, в которых участвовали Б. В. Горбунов, К. М. Клавдиенко и др. Были составлены сводные карты по Мирзачульскому и Пахтааральскому районам. В 1935 г., а затем в 1937 г. эти карты были детализированы М. А. Панковым, С. П. Сучковым и Б. А. Пудовкиным. В 1935 г. начались исследования почв в целях улучшения мелиоративного состояния земель. Эти работы проводил М. А. Панков. На основе полученных материалов им были составлены почвенные и мелиоративные карты и очерк «Почвы Голодной степи и их засоление», обобщающие итоги исследований вторичного засоления почв. Было установлено, что в 1934—1935 гг. площади слабо- и незасоленных земель в староорошаемой части Голодной степи, по сравнению с доорошаемым периодом, сократились в 2,5 раза, среднезасоленных — в 2 раза, в то время как площади сильнозасоленных возросли более чем в 12, солончаков — в 10 раз.

Начиная с 1935 г., после коренного улучшения систем водопользования и агротехники, УГВ незначительно снизился, и процессы засоления почв стали ослабевать (Ковда, Розанов, 1939, 1948). Уже в 1936 г. на большей части орошаемой территории УГВ понизился на 1 *м*, а местами и более. Появилась возможность эффективных промывок рассоления на некоторых участках верхнего горизонта почв. Урожайность хлопчатника повысилась с 8—10 до 15 *ц/га*. Однако массовые промывки солончаков без глубокой КДС при отсутствии травопольно-хлопкового севооборота и контроля за рациональным водопользованием, а также расширение площадей под посевы риса вызвали новый подъем УГВ и расширение территории засоления. Так, в 1940—1942 гг. ГВ находились на глубине 1—3 *м*, а в Шурузякском и Сардобинском понижениях на 0—1 *м*. По данным М. Н. Рождественского (1946), площадь рисовников в 1938 г. составила 55 *га*, а в 1942 г. 6 тыс. *га*. Это объяснялось необходимостью увеличить производство сельскохозяйственных продуктов в период Великой Отечественной войны.

В целом в предвоенные и военные годы нежелательные природные процессы были особенно интенсивны, только в 1941 г. переложные земли составляли 65,5 тыс *га* (Кенесарин, 1959). В послевоенные годы водопользование было урегулировано, резко снижены поливные нормы, загущена КДС. Эти мероприятия, а также совершенствование агротехники, внедрение люцерново-хлопкового севооборота, обсадка каналов деревьями обеспечили значительное снижение УГВ. Площади засоленных и заболоченных земель сократились, а урожайность хлопчатника повысилась. Однако мелиоративное состояние земель все же не отвечало условиям нормальной вегетации культур. К началу 1952 г. слабо- и незасоленные почвы составляли 50% территории староорошаемой зоны, среднезасоленные — 14%, сильнозасоленные и солончаки 36% (Михельсон и Пояр-ков, 1960). По сравнению с 1935—1942 гг. в 1952 г. наблюдались

признаки рассоления — площади солончаковых комплексов сократились почти в 2 раза, а автоморфных комплексов со слабо- и незасоленными почвами во столько же раз увеличились за счет уменьшения площадей сильно- и среднезасоленных комплексов.

В старой зоне (до 1940 г.) орошение проходило без дренажа. Только с 1940 г. на землях Гулистанского и Сырдарьинского районов, а несколько позже Баяутского и Пахтааральского, началось строительство открытой КДС. Первые инженерные коллекторы были построены в Шурузякском понижении. Коллектор Шурузяк проходит по низшим точкам одноименной впадины, общая длина его 75 *км*. Строительство коллектора началось еще в 1909 г. Он предназначался для приема катастрофических сбросов из канала им. Кирова, для чего на 58-м *км* канала был сооружен специальный шлюз-регулятор. Однако катастрофические сбросы приводили к резким колебаниям горизонтов воды в русле коллектора и вызывали интенсивное разрушение и оползание откосов. Попытки нормализовать техническое состояние путем очистки не оправдывали затрат (Броницкий, 1964).

В 1940 г. для снижения УГВ на Шурузякском понижении развернулось строительство открытой КДС. При этом для кардинального улучшения мелиоративного состояния земель массива функция Шурузякского коллектора по приему катастрофического сброса воды была ликвидирована, сброс сохранился только на 47-м *км* для Правой ветки. Это существенно улучшило водопроводимость коллектора, особенно в верхней части, где распространены солончаки. С 1940 по 1956 г. верхнюю часть коллектора через каждые 3—4 года очищали и незначительно углубляли, были построены боковые дренажные сети. Все это заметно влияло на заглубление УГВ и рассоление почв.

Таким образом, до 1945 г. в староорошаемой части Голодной степи продолжали интенсивно возникать нежелательные явления и процессы, которые в 1939—1942 гг. достигли апогея.

Во второй половине этого периода в результате планомерной и устойчивой борьбы их интенсивность ослабла, природные и мелиоративные комплексы стали «культурно-устойчивыми».

Тенденция изменения мелиоративного состояния земель в период интенсивной мелиорации.

С 1952 г. начался новый этап — активная борьба с неблагоприятными процессами: засолением и заболачиванием. Стали осваиваться также переложно-залежные земли, которые до этого выпали из хозяйственного оборота из-за вторичного засоления. Расширились площади поливных массивов, на которых планомерно проводились мероприятия по улучшению почвенно-мелиоративного состояния земель. Укрепление орошаемых массивов позволило увеличить КЗИ и урожайность культур, ускорить механизацию сельскохозяйственного производства, рациональнее использовать воду и землю.

Мелиоративное состояние земель восточной части Голодной степи улучшилось в основном за счет увеличения дренированности

земель и устойчивое повышение в итоге урожайности хлопчатника в совхозах «Пахта-Арал», «Социализм» и др.

Многолетние наблюдения по глубоким профилям почвогрунтов позволили установить, что под действием промывок и орошения рассоление распространяется прогрессивно сверху вниз, захватывая всю толщу покровных суглинков (Решеткина, 1971).

Успешные опытно-производственные испытания вертикальных дрен в староорошаемой части степи и большие трудности строительства и эксплуатации открытой горизонтальной дренажной се-

Таблица 9

Рост коллекторно-дренажной сети в старой зоне орошения Голодной степи (по Шленкину, 1971)

Районы Сырдарьинской области	Удельная протяж. гориз. дренажа, пог. *м/га*			Число скв. вертик. дренажа	
	на 1. I 1963	на 1. I 1969	рост, %	на 1. I 1963	на 1. I 1969
Гулистанский	20,7	24,2	17,0	6	107
Сырдарьинский	20,1	23,4	17,0	—	30
Пахтааральский	10,1	13,6	34,0	1	91
Кировский	3,3	8,8	167,0	—	—
Джетысайский	5,6	14,8	164,0	—	9
Баяутский	19,2	19,5	2,0	—	10
Итого	13,3	17,9	35,0	7	247

ти послужили толчком к внедрению вертикального дренажа на площади более 200 тыс. *га*. Массовое строительство скважин вертикального дренажа в этой зоне началось с 1964 г. (табл. 10).

Начиная с 1965 г. в связи с размещением скважин вертикального дренажа в пределах Шурузякского понижения и отдельных участков равнинной части III террасы (на территории совхозов «Малек», «Пахта-Арал» и др.) почвы стали устойчиво рассоляться. Существенно улучшилось водопользование: поливные нормы приведены в соответствие с гидромодульным районированием, распределители оборудованы инженерными вододелителями, усовершенствована техника полива и т. д. Планировка многих участков орошаемых земель совхозов «Баяут», «Социализм», «Гулистан», «Дружба», «Славянка», «Мурзачуль», а также многих хозяйств, расположенных в северо-западной части Голодной степи, позволила равномерно распределять поливные воды по картам (участкам). В результате пополнение запасов ГВ ирригационными водами резко сократилось. Почти всюду внедрен травопольно-хлопковый севооборот, борта оросительных каналов обсажены деревьями. Все это усилило тенденцию к окультуриванию и преобразованию ландшафтов староорошаемой части степи при одновременном радикальном улучшении мелиоративного состояния земель.

За указанный период улучшилось мелиоративное состояние земель равнинной части III террасы. В результате перекачек (1959 г.) вод озер и болот Сардобинского понижения в ЦГК и сооружения там загущенной дренажной сети озерно-болотный ландшафт сменился ландшафтом корковых и пухлых солончаков.

В Джетысайском понижении в связи с дальнейшим подъемом УГВ, увеличением площади солончаков, сбросом лишних поливных и промывных вод с соседних ирригационных массивов продолжали

Таблица 10

Рост строительства и основные показатели работы скважин вертикального дренажа в старой зоне Голодной степи в 1966—1971 гг. (по Сабирову и Броницкому, 1973)

Показатель	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Кол-во скважин	89	137	228	283	365	211
Мелиорат. площадь, тыс. *га*	103	36,1	51,9	65,8	85,2	5,5
Дрен. сток за год, *тыс. м³*						
из 1 скв.	855	1060	1140	1190	1369	1460
с 1 *га*	7,6	3,9	4,9	5,2	5,7	5,7
Вынос солей, *т/год*,						
из 1 скв.	2843	3620	3750	3660	5000	4111
с 1 *га*	24,6	13,2	16,2	16,0	20,4	15,9
в том числе хлора						
из 1 скв.	—	815	780	660	890	830
с 1 *га*	—	3,0	3,4	2,9	3,6	3,2
Ср. площадь мелиорир. земель на 1 скв *га*	116	274	230	230	334	258

формироваться озерные и болотные комплексы. Следовательно, мелиоративное состояние земель здесь развивается по тому же пути, что и Сардобинского и Шурузякского понижений в начале освоения степи.

Земли равнинной части II террасы с углублением ГВ рассоляются, старичные озерно-болотные комплексы осушаются.

После улучшения условий дренажа в Шурузякском понижении ГВ опустились до 2—3 *м* и более и началось рассоление субстрата. По данным Узгипроводхоза, площади солончаков в понижении составили в 1952 г. 8271 *га*, в 1958 г.— 5315 *га*, 1968 г.— 2431 *га*. Озерно-болотный и переложно-солончаковый комплексы на большей части территории сменились орошаемыми преобразованными комплексами.

На I террасе осушаются старичные озерно-болотные комплексы и опустыниваются туги. При этом болота и озера террасы осушаются не только под действием КДС, но и в связи с понижением

уровня р. Сырдарьи, ввиду забора части ее вод на орошение. После строительства плотин и водохранилищ в бассейне рек Ахангарана и Чирчика пойма и часть I террасы во время половодья почти не затопляются, и ГВ интенсивно дренируются их руслами. В северной же части степи в связи с заполнением Чардаринского водохранилища значительная часть орошаемых земель подвержена подтоплению и возникла угроза засоления земель по периферии.

Устойчивое улучшение мелиоративного состояния земель староорошаемой зоны подтверждается данными табл. 11.

Таблица 11

Динамика засоленных площадей (*га*) зоны старого орошения Голодной степи, % (по данным Узгипроводхоза)

Год исследования	Степень засоления почв				Всего
	слабо- и незасоленные	среднезасоленные	сильнозасоленные	солончаки	
1908—1912	72438	30851	2146	4869	110304
	65,7	28,0	1,9	4,4	100,0
1923—1924	32844	36173	20911	20376	110304
	29,8	32,9	18,2	18,4	100,0
1935	30617	16074	24449	39164	110304
	27,6	14,5	22,5	35,3	100,0
1952	54638	15837	19653	20196	110304
	49,6	14,3	17,8	18,3	100,0
1958	51593	17913	20697	10101	110304
	55,8	16,3	18,8	9,1	100,0
1966	69436	18924	13897	8047	110304
	62,9	17,7	12,6	7,3	100,0

На 1. I 1974 г. в старой зоне орошения Голодной степи введено в строй 327 скважин против запроектированных 450. Наблюдается явное рассоление засоленных земель по сравнению с 1966 г. в результате интенсификации дренажа (табл. 12). Об этом свидетельствуют снижение уровня и рассоление ГВ (табл. 13).

Таким образом до 1952 г. наблюдалось в основном засоление и заболачивание земель в результате недостаточно умелого регулирования природными и мелиоративными процессами, затем, особенно после 1965 г., наметилась устойчивая тенденция общего рассоления и заглубления ГВ с одновременным опреснением их верхнего слоя.

ОСВОЕНИЕ НОВОЙ ЗОНЫ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ И ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Началом освоения целинных земель в новоорошаемой зоне Голодной степи следует считать 1956 г., когда ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли решение об орошении и хозяйственном освоении в Голодной степи 300 тыс. *га* целинных земель и прове-

Таблица 12

Солевой баланс (приближенный) по староорошаемой зоне Голодной степи на 1966—1971 гг (по данным Управления мелиорации и водного хозяйства УзССР)

Год	Водозабор из рек, млн. $м^3$	Минерализ. оросит. воды, *г/л*		Сток сбросной дрен. воды, млн. $м^3$	Минерализ. дрен. сбросной воды, *г/л*		Поступление солей с оросит. водой, тыс. *т*		Вынос солей с дрен. сбросной водой, тыс. *т*		Уменьшение солей, тыс. *т*		Увеличение солей, тыс. *т*	
		пл. ост.	Cl		пл. ост.	Cl	пл. ост.	Cl	пл. ост	Cl	пл. ост	Cl	пл. ост.	Cl
1966	3327	0,88	0,106	1066 (32%)	3,00	0,47	2928	353	3198	501	270	148	—	—
1967	3265	1,05	0,13	1185 (36%)	2,99	0,47	3428	424	3546	557	118	—	—	—
1968	3710	0,97	0,15	1607 (43%)	2,97	0,43	3599	557	4773	691	1174	134	—	—
1971	2070	0,95	0,08	1223 (59%)	8,65	0,33	1966	182	3241	493	1275	221	—	—

Таблица 13

Распределение земель староорошаемой части Голодной степи (*га*) по глубинам и минерализации ГВ (по состоянию на апрель и октябрь 1973 г. по данным Управления оросительной системы Сырдарьинской области)

Район	Месяц	Площади, охваченные наблюдением, тыс. *га*	Валовая площадь, тыс. *га*	Земли							
				с УГВ, *м*				с минерализацией ГВ, *г/л*			
				0—1	1—2	2—3	более 3	0—3	3—5	5—10	более 10
Гулистанский	Апрель	65771	74020	215	17829	31860	15868	15880	20505	16056	13330
	Октябрь	65771	74020	350	12875	35096	17450	18875	25541	11980	9375
Сырдарьинский	Апрель	37050	39025	—	6670	17459	12921	20775	7900	6975	1400
	Октябрь	37050	39025	3975	4875	8950	20050	21175	9450	5075	1350
Ворошиловский	Апрель	42495	42495	—	5450	31370	5675	17310	16475	7160	1550
	Октябрь	42495	42495	—	11575	27170	3750	23895	11675	6325	600
Баяутский	Апрель	39979	41079	1275	10444	21585	6675	10450	15675	10800	3054
	Октябрь	39979	41079	—	3925	26004	10050	16075	18179	5675	50
Итого	Апрель	185295	196619	1490	40400	102274	41138	64415	60555	40991	19334
	Октябрь	185295	196619	4325	32459	97220	51300	80060	64845	29065	11325

дении мелиоративных мероприятий в зоне старого орошения. Для выполнения этой задачи в Голодной степи была создана специальная строительная организация — Главголодностепстрой, призванная осуществлять комплексное строительство хлопкосеющих совхозов как передовых высокомеханизированных предприятий с технически совершенными оросительными системами и благоустроенными населенными пунктами.

Согласно проекту, в 1961 г. был введен в строй ЮГК предназначенный для орошения 357 тыс. *га*. С этого момента началось орошение и освоение земель в подкомандной зоне ЮГК. Впервые вместо обычных земляных распределителей здесь применялись железобетонные лотки и трубопроводы, усовершенствованная техника полива и др. В результате был достигнут высокий КПД оросительной системы. Однако несмотря на это уже на второй год эксплуатации начался подъем УГВ и накопление солей в корнеобитаемом слое. Особенно интенсивное изменение мелиоративного состояния земель наблюдалось в периферийной части ЮГК, где почвы близки к солончаковатым и солончаковым; ГВ залегали на глубине 3—5 *м*. По данным Р. А. Алимова и Н. М. Решеткиной (1964), после первого года использования земель под посевы хлопчатника он поднялся до 1—3 *м*, на землях с глубоким УГВ подъем шел со скоростью 2—3 *м/год*. На территории совхоза № 4 и 5 ГВ поднялись особенно быстро — до 1,5—2 *м* после первого полива, после второго приблизились на 0,5—1,0 *м*, а в июне и июле превысили критический уровень, следствием чего явилось вторичное засоление, вызвавшее местами гибель хлопчатника (Федоров, 1964).

К резкому ухудшению мелиоративного состояния земель новой зоны привело и то, что освоение началось до окончания строительства дренажной сети, без надлежащей промывки засоленных земель до определенной глубины и влагозарядковых поливов на незасоленных землях, хлопчатник был посеян на неспланированных полях, удельная протяженность дрен была недостаточной, поливные нормы — чрезмерно большими.

В новой зоне в первую очередь был освоен юго-восточный массив площадью 92 тыс. *га*, прилегающей к ЮГК. По первоначальному проекту 1957 г. удельная протяженность КДС здесь должна была составить 23 пог. *м/га*. Специалисты рассчитывали на медленные темпы подъема УГВ (0,5 *м* в год). Предполагалось, что он поднимется до опасного положения только через 12—20 лет, поэтому строительство дренажа относили на второй план. Однако в первые же годы орошения выявилась недостаточность протяженности КДС. В связи с этим началось интенсивное засоление почв и подъем ГВ, в результате земли выпали из хозяйственного оборота. По данным Х. Якубова и Г. Е. Батурина (1971), на территории с-за № 4 в 1962 г. было использовано 90,2% земель, а в 1963 г. — 10,9%; в с-зе № 5 — соответственно 75% и в последующие годы — от 22,5 до 27,9% (табл. 14).

В с-зе № 4 вместо бороздкового полива было применено дождевание, первый полив производился сильно заниженной нормой — 500 *м³/га* — в 3 раза меньше обычной. По сообщению А. Б. Федорова (1964), такой нормой был увлажнен лишь верхний слой почвы 20 — 30 *см*, т. е. частично солевой горизонт, из которого соли начали перемещаться с капилляроподвижной влагой к верхним горизонтам, вызывая угнетение хлопчатника, а местами и гибель его. Началось вторичное засоление почв без участия ГВ. Участили поливы, однако процесс засоления стал развиваться еще интенсивнее; пришлось перейти на поливы по бороздам, которые на неспланированных полях требуют чрезмерно больших затрат поливной воды.

Таблица 14

Динамика засоления земель и снижения урожайности хлопчатника в совхозе № 6 (по Рамазанову, Батурину и Лазаридису, 1969)

Показатель	1963	1964 г.	1965 г.	1966 г.	1967 г.
Площадь сильнозасоленных земель, *га*	1000	1800	2330	2510	2640
Урожайность хлопчатника, *ц/га*	20,6	21,0	24,2	20,7	19,0

Таким образом, с самого начала освоения новой зоны в связи с недостаточной мелиоративной подготовленностью земель возникла реальная угроза засоления. Поэтому в 1962—1963 гг. проект освоения и орошения юго-восточного массива был пересмотрен. Решено было строить частые закрытые горизонтальные дрены глубиной 3—3,5 *м* и довести их удельную протяженность до 90—100 пог. *м/га*. В план мелиоративной подготовки земель были включены капитальная промывка засоленных почв нормой 5—25 тыс. *м³/га*, строительство загущенного временного дренажа, качественная планировка полей с созданием оптимальных уклонов позволяющих проводить полив при равномерном увлажнении. Пересмотрены также нормы полива в зависимости от физических свойств почв и т. д.

В результате изменились и экономические показатели проекта, в частности, за счет новых работ возросли капитальные вложения на ирригационно-мелиоративную подготовку земель. По данным Р. А. Алимова и Н. М. Решеткиной (1964), согласно проекту 1959 г. затраты на орошение и освоение 1 *га* земель в зоне, прилегающей к ЮГК, составляли 1200 руб., по проекту 1962 г.— 2900 руб.

В соответствии с новым решением на вновь освоенной части степи за короткий срок была резко увеличена протяженность КДС (табл. 15).

Горизонтальный дренаж намечено построить на площади 230 тыс. *га*, а вертикальный — на 39 тыс. *га*. В настоящее время из

Таблица 15

Протяженность дренажа, динамика дренажного стока и вынос солей в новой зоне орошения Голодной степи (по данным Озерского, 1973)

Показатель	1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.
Строительство дренажа, *км*	470	821	1014	1355	882	1539	1464	1516
Дренажный сток, тыс. $м^3$	5074	81906	145454	196149	290567	295040	415000	437889
Вынос солей, тыс. *т*	583	962	1201	1542	2818	2020	2400	3053

орошенных и освоенных 214 тыс. *га* горизонтальный дренаж обслуживает 163 тыс. *га*, а вертикальный — 26 тыс. *га*. Дренажная сеть состоит из 8460 *км* закрытых горизонтальных дрен, 401 сква-

Таблица 16

Урожайность хлопка-сырца (*ц/га*) в новой зоне орошения Голодной степи (по данным Министерства сельского хозяйства УзССР)

Совхоз; район	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	1973 г.	1974 г.
„Фергана"; Акалтынский	17,7	19,2	21,9	24,8	28,6	23,6
им. Ленина; Дустликский	16,0	14,8	20,2	25,7	27,6	24,1
XV съезда ВЛКСМ; Дустликский	19,4	21,4	23,0	25,5	26,9	30,7
„Пахтакор"; Пахтакорский	13,0	22,4	21,6	24,6	26,3	26,2
„Самарканд"; Пахтакорский	18,4	22,3	23,6	25,9	29,3	30,7
им. С. Рахимова; Октябрьский	14,1	15,3	19,6	21,2	23,2	19,1
им. Титова; Ильичевский	18,7	23,8	23,7	25,2	34,0	27,4

жины и 2,7 тыс. *км* коллекторов. Отдельные участки сильнозасоленных земель хорошо спланированы и достаточно промыты, однако промывка засоленных земель (около 30% подкомандных ЮГК, сильно- и среднезасоленных) еще не завершена. По данным В. А. Духовного (1973), специализированное строительное управление Голодностепстроя организовало промывки в 1969 г. засоленных земель на площади 1,2 тыс. *га*, в 1970 г.—на 1,8, а в 1971 г.—на 3,6 тыс. *га*. В 1972 г. планировалось произвести капитальную

промывку на площади до 6,5 тыс. *га* и в 1974 г.— до 15 тыс. *га*. Таким образом, освоение земель в новой зоне еще не закончено.

Комплексный характер освоения и орошения земель в новой зоне позволил довести темпы ввода в оборот в среднем до 17,5 тыс. *га* в год, что в 4 раза превышает темпы прироста земель в старо-орошаемой зоне и в 3 раза — в Шерабадской степи. Если в 1963 г. общая площадь орошаемых земель составляла около 53 тыс. *га*, то в 1972 г. она достигла 194 тыс. *га*, КЗИ увеличился соответственно от 0,86 до 0,94.

В результате улучшения мелиоративного состояния земель и сдачи новых земель в эксплуатацию в полном ирригационно-мелиоративно подготовленном состоянии постепенно повышаются урожайность хлопчатника (табл. 16) и валовые сборы хлопка-сырца. Объем производства хлопка здесь в 1974 г. составил 350 тыс. *т*.

В основу проекта освоения новой зоны был положен сероземно-луговой мелиоративный режим орошения, т. е. предусматривалось поддержание УГВ не выше критического (2,5—3,5 *м*). Не была учтена первичная глубина ГВ, которая до орошения в центральной части Голодной степи лежала ниже 15 *м*, а в периферийной части конусов выноса — от 1 до 5 *м*, в западной части — 5—10 *м*. Поддерживать УГВ на глубинах 2,5—3,5 *м* предполагалось преимущественно при помощи загущенной сети закрытых горизонтальных дрен. В настоящее время ГВ уже всюду достигли этого предела, в результате инфильтрации на поливных картах, что хорошо увязывается с большими оросительными нормами (до 15 тыс. $м^3/га$) на этом массиве. Орошение играло рассоляющую роль. Теперь, когда УГВ повсеместно приблизился к критическому, естественное рассоление заменяется засолением почв. Сейчас этот процесс предотвращается существующей здесь дренажной сетью. Однако несмотря на это на определенных площадях из-за недостаточной работы КДС и отсутствия качественных промывок наблюдается засоление почв. Все это является результатом более сложной природно-мелиоративной обстановки Голодной степи и особых условий протекания здесь процессов засоления и рассоления.

Глава IV ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ МЕЛИОРАЦИИ

ПРИНЦИП ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИЙ И ПОНЯТИЕ "ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНЫЙ КОМПЛЕКС.

Эта оценка территории основывается на анализе и синтезе природных факторов, определяющих как технические условия строительства каналов и гидротехнических сооружений, так и возможности появления неблагоприятных вторичных природных процессов в период эксплуатации земель.

Сложность оценок заключается прежде всего в многочисленности и разнохарактерности природных факторов, определяющих мелиоративное состояние земель. Наиболее важными для проектирования и эксплуатации ирригационно-мелиоративных систем, факторами являются рельеф, грунты, гидрогеологическая обстановка и водно-солевой режим почвогрунтов, геохимические и физико-географические процессы. Совокупность этих факторов позволяет установить степень сложности эксплуатируемых орошаемых массивов в целях улучшения почвенно-мелиоративного состояния старо-орошаемых и новоосваиваемых земель.

Территории, обладающие сходными свойствами и требующие создания оптимальных вегетационных условий однородными мелиорациями, можно назвать природно-мелиоративными комплексами. Режимом развития этих комплексов управляет человек.

Природно-мелиоративные комплексы целинных земель обычно соответствуют природно-территориальным комплексам, в частности простым урочищам или местностям и т. д. Например, солончак как природно-мелиоративный комплекс, занимающий днище бессточной котловины, по морфологической структуре соответствует простому урочищу; то же можно сказать о болотах, развивающихся в старичных понижениях низкой террасы, и т. д. Для оценки таких территорий, не нарушенных сельскохозяйственной деятельностью человека, обычно используют ландшафтно-индикационный метод, основанный на корреляционных связях компонентов ландшафта.

На орошаемых же землях из-за нарушенности естественных взаимосвязей природных компонентов площади природно-мелиоративных комплексов иногда не соответствуют природным выделам. Так, в естественных условиях на склонах гряд и холмов и на пока-

тых пролювиальных равнинах ГВ обычно лежат глубоко, и соли в толщах почвогрунтов не накапливаются. На орошаемых землях ГВ подняты выше, их минерализация и водно-солевой режим почв пестрые, что влияет на другие природные элементы. На территориях с нарушенными связями возможности ландшафтно-индикационного метода ограничены. В этом случае, помимо ландшафтной карты, целесообразно опираться на данные крупномасштабных геоморфологических, гидрогеологических, почвенно-мелиоративных, инженерно-геологических и других синтетических карт, содержащих технические сведения по данным территориям.

В Голодной степи можно выделить группы природно-мелиоративных комплексов: а) не нуждающихся в орошении; б) не пригодных для регулярного орошения и в) нуждающихся и пригодных для орошения. Эта группировка основана на литолого-геоморфологических принципах, определяющих гидрогеологические и почвенные процессы, динамику физико-географических и мелиоративных процессов, тенденции их развития под влиянием антропогенных и техногенных факторов. При этом учитываются также степень сложности освоения целинных земель, мелиоративное состояние освоенных массивов и тенденции их развития под влиянием орошения.

К территориям, не нуждающимся в орошении, общей площадью 10 тыс. *га*, относятся избыточно увлажненные комплексы: сегментные поймы с лугово-тугайными и болотными и аллювиальными луговыми почвами под тростником, рогозом, вейником, ажреком, прибрежные туган; болота; старичные озера и котловины низких террас с засоленными иловато-болотными и торфяно-глеевыми почвами под осокой, ажреком, тростником. В Голодной степи для регулярного орошения не пригодна довольно большая территория. Это солончаковые бессточные котловины, сильнорасчлененные участки террас, подгорные делювиально-пролювиальные расчлененные шлейфы со слаборазвитым почвенным покровом и т. д. Данные природно-мелиоративные комплексы лишены благоприятных вегетационных условий.

Территории, пригодные для орошения, включают преимущественно природные комплексы с благоприятными для выращивания сельскохозяйственных культур условиями. Но степень сложности этих территорий при освоении целинных или улучшении мелиоративного состояния орошаемых земель различна. Для определения мелиоративной сложности территорий были установлены критерии сложности ведущих природных компонентов и разработана шкала степеней сложности (табл. 17, 18). Приведем наиболее важные критерии сложности.

Рельеф: а) преобладающие уклоны, определяющие технику и способы полива, водный режим почв, направление оросительных и дренажных сетей, возможности возникновения ирригационной эрозии; б) степень горизонтального и вертикального расчленения рельефа, оказывающая большое влияние на технику и способы полива, естественную дренированность территории, размеры и конфигура-

Таблица 17

Критерии сложности освоенных и подлежащих орошению земель Голодной степи

Степень сложности территорий и мелиораций	Рельеф				Почвогрунты
	равнины	поверхность	уклон	глубина расчленения, м	
Простые (не требуют спец. мероприятий)	Делювиально-пролювиальные и пролювиальные предгорные	Холмистая и покатая	0,003–0,08	Средняя, местами сильная 2—20	Легкосуглинистые и супесчаные с линзами галечников и щебней
Осложненные (требуют профилактических мероприятий)	Пролювиальные	Волнистая	0,005–0,05	Слабая, местами средняя 0,5–5	Средне- и легкосуглинистые и супесчаные с редкими песками
Сложные (требуют комплекса спец. мероприятий)	Пролювиальные и аллювиальные	Пологая	0,0002–0,003	Слабая 0,5–3	Тяжелосуглинистые и супесчаные с прослойками глин
Очень сложные (требуют комплекса спец. мероприятий в большом объеме)	Пролювиальные и аллювиальные	Плоская, местами вогнутая	0,0002–0,00006 и нулевые отметки	Незначительная—до 2, местами сильная—до 12	Тяжелосуглинистые и супесчаные, глинистые, реже песчаные

Таблица 18

Степень засоления	Грунтовые воды			Естественная дренированность, $м^3/га$ в год	Мелиоративное состояние	Оптимальный мелиоративный режим
	глубина, *м*	минерализация				
		степень, *г/л*	тип			
Незасоленные	10—100	до 3	Гидрокарбонатный	Весьма интенсивная с подземным оттоком 5000 и более	Устойчивое	Автоморфный
Слабозасоленные, местами среднезасоленные	3—10	3—5 и более	Гидрокарбонатно-сульфатный и сульфатный	Интенсивная с подземным оттоком 3500—5000	Преимущественно устойчивое	
Слабо- и среднезасоленные, солончаковые	1—5	5—20	Сульфатный и сульфатно-хлоридный	Слабая с подземным оттоком 1500—3500, местами весьма слабая с оттоком 500—1500	Неустойчивое	Гидроморфный, местами полуавтоморфный
Средне- и сильнозасоленные с пятнами солончаков, вторичные солончаки, солончаковатые и солончаковые	0—3	0,5—30 и более	Сульфатный и хлоридный	Весьма слабая с подземным оттоком 500—1500 и местами практически бессточные территории с оттоком 0—500	Крайне неустойчивое	Автоморфный, местами гидроморфный

Примечание. Подземный отток грунтовых вод дается по данным А.А. Рачинского.

цию поливных участков, условия работы и производительность сельскохозяйственных машин, планировку полей; в) гипсометрическое положение рельефа, определяющее возможности самотечного орошения или подкачки воды на разные высоты; г) форма поверхности рельефа, обусловливающая распределение процессов смыва и аккумуляции, естественный отток ГВ, параметры гидромелиоративных сооружений; д) микрорельеф, предопределяющий перераспределение влаги и тепла, которое способствует мелкопятнистому засолению почв.

Почвогрунты: а) механический состав, определяющий дренированность грунтов, возможность появления при бороздковом поливе сильными струями ирригационной эрозии, параметры горизонтальных водосбросов, возможность применения вертикального дренажа; б) засоленность, от которой зависит необходимость устройства и выбор типа дренажа и его инженерно-технические параметры, нормы промывки, объем планировки полей, глубины рассоления почв; в) способы полива (бороздковый, затоплением, внутрипочвенный, дождеванием или напуском), нормы полива, рациональное водопользование и полив без сброса и т. д.; г) водно-физические свойства, определяющие степень инфильтрации через ирригационные каналы, скорость оттока минерализованных ГВ к дренам, устойчивость откосов КДС и распределительных систем, скорость и высоту капиллярного подъема ГВ, глубину осушения гидроморфных почвогрунтов.

Грунтовые воды: а) глубина залегания и минерализация, обусловливающие необходимость строительства дренажной сети и ее параметры, возможность использования вод для полива сельскохозяйственных культур и промывки засоленных почв; б) минерализация, определяющая степень засоления почвогрунтов, глубину понижения УГВ и водно-солевой режим почв.

Естественная дренированность грунтов, от которой зависит степень подземного оттока ГВ, следовательно, и процессы засоления и рассоления почв, общее мелиоративное состояние земель, нормы и объемы мелиоративных работ по строительству гидротехнических сооружений, оказывающие влияние на искусственное дренирование грунтов, а также характер водообмена (горизонтальный или вертикальный) и соленакопление в почвогрунтах.

Мелиоративное состояние земель, определяющее общий почвенно-мелиоративный характер ирригационного массива, главные профилактические мероприятия по созданию устойчивого мелиоративного состояния территории, продолжительность мелиоративного освоения земель, пригодность района для поливного земледелия, степень улучшения плодородия орошаемых почв и освоения целинных земель.

Оптимальные проективные мелиоративные режимы орошения, обусловливающие режим орошения на целинных почвах при их освоении в соответствии с условиями почво-

образования, нормы полива, устойчивый УГВ и степень минерализации вод, глубины рассоления засоленных почв, способы полива (бороздковый или дождевание), густоту горизонтальной дренажной сети и скважин вертикального дренажа и т. д.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ КРИТЕРИЕВ ВАЖНОГО МЕЛИОРАТИВНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Природные критерии важного мелиоративного значения были оценены количественно и качественно. Особенно большое значение при организации освоения и орошения целинных земель и улучшения мелиоративного состояния староорошаемых имеет целенаправленная **морфометрическая оценка рельефа.** Морфометрический анализ позволил получить данные об объемах предстоящих земляных работ по планировке, трассах оросителей и КДС, оптимальных площадях освоения целинных земель, способах и технике полива культур и т. д.

Одним из морфометрических показателей рельефа является глубина расчленения территории, определяющая неоднородность агропроизводственных свойств земли, планировку ирригационных каналов и КДС. Показателем глубины расчленения может служить относительное превышение водораздела над урезом реки, озера или поверхности днища бессточных котловин, определяемое по элементарным бассейнам.

Анализ глубины расчленения рельефа орошаемых и новоосваиваемых земель Голодной степи позволил установить следующую мелиоративно-оценочную шкалу вертикального расчленения поверхности *(м):* нерасчлененная (0—0), расчлененная 0—2, 2—4, 4—6, 6—8, 8—11, 11—15, 15—20 и более.

Выбор градаций шкалы определяется следующими практическими соображениями. Нерасчлененная территория (0—0 *м)* занимает участки высоких плоских аллювиально-пролювиальных равнин III террасы Сырдарьи и участки периферийной части конусов выноса юга Голодной степи. В связи с нерасчлененностью рельефа на больших площадях она наиболее благоприятна для бороздкового полива и прокладки ирригационных систем. Однако здесь в связи со слабой дренированностью грунтов преобладает вертикальный водообмен, поэтому на таких участках (особенно в периферийной части конусов выноса) при орошении земель целесообразно проектировать дрены и коллекторы, имеющие направление по преобладающему уклону местности. Густота и глубина дрен зависят от характера водно-солевого баланса региона.

Участки с расчленением 0—2 *м* занимают днища и нижние ступени склонов бессточных солончаковых котловин и межгрядовых понижений северо-восточной и северо-западной частей, периферии конусов выноса, днища котловин Джетысайского и Сардобинского понижений и I террасу Сырдарьи. С точки зрения ирригации они неблагоприятны для полива земель, так как днища и

нижние ступени склонов являются приемниками поверхностных и ГВ. Устойчивое близкое залегание в них уровня грунтовых и накопление излишних оросительных вод ухудшают мелиоративное состояние почв, что требует устройства дренажной сети по наиболее глубокой части котловины с глубиной более 4 *м*.

Участки с расчленением 2—4 *м* находятся в средней части склонов обширных котловин и межгрядовых понижений, по отношению к их днищу они выше указанных регионов. Эти территории относительно благоприятны для самотечного бороздкового полива, так как существует хотя бы незначительный уклон, и почвы развиваются в полуавтоморфной тенденции. Несмотря на это, при орошении подъем ГВ неизбежен, поэтому необходимы меры для понижения их уровня. Трассы дрен следует проектировать по горизонтали рельефа, т. е. параллельно к дрене, проложенной по днищу котловины глубиной 3,5—4 *м*. Первую трассу дрен целесообразно закладывать по нижней части склона котловины, а вторую — несколько выше также параллельно к предыдущей. Эти дрены служат для перехвата потока ГВ, идущего к днищу понижения.

Территория с расчленением 4—6 *м* занимает верхнюю часть бессточных котловин и межгрядовых понижений. Эти части обширных понижений в гидрогеологическом отношении значительно обеспечены подземным оттоком ГВ, однако при регулярном орошении в нижней части полосы возможен их подъем выше критической глубины. Поэтому здесь необходимо проектировать дренажную сеть глубиной 2—3 *м*, а в верхней части влияние ГВ на почвообразовательный процесс незначительно.

При расчленении рельефа 6—8 *м* орошаются нижние участки склонов лессовых холмов и гряд пролювиальных равнин южной части Голодной степи. Характеризуемые равнины благоприятны для орошения, так как имеется достаточный уклон (0,002—0,008) и обеспечен отток ГВ. Эти условия способствуют ведению орошаемого земледелия без дренажа.

Участки с расчленением 8—11 *м* характерны для средней части холмов и гряд равнин. Значительной расчлененности территории соответствуют и большие уклоны (0,01—0,02), которые при неправильном регулировании стока в бороздах приводят к ирригационной эрозии. Однако самотечное орошение осложняется тем, что оросительные воды на эти земли подаются постепенным подъемом их уровня путем перегораживания водотоков щитами.

Территории с расчленением 11—15 *м* занимают верхние части плоских холмов и гряд расчлененных предгорных пролювиальных равнин, особенно Ломакинского плато, конусов выноса Заамину, Санзара и др. Сложность орошения этих земель заключается в их относительной высоте над окружающей территорией. В связи с высоким гипсометрическим положением массивов вода подается насосными установками из распределителей. Глубина расчленения рельефа и требуемое количество вод определяют длину труб и

мощность двигателей. Такие же территории характерны для северо-восточной части Голодной степи и I террасы.

Участки с расчленением 15—20 *м* и более соответствуют поверхности отдельных высоких холмов. Подача вод на поверхность таких холмов осуществляется при помощи мощных насосных установок из распределителей.

На расчлененных землях, подлежащих орошению, в мелиоративный период освоения целесообразно составить крупномасштабную карту глубины расчленения рельефа, так как на этой карте детально и четко показаны относительно низкие и высокие участки ирригационных массивов. Это позволяет легко ориентировать трассы намеченных оросительных каналов, групповых распределителей и дренажных сетей.

Карта глубины расчленения рельефа характеризует степень естественной дренированности территории. С увеличением глубины расчленения улучшается состояние дренированности данного региона. Полевые исследования и анализ карт глубины расчленения с сопоставлением почвенно-мелиоративных карт орошаемых земель Голодной и Каршинской степей и Центральной Ферганы показывают, что глубины расчленения рельефа в 6—8 *м* являются наиболее (5—6 и 8—11 *м* относительно) благоприятными для поливного земледелия, так как в этом случае ГВ лежат глубоко, и их отток обеспечен. При глубине расчленения 0—2, 2—4 и 4—6 *м* отток ГВ затруднен, что приведет к накоплению солей в корнеобитаемом горизонте почвы. Глубина расчленения рельефа 8—10 *м* и более, для которой характерны и большие уклоны поверхности, неблагоприятна для орошаемого земледелия, так как относительно высокое расположение массива осложняет самотечное орошение, а уклоны, превышающие 0,008, требуют применения сложных методов полива.

Густота расчленения рельефа оказывает непосредственное влияние на дробность земель, конфигурацию полей, степень механизации обработки почв, рентабельность освоения целинных массивов и т. д. Для определения густоты расчленения рельефа на исследованной территории можно взять показатель средней ширины водосборного бассейна или среднее расстояние между двумя соседними понижениями или повышениями рельефа (Звонкова, 1970).

Густота расчленения рельефа влияет на выбор оптимального размера и конфигурацию поливных участков. По данным многочисленных исследований в области орошаемого земледелия (Еременко, 1957; Лактаев, 1971; Маннанов, Яровенко, 1973), поливные участки на вновь осваиваемых землях должны иметь размеры от 9 до 20* *га* и прямоугольную конфигурацию со средним отношением сторон 1:3, с поверхностью, спланированной в виде наклон-

---

* В. М. Легостаев (1973) считает для Узбекистана оптимальными участки в 8—12 га.

ной плоскости, ориентированной длинной стороной по наибольшему уклону и перпендикулярно господствующим ветрам. Размеры и конфигурация поливных участков должны отвечать требованиям перспективной комплексной механизации сельского хозяйства (более мощные тракторы, работающие на повышенных скоростях, широкозахватные—6—8-рядные хлопкоуборочные машины и др.) и условиям внедрения прогрессивной техники полива (дождевание, трубопроводы, внутрипочвенное орошение и др.). Опыт работы на таких массивах показал, что они наиболее полно отвечают эффективному использованию техники, поливной воды и организации труда.

Доказано, что минимальная ширина осваиваемых целинных участков должна быть 150—200 *м*, а длина 600—650 *м*; максимальная соответственно 250—300 и 700—750 *м*. Исходя из этих параметров, можно констатировать, что сельскохозяйственные земли, имеющие среднее расстояние между соседними понижениями (бессточными котловинами) или повышениями рельефа более 0,4 *км* пригодны для освоения.

Размеры поливного участка должны быть такими, чтобы можно было разместить полезащитные лесные полосы (высота 25—30 *м*), которые обеспечивают эффективность ветроснижающего действия на 800—900 *м*. Лесополосы из тутовника, фруктовых и других ценных пород деревьев высотой 10—15 *м* эффективны при расстоянии между ними 360—400 *м*. Исходя из условий правильного размещения лесных полос из высокорослых и низкорослых деревьев длину поливных участков В. Я. Чичасов, В. В. Изюмов, В. Ф. Носенко и Д. А. Штокалов (1970), предлагают 800—900 *м*, а ширину 400—800 *м*.

На территории с расчленением более 1,0 *км* можно вести дифференцированную распашку земель, полив и обработку возделываемых культур, поэтому нерасчлененность площади свыше 100 *га* позволяет делить массив на участки в целях оптимального размещения сельскохозяйственных культур, хлопково-травопольного севооборота.

Уклон поверхности рельефа определяет выбор техники и способа орошения, длину борозды, характер водного режима почв, условия работы и производительность сельскохозяйственных машин, возможность смыва почвенного покрова и трассы мелиоративных систем.

В настоящее время накоплен богатый материал по оценке уклонов поверхности рельефа для механизации и усовершенствования техники полива и планировки земель (Чичасов, Изюмов, и др., 1970; Еременко, 1957; Кривовяз, 1960, 1969; Гильдиев, 1966; Изюмов, 1966; Носенко, 1966; Лактаев, 1971; и др.). Однако исследователи рассматривают преимущественно техническую сторону полива (нормы и скорость струи на бороздах и т. д.) и не показывают, как уклон поверхности влияет на возникновение ирригационной

эрозии, не обосновывают выбора трассы оросительных каналов и коллекторов, оттока ГВ и т. д.

Приведем некоторые характеристики влияния уклона поверхности рельефа на орошение земель и выбор направления ирригационных каналов и дренажной сети. В результате обобщения многочисленных данных о влиянии уклонов на технику полива получены следующие усредненные оценочные градации:

крутые склоны	более 0,05
очень большие уклоны	0,05—0,02
большие уклоны	0,02—0,008
средние уконы	0,008—0,002
а) относительно благоприятные	0,005—0,008
б) благоприятные	0,003—0,005
в) оптимальные	0,002—0,003
малые уклоны	0,002—0,001
очень малые уклоны	0,001—0,001
безуклонные земли	менее 0,0001

Каждой градации уклонов соответствует определенный набор характеристик. Уклоны более 0,05 свойственны крутым склонам холмисто-увалистых предгорных равнин Туркестанского хребта. В связи с большой крутизной склонов (более 3°) рельеф значительно расчленен, почвы—типичные сероземы эродированы, хрящевато-супесчаные, щебнистые; всюду наблюдаются рытвины и мелкие овраги глубиной более 0,5 *м*. Орошать такие участки рельефа довольно сложно, их лучше отводить под фруктовые сады и тутовые насаждения, которые не требуют больших оросительных норм.

Уклоны 0,05—0,02 характерны для увалисто-волнистых предгорных пролювиальных равнин Мальгузарских гор, Туркестанского и Нуратинского хребтов. Эти территории из-за большой крутизны поверхности значительно расчленены, мощность мелкоземистого покрова 0,5—3,0 *м* и более, а на некоторых участках, где наблюдался естественный смыв почвенного покрова, вскрыты галечники, щебни и пески. Орошение таких участков довольно сложно, так как большие уклоны способствуют интенсивному смыву почвенного покрова и обнажению коренных пород. Такие земли целесообразно орошать малой поливной струей по горизонталям рельефа, длина борозд не должна превышать 75—100 *м*. Желательно использовать мутные воды, взвесь которых, осаждаясь на бороздах, улучшает и обогащает почвенный слой и способствует увеличению мощности мелкоземного покрова.

Уклоны 0,02—0,008 присущи предгорным пролювиальным волнистым равнинам (верхние части конусов выноса). По интенсивности возникновения эрозионных процессов при орошении эти уклоны можно разделить на две части: 0,02—0,01 и 0,01—0,008. Для первых характерно активное формирование эрозионных про-

цессов, следовательно, необходимо учитывать их эрозионную опасность. Полив, как правило, следует вести косо к горизонталям рельефа по бороздам длиной 100—125 *м* малой поливной струей, так как в предгорных равнинах, где в основном распространены легкосуглинистые и супесчаные светлые сероземы, склонные к интенсивному смыву, полив большой струей может привести к площадному обнажению близко расположенных галечников, щебней и песков.

Уклоны 0,01—0,008 свойственны слаборасчлененным участкам средней части конусов выноса Заамину, Санзара и др. Эти уклоны эрозионно не опасны, однако при несоблюдении правил полива, развиваются линейные эрозионные процессы до глубины 0,4 *м*. Во всяком случае желательно вести полив по бороздам косо к горизонталям рельефа, что предотвращает смыв почв; длина борозд 150—200 *м*. С учетом других природных условий территория является оптимальной.

Уклоны 0,008—0,002 характерны для слаборасчлененной равнины периферийной части конусов выноса, Баяутского массива, склонов руслообразных понижений и т. д. По благоприятности полива территория разделяется на три части: 0,005—0,008— относительно благоприятные, 0,003—0,005— благоприятные и 0,002—0,003— оптимальные.

Уклонам 0,005—0,008 свойственно ослабленное проявление ирригационной эрозии на бороздах, однако опасность смыва верхнего слоя здесь неминуема. Обычно начиная с уклона 0,005 *м* при большой поливной струе на легкосуглинистых и супесчаных почвах обнаруживается слабый смыв субстрата, поэтому при поливе по бороздам необходимо регулировать сток. В настоящее время на слабонаклонных территориях применяют сифоны и брезентовые перемычки, которые в некоторой степени обеспечивают равномерное распределение воды по бороздам, сокращение смыва верхнего слоя почв и экономный расход оросительной воды.

При уклоне 0,003—0,005 *м* почти полностью исключаются все виды ирригационной эрозии, что благоприятно для полива хлопчатника и других пропашных культур. Длина борозд в зависимости от спланированности поля и механического состава почв превышает 200 *м*. Однако равномерного увлажнения почвы при большой поливной норме не достигается, поэтому необходимо регулировать нормы полива.

Уклоны 0,002—0,003 считаются оптимальными для полива всех культур, особенно хлопчатника. Почвы увлажняются равномерно и практически исключается эрозия. Здесь оптимальными являются максимально большие длины поливных борозд. Средняя длина гона в зависимости от спланированности поля и водопроницаемости почв колеблется от 175—до 350 *м* и более.

Уклоны 0,002—0,001 присущи преимущественно центральной части Голодной степи. На таких участках при большой поливной

струе возможен переполив, который приводит к неравномерному увлажнению почв. В настоящее время в целях улучшения техники полива успешно применяют лотковую сеть или прочные армированные шланги большого диаметра (450—550 *мм*). Железобетонные лотки направляются по наибольшему уклону местности, что создает запас командования 1,3—1,7 *м*. Вода из них (расход 40—50 *л/сек*) подается в закрытый трубопровод, заменяющий обычный ок-арык, через специальные отверстия которого поступает в борозды. Этот способ полива на слабонаклонных равнинах позволяет создать равномерное увлажнение по всей длине борозды.

Уклоны 0,001—0,0001, очень малые, характерны для некоторых участков плоской аллювиальной равнины Голодной степи. Поливная вода подается через лотковую сеть в борозду или полив ведется способом затопления. Полив затоплением на поверхности I террасы Сырдарьи по спланированным чекам, как показывают опыты, благоприятен при уклонах поверхности менее 0,001.

Уклоны менее 0,0001 (почти безуклонные территории) свойственны днищам бессточных солончаковых котловин Сардоба, Джетысай и т. д. Орошение осуществляется путем создания искусственных напоров в лотковых сетях, из которых вода подается в короткие борозды (50—75 *м*). Эти участки благоприятны для рисосеяния.

Водно-физические свойства грунтов. Как известно, инженерные свойства грунтов являются основными техническими показателями, на основе которых проектируется тот или иной тип гидромелиоративных сооружений. Гранулометрический состав покровных отложений пролювиальных суглинков и лессов предгорий Туркестанского хребта, по данным П. М. Карпова (1964)*, в основном характеризуется наименьшим содержанием песчаной фракции (9,8 и 10,8%) и наибольшим пылеватой (74,6 и 71,2%) и глинистой (15,7 и 17,7%).

Пролювиальный лесс Ломакинского плато в восточной части супесчаный и суглинистый, в западной — сильнопылеватый (пылеватой фракции — 70—80%). Песчаная фракция преобладает в восточной части равнины, пылеватая и глинистая — в западной. В вертикальном разрезе с глубины 10 *м* до 19 *м* от поверхности возрастает содержание глинистых фракций.

Аллювиально-пролювиальные и пролювиально-аллювиальные отложения равнинной части Голодной степи состоят в основном из пылеватых разностей лесса супесчаного и суглинистого составов, супесей и очень редко песков. Наибольшее содержание песчаной фракции приходится на Кызылкумы (западный участок центральной части — 28%), северо-западная часть — 27,2% плоской равнины, пылеватой фракции — на южную (75,7%) и северо-западную (64,5%) части плоской равнины, наименьшее—на западный участок (61%) центральной части. Однако в южной части начиная с

---

* Здесь и далее использованы данные этого автора.

8 *м*, в центральной с 15 *м*, в северо-западной с 9 *м* и в северо-восточной части с 2 *м* от поверхности преобладает глинистая фракция.

Аллювиальные суглинки и супеси современной долины Сырдарьи по сравнению с другими типами отложений рассматриваемых районов содержат наибольшее количество глинистой фракции (23,5% на II и 28% на I террасах). В вертикальном разрезе с глубины 3 *м* резко изменяется гранулометрический состав — от легкой супеси до глины и песка.

Западный участок центральной части и северо-западная часть плоской равнины Голодной степи отличаются высоким содержанием песка, что положительно сказывается на оттоке ГВ к дренам. Содержание глинистых частиц здесь очень низкое. Глинистая фракция особенно развита в предгорьях Туркестанского хребта и центральной части плоской равнины. Северо-восточная и северо-западная части характеризуются повышенным содержанием песчаных и пылеватых фракций пород, резким увеличением на глубине 2—10 *м* глинистых фракций. Это влияет на горизонтальный водообмен территории.

Фильтрационные свойства покровного мелкозема Голодной степи в связи с широким распространением здесь различных отложений пестрого литологического и механического состава, неоднородны. В южной предгорной части, по данным Х. Т. Туляганова (1971), коэффициент фильтрации ($К_ф$) покровных отложений изменяется в большинстве случаев от 0,1 до 2 *м/сут*, и только на некоторых участках достигает 3—4,3 *м/сут*.

Супесчано-суглинистые отложения с $К_ф$ 0,1—0,5 *м/сут* распространены в пределах средней части конуса выноса Санзара, в западной половине Ломакинского плато и межконусном понижении Заамингу, Ходжамушкентсая. На конусах выноса Санзара, Раватсая и Пшагарсая, местами в пределах восточной — вершинной — части конуса выноса р. Заамингу и на периферии конусов выносов Хавастсая и Ходжамушкентсая расположены участки, сложенные породами с $К_ф$ 0,5—1,0 *м/сут*. В пределах древнего конуса выноса Санзара, средней части конуса Заамингу, периферии конусов выноса, поверхность которых сложена супесчаными отложениями $К_ф$ пород равен 1,0—2,0 *м/сут*. Участки с $К_ф$ более 2 *м/сут*. занимают небольшую территорию и в основном приурочены к покатой пролювиальной равнине вершинных частей конусов выноса.

На основании изучения фильтрационных свойств покровного мелкозема пролювиальных равнин юга Голодной степи Х. Т. Туляганов (1971) приводит следующие значения $К_ф$ для суглинков—0,04—0,06 для супесей—0,1—1,0, для супесей с песком —1,0—2,0, для супесей с гравием —2,0—3,0 *м/сут*.

Отложения голодностепского комплекса, которые слагают пролювиальную равнину южной части Голодной степи, характеризу-

ются различными фильтрационными свойствами. Так, по данным Х. Т. Туляганова, в головной части конусов выноса Санзара, Заамину и др. $К_ф$ галечников изменяется от 48 до 129 *м/сут*, глинистых песков периферийной части конусов выноса—1,34, песков с супесью—4,3, песков с галечником и гравием—от 5 до 13—14 *м/сут*.

В покровных отложениях новоорошаемой зоны Голодной степи между ЮГК и ЦГК, по данным В. А. Духовного (1973), $К_ф$ имеет следующие значения: в периферийной полосе ЮГК преимущественно меньше 9,2 *м/сут*, только в отдельных участках (совхоз № 3)—0,4—0,5; в супесчано-суглинистых отложениях $К_ф$ 0,3—0,4 *м/сут* распространен в пределах средней полосы (совхозы № 17, 18, 19, 19а, 10а, 11, 25, 27, 26а, частично 28) центральной части Голодной степи. Такой же $К_ф$ свойственен породам, развитым в юго-восточной части Голодной степи (совхоз № 30). $К_ф$ супесей и песчаных глин западных участков центральной части, занимающих небольшую площадь (совхозы № 13а, 15), колеблется от 0,4 до 0,5 *м/сут*.

На остальной территории центральной части $К_ф$ суглинков и супесей $К_ф$ в основном меньше 0,2, только на отдельных участках—0,4—0,5 *м/сут*.

$К_ф$ тяжелых суглинков, глин и супесей в бессточных руслообразных понижениях Джетысай, Сардоба, Кара-Карой колеблется от 0,03 до 0,25, в Шурузякском понижении — от 0,07 до 0,1 (Пушкарева и Якубов, 1969), а водоносного пласта — 16—25 *м/сут*. В северо-восточном направлении увеличивается проницаемость покровных и водоносных отложений и уменьшается мощность покровного мелкозема.

По данным Пушкаревой и Якубова (1969), на значительной площади аллювиальной равнины III террасы Сырдарьи распространены породы с $К_ф$ покровного горизонта 0,03—0,15 *м/сут*, а хорошо проницаемого пласта, сложенного переслаивающимися песками, суглинками, гравием мощностью 50—100 *м* и более,—25—80 *м/сут*. Легко- и серднесуглинистые отложения с $К_ф$ 0,13—0,15 развиты в пределах II террасы Сырдарьи. Ниже суглинистой толщи повсеместно вскрывается хорошопроницаемый водоносный пласт мощностью 50—100 *м* и более с $К_ф$-40—45 *м/сут*.

$К_ф$ средних и тяжелых суглинков, глин с чередующимися ниже супесями и песками I террасы колеблется от 2 до 3 *м/сут*, а хорошопроницаемого водоносного пласта, сложенного песками, галечниками с прослойками глин, суглинков—от 35 до 100 *м/сут*.

На основании анализа коэффициентов фильтрации грунтов нами выделены оценочные группы пород различной водопроницаемости: грунты хорошей водопроницаемости легкого механического состава (пески с гравием и супеси), $К_ф$—более 2—3 *м/сут*; средней водопроницаемости легкого и среднего механического составов (супеси и суглинки), $К_ф$-0,5—1,0; низкой водопроницаемости тяжелого механического состава (суглинки средние и тяже-

лые), $К_ф$-0,1—0,3; очень низкой водопроницаемости тяжелого механического состава (тяжелые суглинки и глины), $К_ф$=0,01 — 0,2 *м/сут.*

Грунты хорошей и средней водопроницаемости распространены преимущественно в пределах волнистой пролювиальной равнины и I террасы Сырдарьи, грунты средней водопроницаемости—в юго-западной части степи, низкой и очень низкой водопроницаемости — в центральной, северо-восточной и северо-западной частях.

Большое практическое значение имеет изучение **водоподъемной способности** — способности почвогрунтов вызывать капиллярный подъем влаги. В естественных условиях в Голодной степи грунты имеют следующие средние высоты капиллярного подъема: глины — от 4 до 5 *м*, суглинок тяжелый—3—4, средний—2—3, легкий—1,5—2, супесь—1—1,5, песок—0,5—1 *м*. Следовательно, для понижения УГВ в определенных грунтах, рабочая глубина дрены должна быть ниже этих величин. Для строительства горизонтальных дрен открытого и закрытого типов и коллекторов наиболее благоприятны грунты с легким механическим составом (супесь и легкий суглинок, частично средний суглинок), малоблагоприятны — с тяжелым механическим составом (тяжелый суглинок и глина).

Особое внимание было обращено на количественную характеристику **засоления почвогрунтов** как основной элемент мелиоративного состояния земель. В пределах Голодной степи распространены незасоленные (плотного остатка не более 0,3%, хлора не более 0,01%), глубокосолончаковатые—засоление с 1 *м*, солончаковатые— солевые скопления с 50 *см*, высокосолончаковатые—засоления с 20 *см*, солончаковые—засолены с поверхности (плотного остатка до 2—3%), солончаки — засолены с поверхности с максимумом солей вверху (плотного остатка более 3%). Градация по степени засоления почв, применимая для территории Узбекистана, основана на данных Н. В. Кимберга, М. И. Кочубея, и др. (1960). При этом незасоленные почвы считаются наиболее благоприятными для вегетации хлопчатника, люцерны и других культур (Рафиков, 1974).

Немаловажное значение имеет оценка глубинного засоления почвогрунтов. Коренное улучшение мелиоративного состояния земель во многом зависит от степени рассоления наиболее активной зоны водного и солевого обмена. Мощность этой зоны, по определению Н. В. Роговской, А. Т. Морозова, (1964), Н. М. Решеткиной, З. П. Пушкаревой (1962), В. Г. Ткачук (1967), составляет 20—35 *м*. В 1960—1970 гг. сотрудники САНИИРИ (З. П. Пушкарева, Х. Якубов) под руководством Н. М. Решеткиной детально в крупном масштабе изучили солевые запасы и химический состав почв и грунтов Голодной степи до глубины 20 *м*. В результате обобщения многочисленных данных были выяснены и определены генезис соленакопления в Голодной степи, количественно охарактеризованы запасы солей по генетическим горизонтам почво-

грунтов, произведено районирование земель по первичным запасам солей. (рис. 7).

Первый район площадью 58 200 *га* расположен в пределах II террасы. Запасы солей минимальные по всему профилю на 20-метровую глубину с неясно выраженным солевым максимумом в верхнем пахотном или подпахотном горизонте. Такой тип солевого профиля формируется в условиях хорошей естественной дренированности, обеспечивающей относительно глубокое (4—5 *м*) положение УГВ при орошении, и является результатом отрицательного водно-солевого баланса территории. Общие запасы солей не-

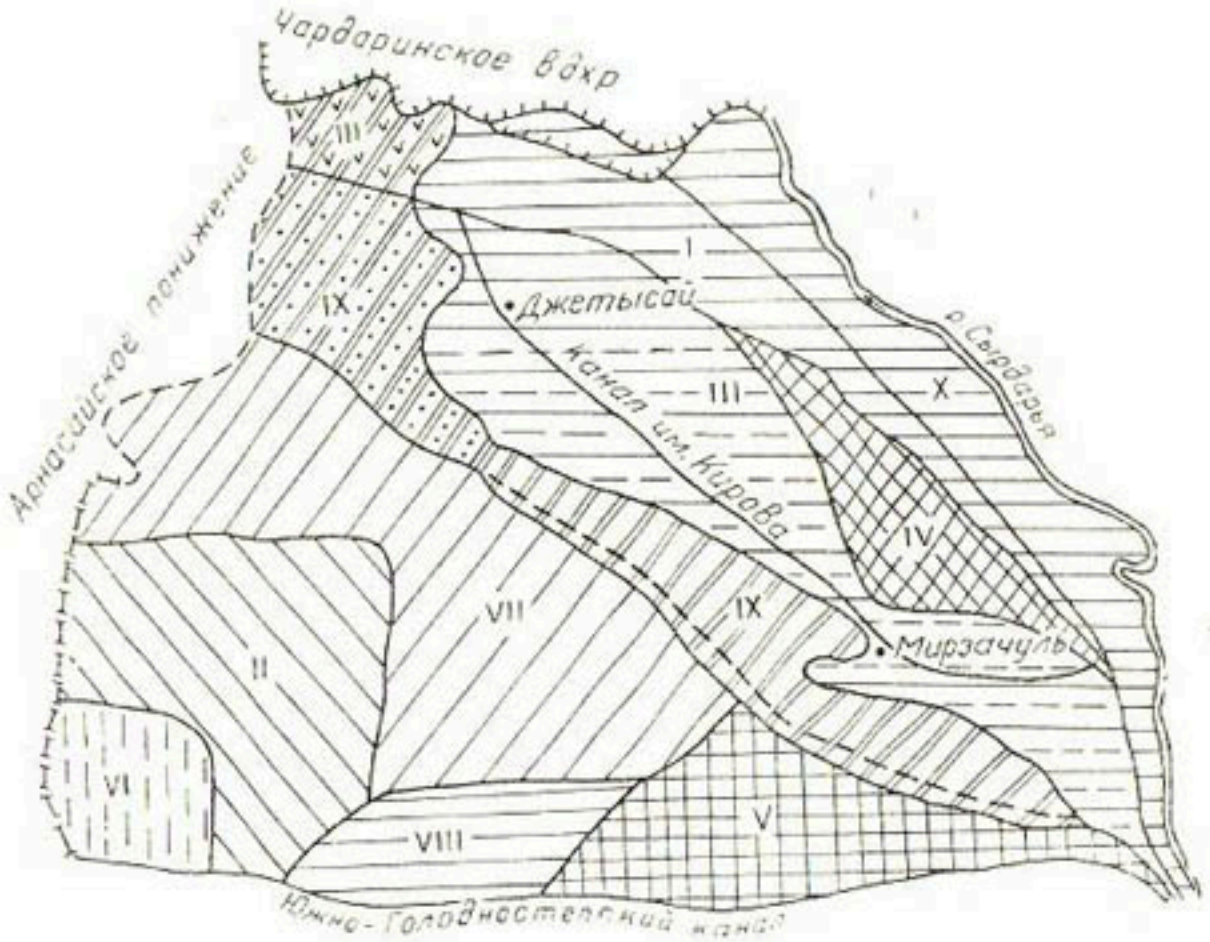


Рис. 7. Схема районирования Голодной степи по первичным запасам солей в верхней части четвертичных отложений. I—X—районы (по Пушкаревой и Якубову, 1969).

велики—всего 890 *т/га* на всю исследованную толщу, из них хлора —45, сульфатов—408 *т/га*. Засоление в основном хлоридно-сульфатное и сульфатное.

Второй район площадью 74800 *га* включает на юге водораздельную часть Джизакского конуса выноса; на западе сливается с Предкызылкумской равниной; северная и северо-восточная окраины его представляют собой пролювиально-аллювиальные равнины рек Санзара и Заамингу. Характер эпюры солевого профиля здесь аналогичен первому району, но здесь иные запасы, состав и генезис солей. Верхняя 1—2-*м* (иногда 4—5 *м* толща) опреснена до 0,1—0,2%, глубже содержание солей варьирует от 0,5 до 0,7%. С глубиной засоление незначительно увеличивается. Так, в верхней 0,5-*м* толще содержится 296 *т/га* (19,3%) солей, а

на глубине 15—20 *м*—до 446 *т/га* (29%). Тип засоления—сульфатный (в отдельных прослойках — хлоридно-сульфатный).

Третий район площадью 160 800 *га* охватывает обширную водораздельную часть III террасы Сырдарьи и характеризуется повышенной засоленностью почвогрунтов на глубину до 12—15 *м;* ниже, вблизи контакта покровных мелкоземов с хорошопроницаемым водоносным пластом, содержание солей незначительно. Основная масса их распределена до глубины 12—14 *м* более или менее равномерно: от 0,5—0,6 до 0,8—1,0% по плотному остатку. С глубиной концентрация солей резко снижается. В северо-западной окраине основное количество их приурочено к верхнему 0,6-*м* горизонту. Общие запасы солей толщи варьируют от 1436 до 1498 *т/га* по плотному остатку, 80—102 *т/га* по хлору и 700—800 *т/га* по сульфатам. Тип засоления хлоридно-сульфатный, местами сульфатный.

Четвертый район площадью 34400 *га* расположен в пределах Шурузякского понижения. Ясно выраженный солевой максимум в верхней толще почвогрунтов отмечается на глубине до 2—3 *м;* глубже профиль практически опреснен. Запасы солей в верхнем 5-*м* слое 700—750 *т/га* (55%) по плотному остатку, в то время как во всей толще—всего 1300 *т/га,* в том числе хлора 120 и сульфатов 541 *т/га.* Засоление хлоридно-сульфатное, в пониженных частях рельефа до сульфатно-хлоридного.

Пятый район площадью 55280 *га* занимает узкую полосу вдоль ЮГК в пределах Зааминского конуса выноса. Характер распределения солей такой же, как в IV районе, однако здесь несколько иные количество солей и их генезис. Характерная особенность засоления массива — наличие растянутого до 4—5 *м,* солевого максимума в зоне аэрации, где содержание солей изменяется в пределах 1,5—2,0% по плотному остатку и 0,06—0,12% по хлору. Ниже профиль опреснен до 0,2—0,3%, что объясняется выщелачивающим действием восходящего тока подземных вод и переотложением солей в поверхностных горизонтах. Тип засоления сульфатный, к северу меняется до хлоридно-сульфатного — до 56% солей (1025 *т/га)* по плотному остатку, 112 по хлору и 635 *т/га* по сульфатам сосредоточено в верхнем 0—5-*м* горизонте.

Шестой район площадью 32000 *га*—юго-западный массив Голодной степи — с опресненным поверхностным горизонтом (до 0,5—1,0 *м*). В капиллярной кайме ГВ (до 4—5 *м*) скопление солей максимальное. С глубиной содержание их резко понижается. Максимум отмечен на глубине от 0,5—1,0 *м* до 4—5 *м,* где содержание солей изменяется от 0,8—1,2 до 2,5% по плотному остатку, от 0,05 до 0,12% по хлору и от 0,6 до 1,4% по сульфатам. В поверхностном слое (до 0,5—1,0 *м)* их немного: до 0,2—0,3% по плотному остатку и 0,003—0,005% по хлору. Ниже солевого максимума засоление грунта также незначительное и варьирует от 0,15 до 0,6%. Общие запасы солей в изученной толще 1755 *т/га,* из них в верхнем слое (до 5 *м*)—816 *т/га.* Тип засоления почво-

грунтов в пределах солевого максимума сульфатный с соотношением SO_4:Cl=10:15; глубже—хлоридно-сульфатный.

Седьмой район площадью 135,8 тыс. *га* охватывает обширную центральную часть степи. Поверхностный горизонт до 0,8—2,0 *м* опресненный. Ниже содержание резко возрастает, и на глубине 10—20 *м* достигает максимума. Наибольшие запасы солей сосредоточены в слое 10—20 *м*—до 64,8% (1888 *т/га*) по плотному остатку, 61,2% по хлору (253 *т/га*) и 62,7% (976 *т/га*) по сульфатам. Общие же запасы солей толщи соответственно составляют 2916, 414 и 1557 *т/га*. Тип засоления верхнего опресненного слоя — сульфатный, с глубиной сменяется хлоридно-сульфатным с прослойками сульфатно-хлоридного.

Восьмой район площадью 24320 *га* расположен в периферийной части межконусного понижения Джизакского и Зааминского конусов. Характер эпюры солевого профиля здесь аналогичен IV району, т. е. наблюдается сильное засоление на всю 20-*м* глубину. Плотного остатка—2—3% (в верхних 2—3 *м* толщи), хлора—0,2—0,8%. С глубиной содержание солей несколько снижается — соответственно до 1,5—1,8 и 0,2—0,4%. Общие запасы легкорастворимых солей здесь велики —3705 *т/га* во всей толще при относительно равномерном их распределении по глубинам (24—26% на каждые 5 *м* слоя), они превышают допустимые для возделывания сельскохозяйственных культур пределы в 20—25 раз по плотному остатку и в 15—20 раз по хлору. Характер засоления грунтов хлоридно-сульфатный.

Девятый район площадью 88,2 тыс. *га* находится в пределах Джетысайской, Сардобинской и Кара-Каройской впадин. Почвогрунты характеризуются высоким содержанием солей во всей изученной толще. Засоленность по всему профилю очень высокая—2—4% по плотному остатку, до 0,4—0,6% по хлору и 0,8—1,0% по сульфатам.

Запасы солей в почвогрунтах центральной части очень велики — до 4800 *т/га* при относительно равномерном их распределении по профилю (23—26% на каждые 5 *м*). В северо-западной части засоленность почвогрунтов намного ниже—2300—2500 *т/га*. Наименее засолен верхний 5-*м* горизонт, где содержится всего 465 *т/га* солей (20%), основная же масса их приурочена к глубине 10—15 *м*—720 *т/га* (30%). Тип засоления хлоридно-сульфатный с прослойками сульфатного.

Десятый район площадью 55080 *га* расположен в пределах I террасы Сырдарьи. На солончаках и сильнозасоленных почвах солевой максимум приурочен к первым двум метрам, а тип засоления сульфатным—плотного остатка до 0,8—1,7%. В верхнем 2-*м* слое содержится до 63,8% (307 *т/га* солей), ниже до хорошопроницаемого пласта—около 30—35%.

При оценке ГВ Голодной степи учитывались глубина их залегания, степень и тип минерализации, определяющие засоление почв, и параметры дренажа. По степени минерализации ГВ под-

разделяются на пресные (менее 1 *г/л*), слабоминерализованные (1—3), среднеминерализованные (3—10), сильноминерализованные (10—30), очень сильноминерализованные (30—50), рассольные (более 50 *г/л*). Пресные распространены в верхней части конусов выноса и частично I террасы, слабоминерализованные—в средней части конусов выноса и на I террасе, среднеминерализованные—на орошаемых землях, сильно- и очень сильноминерализованные — в периферийной части конусов выноса и бессточных руслообразных понижениях, рассолы — в границах озерной равнины Тузкане. По солевому составу встречаются воды гидрокарбонатные, сульфатные, сульфатно-гидрокарбонатные, хлоридные, сульфатно-хлоридные и др.

Для ГВ отдельных регионов указывается характер залегания: устойчиво глубокие (ниже 20 *м*), неустойчиво глубокие (5—20 *м*), неустойчиво неглубокие (3—5 *м*), устойчиво неглубокие (2—3 *м*), устойчиво близкозалегающие (0—2 *м*).

Наиболее благоприятны в мелиоративном отношении являются районы распространения устойчиво глубоких ГВ с хорошим подземным оттоком. При орошении в почвообразовательном процессе ГВ не участвуют. Самыми неблагоприятными в мелиоративном отношении районами являются такие, где УГВ неустойчиво неглубок, устойчиво неглубок и устойчиво близок.

Один из главных показателей мелиоративного состояния земель — их **естественная дренированность.** А. А. Рачинский предлагает следующую градацию дренированности: весьма интенсивная с подземным оттоком 5000 *м³/га*, интенсивная с оттоком 3500—5000 *м³/га*, слабая с оттоком 1500—3500 *м³/га* при орошении, весьма слабая с оттоком 500—1500 и напорным питанием до 1000, практически бессточная с подземным оттоком 0—500 и напорным питанием до 3000 *м³/га*. В Голодной степи весьма интенсивно дренированные территории расположены в основном в предгорных шлейфах Туркестанского хребта и Койташских гор, головной части конусов выноса Санзара, Заамину и др. В этой зоне преобладает горизонтальный водообмен при интенсивной инфильтрации атмосферных осадков с выщелачиванием солей. Подземный сток обеспечен.

Интенсивно дренированные территории расположены в средней части конусов выноса, Ломакинском плато; межгорной равнине Койташ-Балыклытау (кроме днища), восточной половине Баяутского эрозионного массива. В этой зоне подземный сток слабо обеспечен, и испарение начинает преобладать над инфильтрацией. Наблюдаются преимущественно транзит солей и частичная аккумуляция их в почвах и ГВ.

Слабодренированные территории — это в основном западная половина Баяутского эрозионного массива, равнинная часть II террасы, полосы вдоль обрыва I и II террасы, Мирзачульской гряды, земли между руслообразными понижениями Джетысай и Сардоба, Предкызылкумье. Подземный сток здесь слабо обеспечен, и

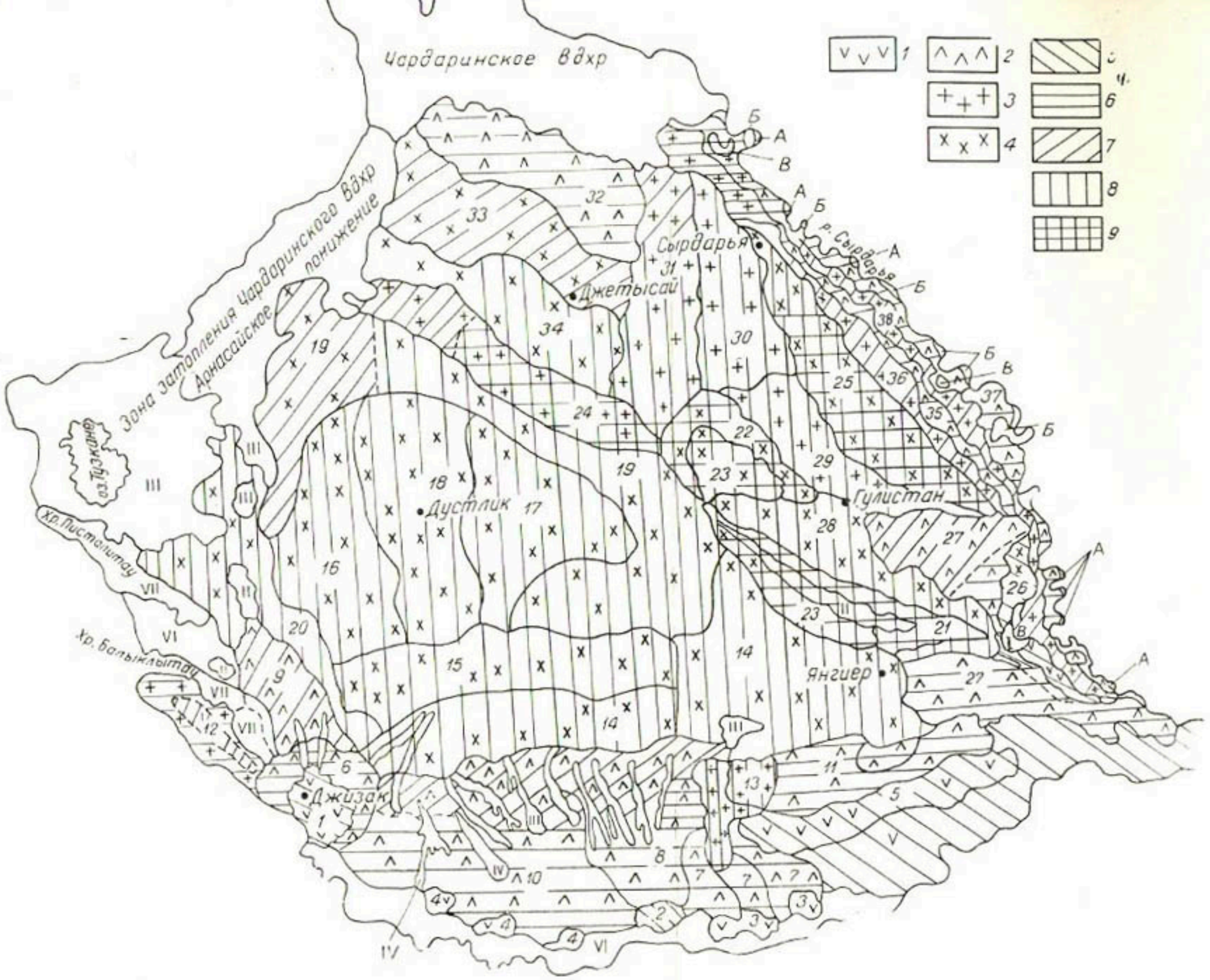


Рис. 8. Природно-мелиоративная оценка земель Голодной степи (А. Рафиков).

Степень сложности территорий: *1*—простые, не требуют специальных мероприятий; *2*—осложненные, требуют профилактических мероприятий; *3*—сложные, требуют комплекса специальных мероприятий; *4*—очень сложные, требуют комплекса специальных мероприятий в большом объеме. Естественная дренированность территории: *5*—весьма интенсивная, *6*—интенсивная, *7*—слабая, *8*—весьма слабая, *9*—практически нет стока.

Территории, не нуждающиеся в орошении: *А*—поймы луговые; *Б*—туги; *В*—болота старичные.

Территории, не пригодные для регулярного орошения: I—участки равнин, сильно расчлененные оврагами; II—солончаки (первичные) бессточных руслообразных понижений и сазово-солончаковой зоны; III—песчаные массивы, слабо закрепленные; IV—пролювиальные узкие долины (лога) с солончаками; V—шлейфы подгорные делювиально-пролювиальные расчлененные со слаборазвитым почвенным покровом; VI—равнины подгорные делювиально-пролювиальные сильно расчлененные; VII—горные массивы с эрозированными и хрящевато-щебнистыми почвами.

Территории, пригодные для регулярного орошения (пролювиальные, пролювиально-аллювиальные, аллювиальные равнины): простые, головные части конусов выноса галечниково-песчано-суглинистые с весьма интенсивным подземным оттоком и естественно расслоящимися орошаемыми (частично) типичными и светлыми сероземами (цифры на карте 1, 2, 3, 4, 5, 26); осложненные, средние части конусов выноса и приобрывные полосы террас супесчано-суглинистые с включением песка и галек, с интенсивным подземным оттоком, солончаковатыми светлыми сероземами и орошаемыми слабо- и незасоленными лугово-сероземными и луговыми аллювиальными почвами (6, 7, 8, 9, 10, 11, 27, 32, 35, 37); сложные, межконусные и межгорные понижения, аллювиальные равнины (старооросимой зоны) суглинистые и супесчаные с затрудненным подземным оттоком, солончаковатыми светлыми сероземами и орошаемыми неодинаковозасоленными сероземно-луговыми почвами (12, 13, 24, 29, 30, 31, 33, 36, 38); очень сложные, преимущественно сазово-солончаковая зона, руслообразных понижений (территории потенциального засоления почвогрунтов и грунтовых вод) и аллювиально-пролювиальные равнины (новой зоны орошения), суглинистые и супесчаные с весьма затрудненным подземным оттоком, солончаками и орошаемыми различнозасоленными сероземно-луговыми почвами (14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 28, 34).

процесс испарения преобладает над инфильтрацией; происходит частичный отток ГВ и аккумуляция солей в зоне аэрации.

Весьма слабодренированные территории занимают периферию слившихся конусов выноса, центральную (зона рассеивания ГВ) и северо-западную части Голодной степи. Подземный сток крайне затруднен, преобладает вертикальный водообмен. Характерны интенсивное испарение ГВ и аккумуляция солей в почвах.

К практически бессточным территориям относятся руслообразные понижения и озерная равнина Тузкане. Здесь ГВ расходуются в основном на испарение и транспирацию, происходит прогрессивное соленакопление в почвах.

В целях улучшения неудовлетворительной естественной дренированности территории проектируется дренаж различного типа. Удельная протяженность горизонтальных дрен на единицу площади зависит в основном от механического состава грунтов, УГВ, степени засоления почв, солевого запаса в зоне аэрации.

В почвенно-мелиоративном и гидрогеологическом отношении наиболее благоприятны территории с весьма интенсивной дренированностью, где для успешного ведения орошаемого земледелия не требуется профилактических мероприятий.

Анализ взаимосвязи, взаимообусловленности и взаимодействия природных компонентов, определяющих мелиоративные особенности земель, позволил типизировать территории Голодной степи по природно-мелиоративным свойствам (рис. 8), причем основное внимание обращалось на инженерно-технические свойства главных природных компонентов и динамичность природно-мелиоративных процессов, обусловливающих мелиоративное состояние земель. Приводим схему типизации.

I. Предгорные покатые делювиально-пролювиальные галечниково-песчано-суглинистые весьма интенсивно дренированные равнины с типичными сероземами и устойчиво глубоко залегающими очень слабоминерализованными гидрокарбонатными ГВ:

1) староорошаемые плоские равнины верхней части Санзарского конуса выноса;

2) новоосвоенные слабопокатые равнины головной части Зааминского конуса выноса;

3) новоосваиваемые слабопокатые равнины головной части конусов выноса Ходжамушкентсая, Туркменсая и Джалаирсая;

4) новоосвоенные плоские равнины верхней части конусов выноса Раватсая, Пшагарсая и Ачисая;

5) новоосваиваемые слабопокатые равнины (шлейфы) предгорья Туркестанского хребта.

II. Предгорные пологие слабоволнистые пролювиальные галечниково-песчано-суглинистые интенсивно дренированные равнины с типичными и светлыми сероземами и неустойчиво глубоко залегающими слабо- и среднеминерализованными гидрокарбонатно-сульфатными ГВ:

6) староорошаемые равнины средней части конуса выноса Санзар со слабо- и среднезасоленными светлыми сероземами, лугово-сероземными, лугово-сазовыми почвами, УГВ 2—3 *м* гидрокарбонатно-сульфатного типа;

7) новоосваиваемые равнины средней части конуса выноса Ходжамушкентсая, Туркменсая и Джалаирсая со слабозасоленными светлыми сероземами и сероземно-луговыми почвами, УГВ 3—5 *м*, тип засоления гидрокарбонатно-сульфатный;

8) новоосваиваемые равнины средней части конуса выноса р. Заамингу со слабо- и среднезасоленными светлыми сероземами, УГВ 3—8 *м*, тип сульфатный;

9) староорошаемые равнины древнего конуса выноса р. Санзара со слабо- и среднезасоленными луговыми сазовыми почвами, УГВ 1—2 *м*, тип гидрокарбонатный;

10) новоосваиваемые возвышенные волнистые равнины Ломакинского плато со слабо- и среднезасоленными светлыми сероземами, УГВ 3—10 *м*, тип сульфатный;

11) новоорошаемые равнины средней части Хавастского конуса выноса и шлейфы предгорья Туркестанского хребта со слабо- и среднезасоленными сероземно-луговыми почвами и светлыми сероземами, УГВ 2—3 *м*, тип гидрокарбонатный и сульфатный;

III. Предгорные плоские пролювиальные супесчано-суглинистые, реже глинистые слабодренированные равнины с засоленными в разной степени светлыми сероземами, лугово-сазовыми почвами и солончаками, включающими неустойчиво неглубоко и устойчиво неглубоко залегающие средне- и сильноминерализованные сульфатно-хлоридные и хлоридные ГВ:

12) новоосваиваемые межгорные плоские равнины гор Кой-таш-Балыклытау с солончаковатыми светлыми сероземами, УГВ 2—3 *м*, тип сульфатный;

13) новоосваиваемые покатые межконусные понижения Заамингу и Ходжамушкентсая с неодинаковозасоленными светлыми сероземами, УГВ 2—3 *м*, местами 3—5 *м*, тип сульфатный;

14) новоосваиваемые равнины периферийных частей, слившихся конусов выноса с засоленными в разной степени светлыми сероземами, лугово-сероземными почвами и солончаками, УГВ 1—3 *м*, тип сульфатный и хлоридный;

15) новоорошаемые интенсивно искусственно дренированные равнины периферийных частей слившихся конусов выноса со слабо- и среднезасоленными лугово-сероземными и сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 и 3—5 *м*, тип гидрокарбонатно-сульфатный и сульфатный.

IV. Плоские аллювиально-пролювиальные суглинисто-глинисто-супесчаные, весьма слабо (интенсивно искусственно) дренированные равнины со слабо-, местами среднезасоленными сероземно-луговыми и светлыми сероземными почвами и неустойчиво неглубоко и устойчиво неглубоко залегающими сульфатными ГВ:

16) новоорошаемые равнины со слабозасоленными и глубокосолончаковатыми светлыми сероземами, УГВ 5—10 *м*, тип сульфатный (максимум солей с 1—1,5 *м*);

17) новоорошаемые равнины со слабо- и среднезасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 и 3—5 *м*, тип сульфатный и сульфатно-гидрокарбонатный (максимум солей с 1—2, местами 4—5 *м*);

18) новоорошаемые равнины с солончаковатыми светлыми сероземами, УГВ 5—10 *м*, тип сульфатно-хлоридный (максимум солей в интервале от 0,5 до 4—5 *м*);

19) новоорошаемые равнины со слабо- и среднезасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 *м* и ниже, тип сульфатный (максимум солей с 2,5 *м*);

20) новоорошаемые равнины со слабо- и среднезасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 *м*, тип сульфатный и сульфатно-гидрокарбонатный (максимум солей с поверхности).

V. Бессточные руслообразные суглинисто-глинистые понижения с солончаковатыми и засоленными светлыми сероземами, лугово-сероземными и сероземно-луговыми почвами, солончаками и устойчиво неглубоко залегающими сильноминерализованными ГВ хлоридного и сульфатного типов:

21) новоорошаемые руслообразные искусственно дренируемые понижения со слабо-, средне- и сильнозасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 *м*, тип сульфатный (максимум солей с поверхности);

22) староорошаемые руслообразные понижения со слабо- и среднезасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 *м* и ниже, тип сульфатный (максимум солей с 2,5 *м*);

23) руслообразные понижения с корково-пухлыми солончаками и засоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 1—3 *м*, тип хлоридный (максимум солей с поверхности);

24) новоорошаемые руслообразные понижения со слабо- и среднезасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 *м* и ниже, тип сульфатный (максимум солей с 2,5 *м*);

25) староорошаемые руслообразные понижения со слабо- и среднезасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—5 *м*, тип сульфатный и хлоридный.

VI. Слабопологие пролювиально-аллювиальные суглинисто-супесчаные слабо- и весьма слабодренированные равнины с неодинаковозасоленными сероземно-луговыми и лугово-сероземными почвами и неустойчиво неглубоко и устойчиво неглубоко залегающими слабо- и среднеминерализованными сульфатными ГВ:

26) староорошаемые слабопокатые естественнодренированные равнины с незасоленными светлыми сероземами, УГВ ниже 10 *м*, тип гидрокарбонатно-сульфатный;

27) староорошаемые пологие слабодренированные равнины со слабозасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 и 3—5 *м*, тип сульфатно-гидрокарбонатный;

28) староорошаемые волнистые слабодренированные равнины со слабо- и среднезасоленными сероземно-луговыми почвами в комплексе с солончаками, УГВ 1—3 *м*, тип сульфатный;

29) староорошаемые равнины со слабо- и среднезасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 *м*, тип сульфатный;

30) староорошаемые равнины со слабозасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 и 3—5 *м*, тип сульфатный;

31) староорошаемые равнины со слабо-, местами среднезасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 *м*, местами ниже, тип сульфатный и сульфатно-гидрокарбонатный;

32) староорошаемые равнины с незасоленными и слабозасоленными светлыми сероземами, УГВ 3—5 *м* и ниже, тип сульфатный и хлоридно-сульфатный.

33) староорошаемые водораздельные равнины со слабо-, средне- и сильнозасоленными сероземно-луговыми почвами, УГВ 2—3 *м*, местами ниже, тип сульфатный;

34) староорошаемые волнисто-холмистые равнины со слабозасоленными сероземно-луговыми почвами, местами целинными засоленными светлыми сероземами, УГВ 2—3 *м* и 3—5 *м*, тип сульфатный.

VII. Слабоволнистые аллювиальные суглинисто-галечниково-песчано-супесчаные слабодренированные равнины со слабозасоленными аллювиальными луговыми почвами и устойчиво неглубоко и устойчиво близко залегающими сульфатными и сульфатно-гидрокарбонатными ГВ:

35) староорошаемые естественно дренированные равнины террас со слабо- и незасоленными лугово-сероземными почвами, УГВ 2—5 *м*, тип сульфатно-гидрокарбонатный;

36) староорошаемые равнины со слабозасоленными аллювиальными луговыми почвами, УГВ 2—3 *м*;

37) старо- и новоорошаемые естественнодренированные равнины террас со слабо- и незасоленными луговыми аллювиальными почвами, УГВ 2—3 *м* и ниже, тип гидрокарбонатный, местами сульфатный;

38) старо- и новоорошаемые равнины террас со слабо- и среднеместами сильнозасоленными луговыми аллювиальными и болотно-луговыми почвами, УГВ 1—2 и 0,5—1 *м*, тип сульфатный.

ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИЙ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ РЕГУЛЯРНОГО ОРОШЕНИЯ

Используя шкалу критериев, мы оценили степень сложности подготовки типизированных территорий для регулярного орошения, а также условия последующей эксплуатации земель и меры, улучшения мелиоративного состояния уже освоенных массивов.

В группу простых территорий включены площади предгорных покатых делювиально-пролювиальных галечниково-песча-

но-суглинистых весьма интенсивно дренированных равнин с типичными сероземами и устойчиво глубоко залегающими очень слабоминерализованными гидрокарбонатными ГВ и слабопокатые естественнодренированные равнины Баяутского эрозионного массива с незасоленными светлыми сероземами.

Предгорья Туркестанского и Нуратинского хребтов представляют собой делювиально-пролювиальные и пролювиальные покатые слабоволнистые равнины. К простым территориям относятся пролювиальные шлейфы и головные части конуса выносов. Поверхность предгорного шлейфа Туркестанского хребта ровная, слегка покатая к северу. Глубины расчленения рельефа — 1—3 *м*. С поверхности шлейф сложен супесчано-гравийно-щебнистыми делювиально-пролювиальными отложениями, подстилаемыми галечником, гравием, щебнем и песком. $K_ф$ покровных отложений превышает 3 *м/сут*. Головные части конусов выноса рек также сложены гравийно-галечниковым материалом мощностью от 60 до 140 *м*, перекрываемыми супесчано-суглинистым материалом (не более 6—7 *м*). Поверхность в основном расчлененная (от 1 до 10 *м*) покатая, слегка выпуклой формы. $K_ф$ водоносной толщи 50—100 *м/сут*, а покровного мелкозема — более 2 *м/сут*. Территория считается весьма интенсивно дренированной. ГВ залегают на глубине 20—120 *м*. Минерализация их колеблется от 0,3 до 1,3 *г/л* (тип гидрокарбонатный) и лишь на отдельных участках — до 2 *г/л*. Эти воды в почвообразовательных процессах участия не принимают, поскольку преобладает горизонтальный водообмен при интенсивной инфильтрации атмосферных осадков с выщелачиванием солей. Подземный сток обеспечен.

По данным Х. Т. Туляганова (1971), расход подземных вод на северной границе территории — 5,8 $м^3/сек$. Пьезометрический уровень напорных вод совпадает с УГВ на всей территории.

Почвы представлены типичными щебневатыми и суглинистыми сероземами, для которых характерно отсутствие солей в верхних горизонтах, наличие карбонатных скоплений в виде плесени на глубине 15—50 *см* и гипсово-карбонатных корок с 50—100 *см*. С глубины 100—150 *см* гипсово-карбонатные корки выражены слабо.

Естественное мелиоративное состояние земель устойчивое, при орошении подъема УГВ и, следовательно, засоления и заболачивания не происходит, поэтому здесь благоприятные условия для создания автоморфного мелиоративного режима орошения, который основывается на поддержании УГВ на естественных глубинах.

В целом природно-мелиоративные условия территории наиболее благоприятны для освоения и орошения, так как интенсивная дренированность, устойчивость естественного мелиоративного состояния и незасоленность почвогрунтов до больших глубин содействуют вводу земель в хозяйственный оборот с меньшими затратами.

Природно-мелиоративные условия простых территорий в связи с частичной освоенностью и индивидуальным проявлением при-

родной обстановки неоднородны. Отдельные ее регионы значительно отличаются между собой. Выявление этих различий поможет в разработке дифференциальных проектов их освоения.

Головная часть конуса выноса р. Санзара, примыкающая к южной части Джизакского оазиса, представляет собой плоскую слегка покатую пролювиальную галечниково-песчано-суглинистую равнину, понижающуюся к северо-западу. Санзарский конус выноса рассечен рядом руслообразных впадин и логов, которые веерообразно расходятся от вершины конуса, из них воды реки идут на орошение полей, расположенных на поверхности конуса. Среди логов и оврагов самые крупные Клы и Токурсай. В верхшинной части конуса выноса рельеф осложнен насыпными буграми, возвышающимися на 8—20 *м*.

Вершинная часть конуса выноса представлена отложениями голодностепского комплекса: галечниками большой мощности, покрытыми супесью и суглинками мощностью от 0,5 до 2 *м*.

Почвенный покров здесь представляет собой староорошаемые сероземы типичные среднемощные, среднеокультуренные, средне- и тяжелосуглинистые на тяжелых и средних суглинках с прослоями легких и с включением дресвы. Мощность почвенного покрова I и II надпойменных террас р. Санзара незначительная, с глубины 0,3, местами 0,7 *м*, начинаются галечники. Площадь освоенной части 3612 *га*. Среднее содержание гумуса в почвах от 0,9 до 1,2%, средняя урожайность хлопчатника 22,5—23,5 *ц/га*.

Общее мелиоративное состояние земель головной части Санзарского конуса выноса устойчивое. Для повышения плодородия почв необходимы текущая планировка земель и ввод повсеместно хлопково-травопольного севооборота; меры по уменьшению инфильтрации оросительных вод, особенно на землях с близким залеганием галечника.

Новоорошаемые слабопокатые равнины головной части Зааминского конуса выноса представляют собой выпуклую поверхность, понижающуюся от вершины и расчлененную довольно густой сетью логов. Последние не имеют постоянных водотоков, склоны их круты, задернованы, глубина вреза 1—3,5 *м*.

Почвенный покров представлен новоорошаемыми типичными сероземами, легкосуглинистого и супесчаного состава на средних суглинках и галечниках с включением хряща. Почвы повсеместно не засолены. В верхнем 20-*см* слое содержится около 0,1% солей, глубже их еще меньше. Содержание хлора по всему профилю колеблется от 0,003 до 0,007%.

Мелиоративное состояние орошаемых земель устойчивое и не требует проведения особых профилактических мероприятий, однако в целях равномерного увлажнения почв при поливе и предотвращения смыва почвенного покрова следует проводить планировки и кольматаж. Кроме того, учитывая наклонность поверхности конуса выноса, при орошении следует регулировать режим

полива на бороздах, чтобы предотвратить развитие ирригационной эрозии и выпад земель из хозяйственного оборота.

Новоорошаемые плоские и слабоволнистые равнины верхней части конусов выноса Раватсая, Пшагарсая и Ачисая, как и другие конусы, сложены крупнообломочным материалом, перекрытым мелкоземом мощностью от 0,5 до 3 *м* и более. Почвы — орошаемые типичные сероземы легкосуглинистые и супесчаные на средних суглинках и сильнохрящеватых супесях. Требуются кольматаж и планировка, меры по предупреждению ирригационной эрозии и сокращению фильтрации.

Восточная часть Баяутского эрозионного массива представляет собой естественнодренированную староорошаемую слабопокатую равнину. Здесь на полосе, тянущейся вдоль уступа террас Сырдарьи шириной примерно от 2 до 5 *км*, ГВ имеют обеспеченный отток благодаря дренирующему влиянию обрыва террас высотой до 20 *м*. Эта часть III террасы сложена в основном суглинками и супесями с прослойками песков и включением галек. ГВ имеют преимущественно горизонтальный водообмен и залегают на глубине от 5 до 20 *м*, минерализация изменяется от гидрокарбонатного до сульфатно-хлоридного типа, питаются они за счет подземного оттока со стороны Туркестанского хребта и инфильтрации вод ирригационных распределителей Баяутского канала и орошаемых полей.

Почвы — староорошаемые сероземы светлые среднеокультуренные, местами промытые средне- и легкосуглинистые на тяжелых и средних суглинках. Площадь орошаемых земель 6504 *га*. Почвы незасоленные, местами слабозасоленные. Содержание гумуса в перегнойном горизонте 0,6—0,7%. Средняя урожайность хлопчатника 28 *ц/га*.

Рассоление засоленных участков достигается путем их регулярной промывки зимой и рациональным использованием поливных вод. На мелкопятнистых засоленных землях требуется планировка микрорельефа. Для повышения плодородия почв необходимо введение хлопково-люцернового севооборота, внедрение научно-обоснованной агротехники и др.

Комплекс мер по борьбе с инфильтрацией оросительных вод включает на землях, относящихся к простым территориям: покрытие распределителей антифильтрационными материалами, усовершенствование техники полива, предотвращение ирригационной эрозии на покатых равнинах и участках террас и конусов выноса с близким залеганием галечников.

К группе осложненных территорий отнесены предгорные пологие слабоволнистые пролювиальные галечниково-песчано-суглинистые интенсивно дренированные равнины с типичными и светлыми сероземами и неустойчиво глубоко залегающими слабо- и среднеминерализованными гидрокарбонатно-сульфатными ГВ и т. д. Эти равнины занимают среднюю часть конусов выноса Санзара, Зааминсу, Хавастсая и др.; т. е. расположены между

головными и периферийными частями слившихся конусов выноса, что определяет их общее естественное мелиоративное состояние. Поверхность средней полосы конусов выноса расчленена оврагами и руслообразными понижениями, направленными с юга на север, водораздельные участки между ними часто плоские, что придает местности слабоволнистый характер. Глубина расчленения — до 18—20 м. Здесь распространены в основном песчано-галечниково-суглинистые отложения голодностепского комплекса, покрытые супесями, мощность которых постепенно увеличивается в северном направлении от 5 до 25 *м* и более. $K_ф$ покровного мелкозема варьирует от 0,1—1,0 до 1,0—2,0 *м/сут*, а водоносного горизонта голодностепского и ташкентского комплексов — от 5 до 10, местами до 50 *м/сут*.

В гидрогеологическом отношении средние части конусов выноса — это зона затрудненного общего подземного стока (транзита и формирования напоров). ГВ залегают на глубинах от 3 до 20 *м*, их минерализация — от 1 до 3—5 *г/л*, тип гидрокарбонатно-кальциево-магниевый. На Ломакинском плато местами степень минерализации достигает 10 *г/л*, тип сульфатный. На конусе выноса Зааминсу в ГВ повышается содержание натрия. Для них характерен стоковый тип режима, однако при орошении в связи с ухудшением подземного оттока, он переходит в инфильтрационно-испарительный.

В средней части конусов выноса из-за слабой обеспеченности подземного стока процесс испарения начинает преобладать над горизонтальным водообменом, поэтому в отрицательных формах рельефа, где УГВ обычно близок к поверхности, в зоне аэрации накапливаются соли. Процесс постепенно усиливается в северном направлении. В том же направлении меняется и естественная дренированность грунтов. Таким образом, здесь наблюдается преимущественно транзит солей и частичная аккумуляция их в почвогрунтах.

Рассматриваемой части конусов выноса присуща интенсивная дренированность, которая обусловлена высоким $K_ф$ грунтов и большой водопроницаемостью водоносных горизонтов, а также вертикальной расчлененностью рельефа, благодаря которой происходит естественный отток ГВ. С южной границы поступает 2,6 *м³/сек*.

Территории вдоль обрыва I, II, и III террас шириной до 2—3 *км* считаются естественно дренированными, так как здесь подземный отток ГВ более или менее обеспечен, благодаря наличию крутых обрывов высотой 2—5 *м* и более.

Почвы средней части конусов выноса — типичные и светлые сероземы легко- и среднесуглинистые на средних и тяжелых суглинках или супесях. Солевой режим в зависимости от УГВ, форм рельефа и характера использования земель весьма разнообразен. Типичные сероземы повсеместно незасоленные, однако с переходом в светлые сероземы почвы приобретают свойства солончако-

ватости. На неорошаемых землях средней части конуса выноса и Ломакинского плато в контактной полосе с типичными сероземами сначала встречаются глубокосолончаковатые светлые сероземы, по мере приближения зеркала ГВ к поверхности в северных частях конусов выноса они сменяются близкосолончаковатыми и сильносолончаковатыми сероземами и, наконец, на границе с периферийной полосой конусов выноса сменяются солончаковатыми и засоленными сероземами. Однако в отдельных местах, где литолого-геоморфологические и гидрогеологические условия благоприятствуют соленакоплению, на поверхности субстрата встречаются и засоленные почвы.

Мелиоративное состояние земель преимущественно устойчивое, однако при орошении оно может ухудшаться из-за недостаточного подземного оттока ГВ, и потребуются мероприятия, предотвращающие развитие неблагоприятных мелиоративных процессов, особенно засоление и заболачивание.

При орошении и освоении целинных земель в результате нерационального использования оросительных вод и инфильтрации через каналы и поливные участки ожидается развитие суффозионно-карстовых, просадочных и эрозионных процессов.

Средняя часть конуса р. Санзара расположена между головной частью современного конуса и древним конусом выноса. Поверхность плоская, расчлененная многочисленными гидрографическими сетями: Сарайлик, Найман, Галлякудук, Кульнияз, Тошбек, Кургантепа, Канглы, Кутарма и др., которые начинаются у выхода Санзара с гор и радиально расходятся по средней и периферийной частям конуса. Воды этих естественных каналов используются для орошения.

Здесь распространены в основном светлые сероземы, сероземно-луговые, луговые сазовые почвы различного механического состава, степени плодородия и засоленности. Головную часть конуса выноса окаймляют светлые сероземы полосой от 4 до 5 *км*. Почвы староорошаемые, среднемощные, среднеокультуренные, среднесуглинистые на средних и легких суглинках и супесях, незасоленные. Содержание гумуса 0,9%. Средняя урожайность хлопчатника около 20 *ц/га*.

В долине Санзара (юго-западная часть конуса) развиты староорошаемые лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы среднемощные, среднеокультуренные, среднесуглинистые на тяжелых и средних суглинках с прослоями легких. Валовое содержание гумуса 0,9%, средняя урожайность хлопчатника 25 *ц/га*. Здесь в связи с обеспеченностью оттока ГВ почвы незасоленные. Их УГВ 2—3 *м*, тип гидрокарбонатно-сульфатный. Между долиной Санзара и водотоком Сарайлик распространены в разной степени засоленные луговые сазовые почвы, засоление которых увеличивается в северо-западном направлении. Засоленность почв, по-видимому, обусловлена весьма слабой обеспеченностью подземного оттока ГВ из-за ухудшения естественной дренированности

грунтов в том же направлении. В южной части территории преобладают слабозасоленные, а в северной — среднезасоленные почвы. Содержание гумуса в перегнойном горизонте в среднем 1,1%, средняя урожайность хлопчатника 23 *ц/га*.

Водораздельные равнины средней части конуса выноса Санзара представлены преимущественно староорошаемыми сероземно-луговыми слабозасоленными , среднеокультуренными почвами, среднесуглинистого состава на легких, средних и тяжелых суглинках. Засоленность возрастает в северо-западном направлении. Валовое содержание гумуса 1,2%, средняя урожайность хлопчатника 23,5 ц/га. Руслообразные понижения между водоразделами в связи со слабой обеспеченностью оттока минерализованных ГВ заняты тяжелосуглинистыми среднезасоленными луговыми сазовыми и болотно-луговыми почвами, в северной части логов распространены солончаковые луговые сазовые почвы, суглинистые на омергелеванных суглинках и глинах.

Освоенная часть средней полосы конуса выноса Санзара требует улучшения мелиоративного состояния земель, особенно засоленных участков. Рассоления слабо- и среднезасоленных почв можно достигнуть путем совершенствования существующей КДС (14 пог. *м/га* на 1972 г.), углублением до проектных отметок и регулярной промывкой. На северной окраине района, где почвы наиболее засолены и ГВ залегают близко к поверхности, должна быть увеличена удельная протяженность дрен. Орошать и осваивать целинные массивы, большинство из которых расположено в пределах логов, следует на основе увеличения дренированности грунтов путем прокладки открытых дрен (оптимальная длина 20—25 *м/га*) и промывки почвогрунтов в мелиоративный период. Промывка не должна прекращаться и во время эксплуатации. Необходима также качественная планировка площадей.

Средняя часть конуса выноса р. Зааминсу представляет собой пологую слабоволнистую пролювиальную равнину, постепенно понижающуюся в северном направлении. На севере она заканчивается крутым задернованным уступом высотой 5—12 *м*. Поверхность, как и на других конусах выноса, расчленена довольно густой сетью оврагов и долинами старых водотоков. Водоразделы имеют сглаженный характер. Особенно сильно расчленена западная часть, где проходят глубокие сухие лога — овраги Курусай, Кугазы, Курлисай, Янтаксай и т. д., глубина вреза которых достигает 15—18 *м*. Эти русла служат естественными дренами. При сплошном освоении земель по ним, видимо, и будут стекать минерализованные ГВ.

Почвенный покров района представлен целинными светлыми сероземами с различными механическим составом и степенью засоления. Исследовавший эти равнины О. Камилов (1963) отмечает, что граница между типичными и светлыми сероземами находится на отметке 433 *м* над ур. м. На отрезке между абсолютными отметками 433 и 400 *м* широко развиты остаточные пухлые

хлоридно-сульфатные солончаки. Общий запас солей в верхней метровой толще — 460 т/га, в том числе сульфата — 300 и хлора — 50 *т/га*; во втором метре — соответственно 310, 172 и 27 *т/га*, в третьем — 87,51 и 1,5 *т/га*. На участке, занятом солончаками, ГВ залегают на глубине 7—8 *м*, их минерализация 2—6 *г/л*, что свидетельствует об образовании солончаков в иных природно-мелиоративных условиях.

По данным Камилова, в районе железнодорожной станции Обручево солончаки сменяются солончаковатыми светлыми серозе-мами. Глубина ГВ 7—8 *м*, минерализация 10—12 *г/л*. Ниже по уклону за пределами отметки 375 *м* они обнаруживаются уже на глубине 4—4,5 *м*. Здесь развиты сильносолончаковатые светлые сероземы. Максимум солей в этих почвах находится во втором метре — плотного остатка 556 *т/га*, сульфата 228, хлора 131 *т/га*.

Для освоения и орошения средняя часть конуса выноса наиболее благоприятна. Однако прежде чем сдать земли в эксплуатацию, следует провести качественную планировку микрорельефа, принять меры по предотвращению просадки лессовых грунтов, образования сульфозионно-карстовых воронок, создать дренажную сеть, так как подземный отток ГВ по мере движения в северном направлении становится все более затрудненным, начинает преобладать вертикальный водообмен, наблюдается соленакопление в корнеобитаемом слое почвы. Одновременно на спланированных участках на фоне дренажа необходимо провести глубокую промывку почвогрунтов большими нормами, рационально использовать поливные воды, чтобы не допускать подъема УГВ не только здесь, но и на нижераспюложенных массивах, так как подземный отток направлен к периферийной части конуса выноса. Целесообразно использовать опыт освоения центральной части степи, где КПД ирригационных систем наиболее высок благодаря незначительной инфильтрации вод в грунт и пр.

Пологие слабодренированные равнины Баяутского эрозионного массива отнесены к осложненной группе земель. Поверхность слаборасчлененная (0—1 *м*) с общим уклоном к северо-западу. Массив сложен суглинисто-супесчаными отложениями с прослойками и гнездами мелкозернистых песков голодностепского комплекса мощностью 25—30 *м*, ниже залегает крупнообломочный материал с включением мелкозема и глин.

В связи с затрудненным подземным оттоком ГВ залегают близко к поверхности — 2—5 *м*. Минерализация вод 1—10 *г/л*, на неорошаемых участках до 30 *г/л*, воды сульфатные, сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные натриевые; степень и тип минерализации изменяются в направлении к Джетысайскому понижению, где засоленность грунтов и ГВ наиболее высокая.

В Баяутском массиве широко распространены светлые сероземы и сероземно-луговые почвы. Светлые сероземы преимущественно незасоленные или слабозасоленные, занимают в основном восточную часть, где подземных отток более или менее обеспечен

в связи с дренирующим влиянием долины Сырдарьи. Сероземно-луговые почвы главным образом слабозасоленные, 5—25% пятен среднего и сильного засоления, местами эти почвы промытые. Валовое содержание гумуса в сероземно-луговых почвах составляет 0,7—0,8% средняя урожайность хлопчатника 26—28 *ц/га*. Малое содержание гумуса в перегнойном горизонте объясняется слабым внедрением хлопково-люцернового севооборота.

Для улучшения почвенно-мелиоративного состояния земель здесь осуществлены значительные гидротехнические работы: проложены новые коллекторно-дренажные каналы и построен ряд вертикальных скважин. Основная часть вертикальных скважин будет построена в северной и северо-западной частях, где засоленность почвогрунтов высокая и ГВ минерализованы.

Нет сомнения, что при внедрении предусмотренных проектом гидромелиоративных мероприятий на рассматриваемой территории будет осуществлена коренная мелиорация земель и достигнута устойчивость их мелиоративного состояния, однако это станет возможным при правильном регулировании водно-солевого баланса массива и рациональном использовании гидротехнических сооружений.

Староорошаемые плоские аллювиальные равнины с незасоленными светлыми сероземами занимают приобрывные полосы III террасы Сырдарьи. Площадь — 14933 *га*. Здесь крутой уступ террасы до 5—6 *м* оказывает заметное влияние на подземный отток ГВ к современной долине реки, поэтому почвы незасоленные и развиваются в автоморфной тенденции. Валовое содержание гумуса 0.8%, средняя урожайность хлопчатника 24,5 *ц/га*.

С наполнением чаши Чардаринского водохранилища рассматриваемые части террас становятся ее береговой полосой, в связи с чем необходимо обратить внимание на изменение возникающих при этом геодинамических и мелиоративных процессов.

Староорошаемые плоские и слабоволнистые равнинные части нижних (I и II) террас Сырдарьи в связи с расположением в приобрывной полосе считаются естественно дренированными, здесь наблюдаются природно-мелиоративные процессы, характерные для III террасы. В связи с дренирующим влиянием обрывов террас высотой до 4—5 *м* подземный отток ГВ обеспечен, поэтому почвы незасоленные и местами слабозасоленные. ГВ залегают на глубине от 1—2 до 2—3 *м* и ниже, воды слабоминерализованные, гидрокарбонатно-сульфатного типа, наблюдается преимущественно горизонтальный водообмен при усиленном испарении с поверхности. Почвы лугово-сероземные (II терраса) и луговые аллювиальные (I терраса) легко- и среднесуглинистые на средних и тяжелых суглинках. Повышение плодородия почв достигается путем повсеместного введения травопольно-хлопкового севооборота, применения органо-минеральных удобрений, промывки засоленных участков на фоне временных неглубоких дрен.

Таким образом, сельскохозяйственные земли, относящиеся к группе осложненных территорий, по сравнению с простыми характеризуются сложной природно-мелиоративной обстановкой. Эксплуатация таких земель осуществляется после предварительной мелиоративной подготовки: должны проводиться капитальная планировка земель с созданием благоприятных (0,002—0,003) уклонов, научно обоснованное проектирование оросительно-распределительных систем с учетом форм и расчлененности рельефа, совершенствоваться техника полива на основе последних достижений ирригационной науки, проектироваться и строиться дренажная сеть до орошения, вестись промывки засоленных участков по всему почвенному профилю. Для устойчивого подъема плодородия почв поливных земель следует максимально использовать современные достижения агрономической науки и практики.

В группу сложных территорий объединены покатые межконусные понижения Заминсу и Ходжамушкентсая с засоленными в разной степени светлыми сероземами и неустойчиво неглубоко залегающими ГВ, межгорные плоские равнины гор Койташ-Балыклытау с солончаковатыми светлыми сероземами и устойчиво неглубокими ГВ и др.

Территории данной категории занимают довольно большую часть Голодной степи. Это обусловлено не только чрезвычайной сложностью природно-мелиоративной обстановки всей территории, но и отдельных ее районов, что предопределяет необходимость дифференцированного подхода к проектам эксплуатации земель и применения профилактических мероприятий.

Межгорная делювиально-пролювиальная равнина расположена между северным подножьем Койташских гор и южными склонами Писталитау, Балыклытау и Джетымтау. Поверхность ее имеет общий уклон с юго-запада на север и северо-восток и представляет собой плоскую равнину, сложенную супесями и суглинками мощностью до 4 *м*, которые подстилаются крупнообломочным материалом, у подножий склонов равнина переходит в делювиальные шлейфы.

В центральной части УГВ залегает на 1—2 *м*, а в предгорьях — до 20 м. В западной и центральной частях равнины плотный остаток ГВ 0,3—2,5 *г/л*, в восточной — до 10 *г/л*, тип засоления их в пределах равнины сульфатно-натриевый. Отток ГВ обеспечен благодаря дренирующему влиянию долины р. Клы и высоким фильтрационным свойствам водоносных супесей с галькой — до 11,2 *м/сут* (Гафуров, 1968). В центральной и западной межгорной частях равнины развиты светлые сероземы солончаковатые, по механическому составу преимущественно хрящевато-суглинистые, а в восточной — суглинистые с редким включением хряща и дресвы.

Освоение межгорной равнины возможно при условии повышения дренированности грунтов центральной и западной частей, где подземный отток сравнительно затрудненный. Скелетность и грубость механического состава почв несколько осложняют развитие здесь

орошаемого земледелия. Предварительно необходимо обогатить почвенный профиль мелкоземом, поливая земли мутными водами и механически перенося мелкозем. Сложной проблемой является также подача оросительных вод в межгорную равнину: она значительно выше уровня Санзара, ЮГК и Арнасая.

Покатая делювиально-пролювиальная равнина межконусных понижений занимает пространство между конусами выносов Заамину на западе, Ходжамушкентсая и предгорными шлейфами Туркестанского хребта на востоке. С севера ограничивается пролювиальный равниной периферийных частей слившихся конусов выноса. С поверхности она сложена супесями мощностью от 25 до 45 *м* с прослойками песков, ниже крупнообломочным материалом с прослоями суглинков. $K_ф$ дренируемого горизонта, по данным Х. Т. Туляганова (1971), 1—3 *м/сут*.

ГВ в южной части залегают на глубине 5—10 *м*, в северной — 3—5 *м*, тип минерализации сульфатный, плотный остаток колеблется от 1 до 3 *г/л* (в южной части), до 5 *г/л* (в северной части). Территория слабо дренирована, подземный отток затруднен, процесс испарения начинает преобладать над процессом горизонтального водообмена, поэтому наблюдаются преимущественно транзит солей и частичная аккумуляция в грунтах и ГВ.

Почвы — светлые сероземы легкосуглинистые и супесчаные на средних и тяжелых суглинках, в южной части глубоко солончаковатые, по мере приближения к северной границе они становятся и сильносолончаковатыми.

Естественная дренированность грунтов при освоении и орошении значительно ухудшается, что приводит к подъему УГВ и накоплению солей в зоне аэрации. Для предотвращения засоления почв в мелиоративном периоде освоения необходим дренаж. Территория в литологическом отношении не благоприятна для применения вертикального дренажа (до 25—45 *м* от поверхности — супеси с редкими прослоями песков), но весьма благоприятна для строительства закрытого горизонтального дренажа, так как на глубине 2—4 *м* в толщах супесей содержится среднезернистый песок. Кроме того, территория нуждается в капитальной планировке земель, проведении антифильтрационных мер на ирригационных каналах и совершенствовании техники полива.

Кара-Каройское руслообразное понижение — естественное продолжение Сардобинской бессточной котловины. Понижение очень плоское с почти незаметными бортами, плавно переходит в равнины III террасы Сырдарьи. ГВ залегают на глубине 1—4, реже 5 *м*. Минерализация вод 1—10, местами до 25 *г/л*, тип сульфатный и сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевый. Пьезометрический уровень подземных вод выше УГВ или совпадает с ним, а местами он ниже. Естественная дренированность грунтов весьма слабая, подземный отток очень слабо обеспечен, преобладает вертикальный водообмен; основная часть ГВ расходуется на испарение и транспирацию. $K_ф$ покровного мелкозема изменяется от 0,05—0,07

до 0,1—0,25 *м/сут*, а водоносного пласта — от 16 до 25 *м/сут* (Пушкарева, Якубов, 1969).

Почвы — новоорошаемые светлые сероземы и сероземно-луговые преимущественно среднесуглинистые на средних и легких суглинках. Светлые сероземы распространены на более повышенных элементах рельефа, где УГВ еще не приподнят орошением, ровные и пониженные части впадины заняты сероземно-луговыми почвами. Засоление пестрое: основная масса светлых сероземов не засоленная (глубоко солончаковатые), в то время как луговые сероземы всюду слабо-, местами среднезасоленные с пятнами 5—25% сильного засоления. В зоне аэрации содержится до 465 *т/га* легкорастворимых солей, тип засоления почвогрунтов хлоридно-сульфатный. Валовое содержание гумуса 0,7%, средняя урожайность хлопчатника на светлых сероземах около 22, а на сероземно-луговых — 24 *ц/га*.

В настоящее время земли эксплуатируются на основе горизонтального дренажа. Для вертикального дренажа условия малоблагоприятны из-за плохой водопроницаемости грунтов. Поэтому мелиорация земель основывается только на горизонтальном дренаже, причем средняя протяженность дрен должна быть доведена до проектной. Хороший результат дают промывка почв большими нормами, внедрение хлопково-травопольного севооборота и внесение органо-минеральных удобрений в зависимости от почвенных особенностей.

Пологая Мирзачульская водораздельная равнина расположена между Шурузякским и Сардобинским понижениями. Выгодное положение между бессточными руслообразными понижениями оказывает значительное влияние на естественный отток ГВ. Равнина сложена желтовато-серыми суглинками мощностью 20—25 *м* и больше, в нижней части с прослоями глины, далее до глубины 60 *м* — песка, подстилаемыми глинами и плотными суглинками. $K_ф$ покровного мелкозема 0,03—0,15, а водоносного — 25—80 *м/сут* (Пушкарева, Якубов, 1969). Естественная дренированность грунтов слабая и очень слабая, резко преобладает вертикальный водообмен. Основная часть вод расходуется на испарение и транспирацию.

В связи с весьма слабой дренированностью грунтов ГВ лежат на глубине — 2—3, местами 3—5 *м*. Воды сульфатные, хлоридно-сульфатные, сульфатно-кальциево-магниевые. Минерализация — 3—10, местами 10—20, на неорошаемых участках более 30 *г/л*, хлоридного типа. ГВ имеют незначительный отток к соседним руслообразным понижениям, поэтому местами их уровень значительно глубже, но не ниже 5 *м*.

Почвы — староорошаемые сероземно-луговые и лугово-сероземные средне- и тяжелосуглинистые на легких и тяжелых суглинках и на гипсированных глинах. Сероземно-луговые почвы повсеместно засолены преимущественно в слабой степени, с пятнами (5—5% и более) среднего и сильного засоления; местами

развиты промытые почвы. Основная масса солей распределена до глубины 12—14 *м* более или менее равномерно и колеблется от 0,5 до 1,0% по плотному остатку. С глубиной их содержание резко снижается; в зоне аэрации содержится 366 *т/га*.

В Мирзачульской водораздельной равнине для создания устойчивого мелиоративного состояния земель осуществлены большие работы по увеличению дренированности грунтов: создана разветвленная дренажная сеть (удельная протяженность на 1. I 1972 г. составляла около 33—35 *м/га*), введены в строй скважины вертикального дренажа — на 1. II 1974 г. более 70, улучшается рабочее состояние действующих коллекторов и дрен. В результате почвы значительно рассолились, а УГВ понизился, произошло опреснение минерализованных ГВ. Однако для радикального улучшения мелиоративного состояния земель следует осуществлять меры по дальнейшему рассолению почв и ГВ зоны аэрации на основе дренажа и промывки большими нормами, рационально использовать все гидромелиоративные сооружения и ввести научно обоснованные оросительные и поливные нормы.

Водораздельная плоская равнина между Пахтааральской депрессией и Шурузякским понижением представляет собой слабо дренированную территорию. Здесь дренирующее влияние понижения, вследствие низкой водопроницаемости засоленных суглинистых грунтов водораздельной равнины, весьма незначительное. Равнина сложена мощной толщей песчано-галечниковых пород, перекрытых суглинками и супесями мощностью 25—30 *м* голодностепского комплекса.

В пределах описываемой территори развит единый комплекс грунтовых и субнапорных подземных вод; превышение пьезометрического уровня над УГВ достигает 3 *м* (Ходжибаев, 1973). ГВ залегают на глубине 2—5 *м*, реже ниже. Минерализация их в верхних слоях от 1 до 10, местами 10—20 *г/л*, с глубиной уменьшается. Воды сульфатные, сульфатно-магниевые, местами сульфатно-хлоридные (на неорошаемых участках). В связи со слабой дренированностью территории подземный отток ГВ очень затруднен, резко преобладает вертикальный водообмен.

Почвы в основном сероземно-луговые средне- и тяжелосуглинистые на гипсированных тяжелых суглинках и глинах. Староорошаемые сероземно-луговые почвы промытые и слабозасоленные, местами встречаются среднезасоленные пятна. Валовое содержание гумуса в перегнойном горизонте 1%, средняя урожайность хлопчатника 25 *ц/га*.

Почвенный покров равнины в связи с интенсификацией мелиорации земель путем дренажа и регулярной промывки в последние годы устойчиво рассоляется, УГВ понижается и воды опресняются. Все это стало возможным благодаря доведению удельной протяженности КДС до проектной (30 пог. *м/га*) и вертикальному дренажу на отдельных массивах, где мелиоративное состояние земель наиболее тяжелое, совершенствованию структуры орошаемых зе-

мель и освоению севооборотов. Только на территории совхоза «Малик», который занимает большую часть равнины, действует более 15 вертикальных скважин и построено 35 *км* дренажной сети, более чем на 1400 *га* проведена капитальная планировка. Все это способствует повышению урожайности хлопчатника и рациональному использованию оросительных вод и, следовательно, улучшению мелиоративного состояния земель.

Плоская Пахтааральская депрессия вытянута меридионально от периферии Сардобинского понижения до современной долины Сырдарьи. Литологический разрез представлен плывунным и пылеватыми покровными суглинками, подстилаемыми на глубине 20—25 *м* мощной толщей песков. $K_ф$ покровного мелкозема 0,3, водоносного пласта 27—30 *м/сут* (Решеткина , Барон и Якубов, 1966).

Территория естественно весьма слабо дренирована, только в северной части существует слабый отток к долине Сырдарьи, поэтому УГВ на основной части площади депрессии лежит близко к поверхности земли—от 2 до 4 *м* и ниже, минерализация вод 1—5, местами 5—10 *г/л*, тип сульфатно-гидрокарбонатный, сульфатно-кальциево-магниевый, сульфатный. Слабая минерализация объясняется опресняющим влиянием оросительных вод и созданием «пресной подушки» на минерализованных ГВ в вегетационном периоде.

Почвогрунты депрессии довольно сильно засолены. Это объясняется местным подтоком солей с почвенными и грунтовыми водами с соседних возвышенностей. Высокое залегание солевых горизонтов мы связываем с более близким стоянием УГВ в период формирования II террасы. По данным Н. М. Решеткиной, В. А. Барона, Х. Якубова (1966), запасы легкорастворимых солей в покровных мелкоземах депрессии составляют в слое 0—1 *м* на орошаемых землях 43, неорошаемых 132, в слое 0—2 *м* соответственно 79 и 240, в слое 0—3—135 и 382 *т/га*, а в слое 0—20 *м* 1089 и 2253 *т/га*. Следовательно при неглубоком залегании ГВ эти соли являются источником вторичного засоления орошаемых земель.

В пределах депрессии развиты староорошаемые сероземно-луговые почвы, местами на периферии встречаются пятна солончаков. Сероземно-луговые почвы легко- и среднесуглинистые на средних и тяжелых суглинках, слабо- местами среднезасоленные. Содержание гумуса колеблется от 0,7 до 1%. Средняя урожайность хлопчатника более 25 *ц/га*.

На территории депрессии, на основной части которой разместился совхоз «Пахта-Арал» (площадь 11 тыс. *га*), для радикального улучшения мелиоративного состояния земель выполнены большие работы по мелиорации. Здесь, кроме сильно разветвленной дренажной сети, действует 74 вертикальных скважины на площади 8,5 тыс. *га*. Минерализация откачиваемой воды колеблется от 4 до 7 *г/л* по плотному остатку. В результате почвы рассоляются, и ГВ опресняются. По данным Ф. Н. Юрьева (1973), в на-

стоящее время плотный остаток почв совхоза не превышает 0,5%. В связи с близким залеганием опресненных ГВ полив здесь осуществляется дождеванием установками ДДА-100 М. Один дождевальный агрегат за сутки способен полить до 15 *га*. В тех же условиях на бороздковый полив такой же площади требуется 20 человеко-дней.

Водораздельная пологая равнина северной части Голодной степи расположена между Пахтааральской депрессией на востоке и волнисто-холмистой равниной на западе и вытянута с юга на север. Территория сложена суглинками и супесями мощностью от 15 до 25 *м*, ниже, до глубины 180 *м*, вскрываются пески с прослойками суглинка, глины и галечника. Естественная дренированность незначительная, подземный отток очень слабо обеспечен, преобладает вертикальный водообмен. Ввиду недостаточной дренированности грунтов ГВ залегают близко к поверхности — 2—3 *м*, реже 3—5 *м*. Минерализация 5—10 *г/л*, местами на понижениях рельефа более 10 *г/л*, тип воды — сульфатно-хлоридный, сульфатно-кальциево-магниевый.

Почвенный покров — в основном староорошаемые сероземно-луговые среднесуглинистые на средних и тяжелых суглинках, слабозасоленные, в понижениях между водораздельными повышениями средне-, местами сильнозасоленные. Средне- и сильнозасоленные почвы приурочены обычно к периферии коллекторов, где несмотря на наличие дрен из-за весьма сильно затрудненного оттока ГВ наблюдается засоление субстрата. Валовое содержание гумуса в перегнойном горизонте 0,8%, средняя урожайность хлопчатника 24 *ц/га*, на среднезасоленных участках 18—19 *ц/га*.

Улучшить мелиоративное состояние земель можно за счет углубления существующей КДС, вертикального дренажа (территория благоприятна для внедрения вертикальных скважин), текущей планировки, регулярных промывок большими нормами, рационального использования оросительных вод на поливных участках, внедрения хлопково-люцернового севооборота.

Волнисто-холмистая плоская равнина занимает северную часть Голодной степи, с запада ограничена Арнасайским, с юга Карз-Каройским руслообразными понижениями, с востока — водораздельной равниной, с севера — долиной Сырдарьи. Равнина значительно расчленена (0—4 *м*), замкнутые понижения чередуются с грядообразными повышениями и холмами. По мере приближения к Арнасайскому понижению встречаются более высокие и глубокие гряды и котловины.

Расчлененная равнина сложена толщей переслаивающихся песков и супесей, мощность покровных супесей 10—25 *м*. Территория естественно слабо дренирована, имеется незначительный подземный отток в сторону Арнасайского понижения, преобладает вертикальный водообмен, местами на сильно расчлененных участках наблюдается незначительный сток к бессточным котловинам. УГВ 1—5 *м* и ниже, воды сульфатные, сульфатно-хлоридные, плотный

остаток колеблется от 3 до 10 *г/л* на орошаемых землях и от 10 до 30 *г/л* и более на неосвоенных массивах. Минерализации вод возрастает в сторону Арнасайского понижения, в этом же направлении увеличивается и засоление почвогрунтов.

Почвенный покров территории весьма разнообразный: на повышенных элементах рельефа развиты светлые сероземы, солончаковатые или солончаковые, реже засоленные в той или иной степени, на отрицательных — средне- и сильнозасоленные сероземно-луговые почвы и солончаки; на более или менее ровных местностях — слабозасоленные сероземно-луговые почвы. Светлые сероземы в большинстве случаев богарные, реже неорошаемые целинные, встречаются на периферии канала им. Кирова, распределителей К-25, К-25-9. Сероземно-луговые сильносолончаковые и засоленные и солончаки занимают преимущественно периферии коллекторов Кызылкумский, Арнасайский, ЦГК и распределителя К-34. Валовое содержание гумуса 0,8%, средняя урожайность хлопчатника 24 *ц/га*.

Рассоление почв возможно путем увеличения протяженности дренажной сети до 30—35 *м/га*, капитальной планировки микрорельефа, регулярной промывки большими нормами, рационального использования оросительных вод, сокращения фильтрации через ирригационную сеть и повышения КПД существующих коллекторов и дрен. По литологическим условиям территория малоблагоприятна для работы вертикального дренажа, однако целесообразно продолжать опытно-производственные работы по внедрению машинной откачки ГВ.

Водораздельная равнина II террасы Сырдарьи плоская, местами слабоволнистая, расчлененная бессточными понижениями — бывшими старицами реки. Равнина сложена с поверхности суглинками, супесями и глинами, подстилаемыми на глубине 3—5 *м* галечниками, песками и суглинками. $K_ф$ покровного мелкозема 0,15—0,2, а водоносного горизонта 25—45 *м/сут*. Территория слабо дренирована, имеется незначительный сток в Шурузякское понижение и в сторону нижней террасы. Однако в основной части, особенно на севере равнины, подземный отток замедленный, ввиду уменьшения высоты равнины и вертикальной расчлененности рельефа, а также увеличения мощности покровного мелкозема от 3 до 5 *м*.

ГВ на глубине 1—3 *м*. Напор подземных вод, вскрытый на глубине 100 *м*, устанавливается в северо-восточной части на 40—80 *см* выше, а в северо-западной либо ниже УГВ, либо сливается с ним. Минерализация грунтовых вод 2—5, местами 5—10 *г/л* и более. Вдоль магистрального канала им. Кирова (правая ветка) проходит полоса с минерализацией не более 1—3 *г/л*, местами снижающейся до 1 *г/л*. Воды замкнутых понижений минерализованы сильнее — более 10 *г/л*, тип сульфатный, сульфатно-хлоридно-натриевый и магниевый.

Почвы в основном староорошаемые луговые аллювиальные

средне- и тяжелосуглинистые на средних и легких суглинках и глинах; преимущественно слабозасоленные, местами промытые; среднезасоленные почвы расположены на понижениях рельефа, где отток ГВ весьма затрудненный (в южной половине равнины). Болотно-луговые почвы развиты в пределах бывших стариц, обычно сильнозасоленные. Валовое содержание гумуса в луговых аллювиальных почвах — 1—1,3%. Средние урожаи хлопчатника около 20 *ц/га*.

В целях улушения мелиоративного состояния земель здесь проведена дренажная сеть удельной протяженностью около 15, местами до 20 *м/га*. Однако рассоление почвенного покрова идет. очень медленно. По-видимому, необходимо повысить КПД, так как многие водосборы не в состоянии дренировать из-за мелкой глубины, сильной засоренности и заиления; местами воды из дрен следует откачивать, так как сток по ним очень замедленный. Нужны регулярные промывки почв и текущая планировка земель, внедрение севооборотов.

Волнистые равнины низкой террасы Сырдарьи характеризуются сложностью мелиоративных условий, обусловленной наличием здесь различных почвогрунтов пестрого механического состава и расчлененностью рельефа. С поверхности терраса покрыта мелкоземом мощностью от 1 до 4—5 *м*, представляющим собой средние и тяжелые суглинки, глины с чередующимися ниже супесями и песками. Местами часто с поверхности залегают пески, ниже чередующиеся с суглинками и хрящами. Эти отложения повсеместно подстилаются хорошо проницаемыми песчано-галечниковыми водоносными пластами мощностью 150—200 *м* и более с прослойками суглинков, супесей и глин.

Естественная дренированность ухудшается в направлении к тыловой части террасы, где почвогрунты более тяжелого механического состава и грядообразные повышения чередуются с замкнутыми понижениями. Гряды обычно сложены супесчано-песчаными, а бессточные котловины тяжелосуглинисто-глинистым материалом. В связи с этим здесь подземный отток ГВ замедленный, а в нижней части обрыва II террасы выклиниваются сильноминерализованные ГВ.

В восточной части террасы в связи с дренирующим влиянием русла Сырдарьи и наличием естественного уклона поверхности почвогрунты сравнительно дренированы. ГВ в тыловой части террасы залегают на глубине 0,5—2 *м* и ниже, а на восточной половине — 1—3 *м*. Минерализация варьирует от 0,1 до 20 *г/л*, и более, на орошаемых участках — от 0,1 до 5, реже до 6—7, а на неорошаемых — до 20 *г/л*, на осушенных старичных впадинах — от 5 до 30 *г/л*. Воды на поливных землях преимущественно гидрокарбонатно-сульфатные, в целинных массивах—сульфатные, сульфатно-хлоридные. Подземный отток слабо обеспечен, преобладает вертикальный водообмен. Основная часть ГВ расходуется на испарение и транспирацию.

Почвы террасы в основном луговые аллювиальные, пойменно-аллювиальные болотно-луговые, солончаки средне- и тяжелосуглинистые, местами легкосуглинистые на средних и тяжелых суглинках. Преобладают староорошаемые луговые почвы, промытые, слабо- и среднезасоленные. Валовое содержание гумуса от 0,9 до 1,7%. Средняя урожайность хлопчатника 20—23 *ц/га*. Болотно-луговые почвы, обычно средне- и сильнозасоленные, занимают высыхающие участки стариц реки. Эти почвы перспективны для рисосеяния.

Мелиоративное состояние земель неустойчивое, улучшить его можно путем снижения УГВ до оптимальной отметки, т. е. от 1,5 до 2 *м* при опреснении их до 5—6 *г/л* (гидрокарбонатно-сульфатный тип). Такой мелиоративный эффект здесь может дать открытый горизонтальный дренаж при удельной протяженности сети 12—14, а на сильнозасоленных участках 13—18 *м/га*. В 1973 г. удельная протяженность дрен составляла 10—12 *м/га*, однако для усиления рассоления почв следует довести до указанных параметров и максимально повысить КПД (здесь дренажная сеть находится в неудовлетворительном состоянии). Обязательными мерами являются также промывка почв и текущая планировка земель.

Как видно из описанного, при освоении целинных массивов и эксплуатации орошаемых массивов возникают значительные трудности для преодоления которых требуется проведение на этих землях наиболее сложных гидро- и агромелиоративных, гидротехнических работ, постоянное совершенствование техники полива и меры, направленные на повышение КПД коллекторно-дренажной сети и ирригационных систем и т. д. На сложных территориях необходимо регулировать водно-солевой режим почвогрунтов и режим ГВ, так как от этого непосредственно зависит успех в управлении природно-мелиоративными процессами.

Группу очень сложных территорий представляют равнины периферийных частей слившихся конусов выноса с засоленными в неодинаковой степени светлыми сероземами, лугово-сероземными почвами и солончаками и устойчиво неглубоким УГВ; новоорошаемые интенсивно искусственно дренируемые равнины периферийных частей слившихся конусов выноса со слабо- и среднезасоленными лугово-сероземными почвами, и неустойчиво неглубоко и устойчиво неглубоко залегающими ГВ и т. д.

Очень сложные территории характеризуются крайней неблагоприятностью природно-мелиоративных условий для освоения целинных земель и эксплуатации орошаемых массивов. Сложность природно-мелиоративной обстановки обусловлена слабой расчлененностью рельефа, преобладанием бессточных депрессий, водонепроницаемыми грунтами, отсутствием подземного оттока, засоленностью почв и наличием больших запасов солей в активном слое, крайней неустойчивостью мелиоративного состояния земель и т. п.

Плоская пролювиальная равнина периферийных частей слив-

шихся конусов выноса занимает обширные степные пространства, являясь северным продолжением Ломакинского плато, Санзарского конуса выноса на западе и Зааминского конуса и предгорного шлейфа на востоке. Равнина в целом слабо расчленена (0—1 *м*), однако местами в связи с наличием плоских понижений и повышений расчлененность незаметно увеличивается (0—2 *м*). Новоосваиваемые земли периферийных частей слившихся конусов выноса размещаются на южной части равнины от ЮГК (и территории к востоку от Центральной ветки ЮГК) до железнодорожной линии Урсатьевская — Мирзачуль.

По данным Н. Н. Ходжибаева (1973), литологический разрез восточной половины равнины многослойный: суглинки и плотные супеси с прослоями песка и гравия мощностью от 1 до 10 *м*. Суммарное содержание хорошо проницаемых пород в разрезе не превышает 6%, в отдельных местах достигает 50%. В западной части равнины покровный мелкозем состоит из супеси мощностью 3—15 *м*, местами до 25 *м*, с прослоями суглинков, песков, реже галечников. Содержание водопроницаемых отложений 20—30%.

Территория очень слабо дренирована, поэтому подземный отток крайне затруднен (зона рассеивания ГВ), характерно интенсивное суммарное испарение (до 97%) ГВ, аккумуляция солей в зоне аэрации. ГВ залегают на глубине 2—3 (южная часть) и 3—5 *м* (северная часть), местами от 0,5 до 1 *м*. Минерализация их 5—50 *г/л*, в основном они хлоридно-натриевого и сульфатно-натриевого типа. Подземные воды напорные, их уровень повсеместно устанавливается выше УГВ.

В периферийных частях слившихся конусов развиты в основном солончаковые светлые сероземы и лугово-сероземные почвы, солончаки. Равнины к югу ЮГК характеризуются наличием сильносолончаковых почв. По данным О. Камилова (1963), в этих почвах наблюдается обилие солей в слое 0—10 *см*, но запас их в первом метре значительно меньше, чем в сильносолончаковатых сероземах. Общее количество солей в первом метре этих почв 400 *т/га*, из них сульфата 260 и хлора 50 *т/га*; во втором метре соответственно 538, 300 и 44 и в третьем — 589; 142 и 44 *т/га*.

Вблизи трассы ЮГК, где УГВ значительно приподнят, минерализация их повышается до 100 *г/л*, широко развиты корково-пухлые солончаки, в первом метре которых общее количество солей составляет 550 *т/га*, в том числе сульфата 200 и хлора 150 *т/га*. В северной, неорошаемой, части равнины в основном солончаки с пятнами солончаковатых лугово-сероземных почв. Характерная особенность засоления массива — наличие растянутого до 4 *м* солевого максимума в зоне аэрации. В верхнем 0—5-*м* горизонте сосредоточено 1025 *т/га* солей, из них сульфата 635 и хлора 112 *т/га*. Тип засоления сульфатный к северу меняется на хлоридно-сульфатный (Пушкарева, Якубов, 1969). Содержание солей в почвогрунтах превышает допустимое для развития культурных растений в несколько раз.

Освоение этих земель возможно при условии увеличения дренированности грунтов путем горизонтального дренажа (судя по литологическому составу слагающих пород, эти территории мало благоприятны для применения вертикального дренажа). Оптимальная удельная протяженность закрытых дрен для этих территорий 75—90 пог. *м/га*. Обязательны здесь промывка почв большими нормами (15—20 тыс. $м^3/га$) и капитальная планировка с сохранением оптимальных уклонов для нормального полива, меры по сокращению фильтрации в грунт из распределителей и с поливных участков.

На новоорошаемых равнинах периферийных частей слившихся конусов такие же природно-мелиоративные условия, что и на неорошаемых массивах. Здесь в результате орошения незначительно изменились водно-солевой режим почв зоны аэрации и режим ГВ. В связи с очень слабой дренированностью территории УГВ при орошении повсеместно приподнят. Глубина их залегания 2—5 *м*, местами 1—3 *м*. Близкое расположение ГВ в новой зоне орошения Голодной степи обусловлено проектированием сероземно-лугового режима орошения, при котором подъем уровня допускается до 2,5 *м* с тем, чтобы дать возможность корневой системе использовать влагу. Минерализация вод от 3 до 15, местами до 20 *г/л* и более, тип сульфатно-хлоридный, и хлоридно-сульфатный.

Почвы в основном новоорошаемые сероземно-луговые среднесуглинистые на легких и тяжелых суглинках; слабо- и среднезасоленные, местами встречаются сильнозасоленные участки с пятнами солончаков. Валовое содержание гумуса 0,8—1%. Средняя урожайность хлопчатника более 20 *ц/га*. В восточной части равнины содержание плотного остатка колеблется в пределах 2—3% (для верхней 2—3-метровой толщи), хлора — 0,2—0,8%. С глубиной оно несколько снижается, составляя соответственно 1,5—1,8 и 0,2—0,4%. В средней части равнины верхняя 1—2 *м* (местами до 5 *м*) толща опреснена до 0,1—0,2%, глубже содержание солей варьирует от 0,5 до 0,7%. Поэтому общие запасы солей здесь достигают больших величин: в слое 0—5 *м* более 900 *т/га*. В юго-западной части равнины в поверхностном слое (до 0,5—1 *м*) содержание солей очень незначительное — до 0,2—0,3% по плотному остатку и 0,003—0,005% по хлору. Ниже солевого максимума засоление грунтов вновь характеризуется малыми величинами (Пушкарева, Якубов, 1969).

В настоящее время для достижения благоприятного мелиоративного состояния земель здесь осуществлены в больших масштабах мелиоративные работы: построены сильно разветвленные закрытые дренажные сети удельной протяженностью от 40 до 90 *м/га*. Регулярно проводятся промывки засоленных участков большими нормами и текущая планировка. В целях рационального использования оросительных вод групповые распределители покрыты антифильтрационными материалами. КПД доведен до 0,86. На поля вода подается по трубопроводам и железобетонным лоткам.

Юго-западная часть Голодной степи представляет собой пролювиальную равнину рек Клы и Токурсая. С юго-запада ограничена предгорными шлейфами Балыклытау и Писталитау, с севера — Притузканинской равниной с востока—центральной частью степи, с юга примыкает к средней части конуса выноса р. Санзара.

Южная часть рассматриваемой территории занята древним конусом выноса Санзара. Поверхность конуса плоская, пересечена руслами старых водотоков Токурсая, Клы и др., придающими рельефу слабоволнистый характер. Глубина расчленения рельефа от 2 до 10—15 *м*. Равнина с поверхности сложена супесчано-суглинистыми отложениями мощностью 60—80 *м* (Туляганов, 1971). Северная часть представляет собой плоскую равнину, образованную Санзаром (Клы), переходящую на северо-западе в Тузканинскую равнину. С поверхности сложена тонкослоистыми суглинками и глинами с прослоями супесей мощностью 20—30 *м* на пролювиальных суглинках.

Территория естественно весьма слабо дренирована, подземный отток почти не обеспечен, преобладает вертикальный водообмен при усиленном суммарном испарении с поверхности ГВ, приводящем к аккумуляции солей в зоне аэрации. ГВ в связи с необеспеченностью подземного оттока подходит близко к поверхности; в пределах древнего конуса выноса Санзара их зеркало на глубине от 2 до 5 *м* и ниже, а в долине р. Клы — от 1 до 5 *м*. Плотный остаток по равнине варьирует от 10 до 30 *г/л* и более; воды хлоридно-сульфатно-натриевые, хлоридные.

В пределах долины р. Клы развиты луговые аллювиальные почвы, разной степени засоления и сильногипсированные (до 62%), сероземно-луговые и лугово-сероземные. В древнем конусе выноса Санзара распространены сильносолончаковые и солончаковые сероземы в комплексе с корковыми и пухлыми солончаками. Почвы конуса характеризуются ясно выраженным солевым максимумом на глубине до 7—9 *м*, с содержанием плотного остатка 1,5—2,5%. Глубже 9 *м* профиль опресняется. Запасы солей в 3-*м* толще 455—664 *т/га*, по составу солей почвогрунты сульфатно-натриевые (Пушкарева, 1969).

Земли рассматриваемой равнины вполне пригодны для орошения; здесь уже освоены междуречье Клы и Токурсая (совхоз № 31 освоен в 1971 г.) и продолжается освоение северо-западной части равнины. Однако освоение земель данного региона значительно осложнено наличием злостных солончаков и сильногипсированных и сильносолончаковатых почв. Освоение этих земель возможно только при создании загущенной дренажной сети (удельная протяженность до 80—90 пог. *м/га*) и проведении промывок повышенными нормами.

Центральная часть Голодной степи представляет собой аллювиально-пролювиальную и пролювиально-аллювиальную плоскую (расчлененность 0—2 *м*), весьма слабо дренированную равнину, сло-

женную суглинками с прослоями супеси (25 *м*), залегающими на толще переслаивающихся песков, супесей, реже глин. В гидрогеологическом отношении — это область рассеивания ГВ. Подземный отток почти не обеспечен, резко преобладает вертикальный водообмен и основная часть воды расходуется на испарение. По режиму ГВ и солевому режиму почвогрунтов территория разделяется на природно-мелиоративные комплексы. Западный участок характеризуется недавней освоенностью земель. Здесь орошение началось фактически с 1970 г. В литолого-геоморфологическом отношении территория является переходной к Предкызылкумской песчановолнистой равнине. Верхняя толща сложена супесями и суглинками мощностью 15—20 *м* с прослойками песков, по мере приближения к Предкызылкумской равнине доля песков увеличивается. ГВ залегают ниже 10 *м*, минерализация 20—30 *г/л* и более, тип сульфатно-хлоридный, хлоридно-натриевый.

Почвы развиваются без влияния грунтового увлажнения, представлены в основном солончаковым и солончаковатыми светлыми сероземами легкого и среднего механического состава. В западной части равнины опресненный горизонт растянут на глубину 1—1,5 *м*, где плотный остаток не превышает 0,1—0,2% к весу сухого грунта. Глубже засоленность почвогрунтов повышается до 0,4—0,6%. Запасы солей в 3-*м* толще 151—235 *т/га*. В восточной части равнины опресненный горизонт растянут до 1—3 *м*. Плотный остаток не превышает 0,15—0,30% к весу сухого грунта. Ниже засоление резко увеличивается . Общие запасы солей в 3-*м* толще 130—350 *т/га*.

В настоящее время земли этого комплекса в мелиоративном отношении благополучны, но необходимо поддерживать УГВ на исходной глубине с помощью вертикального дренажа. Однако литологически условия для его внедрения несколько тяжелые. Целесообразно продолжать здесь опытно-производственные работы по изучению возможности внедрения вертикального дренажа. Горизонтальный же дренаж приведет к формированию сероземно-лугового режима орошения, который будет препятствовать процессу рассоления почв.

Средний участок центральной части степи сравнительно давно освоен, вследствие чего ГВ залегают на глубине 2,5—3,5, местами 1—3 *м;* степень их минерализации 5—10 *г/л* и более; тип сульфатный, сульфатно-магниевый. Напорность подземных вод неясно выражена, уровень сливается с УГВ.

Почвы новоорошаемые сероземно-луговые средне- и легкосуглинистые на тяжелых суглинках. Преобладают слабозасоленные с пятнами 5—25% среднего и сильного засоления, но имеются и площади, где почвы засолены до средней и сильной степени. Верхний 0,8—2,0-*м* слой опреснен до 0,15—0,3%, глубже засоление резко возрастает — до 0,8—1,8% по плотному остатку. Запас солей в толще 0—5 *м* 476 *т/га*. В настоящее время здесь в связи с действием сильноразветвленных дренажных сетей наблюдается вынос солей

за пределы Голодной степи. Удельная протяженность дрен составляет от 30 до 60 пог. *м/га*. По данным В. А. Духовного (1973), средний вынос солей на 1 *га* колеблется от 1,2 до 12 *т/год*. Этому способствуют также ежегодная осенне-зимняя промывка почв, рациональное использование оросительных вод (уменьшение фильтрации в грунт), применение комплекса агротехнических мероприятий, направленных на повышение плодородия почв.

Северные и северо-восточные участки центральной части Голодной степи находятся в тех же природно-мелиоративных условиях, что и вышеописанные. Однако здесь опресненный горизонт растянут до 1—3 *м* от поверхности. Плотного остатка не более 0,15—0,30% от веса сухого грунта. С 2,5—3 *м* засоление резко нарастает, и по всей глубине до 20 *м* составляет 0,8—1,5%. Общие запасы солей на 5-*м* толщу равны 264—589 *т/га* (Пушкарева, 1969). По сравнению со средней частью здесь слабый подземный отток в сторону Джетысайского и Кара-Каройского понижений

Джетысайское руслообразное бессточное понижение расположено в контактной полосе между равнинами пролювиальных отложений южных конусов выноса рек Туркестанского хребта и аллювиальных отложений Сырдарьи. Литологический разрез двухслойный: толща переслаивающихся суглинков и супесей мощностью 25—30 *м* подстилается толщей (100—200 *м*) песков с галькой и гравием. В восточной части понижения суглинки часто переслаиваются мелкозернистым песком. $K_ф$ покровного мелкозема колеблется от 0,05—0,07 до 0,1—0,2, а водоносного пласта — 16—25 *м/сут*.

Джетысайское понижение практически бессточное, является естественным испарителем ГВ. В связи с этим здесь они повсеместно залегают близко к поверхности: 0—3 *м* на днище и 2—10 *м* на склонах. Минерализация их колеблется в восточной части от 10 до 30 *г/л* и более, в западной — от 20 до 50 *г/л* и более. Тип засоления от сульфатно-хлоридного до хлоридного на западе, сульфатный и хлоридно-сульфатный на востоке. Подземные воды напорные, их уровень на 0,2—0,5 *м* выше поверхности ГВ.

По степени освоения и водно-солевому режиму почвогрунтов и режиму ГВ понижение делится на два природно-мелиоративных комплекса: орошаемый и целинный. Орошаемый занимает преимущественно территорию к востоку от железнодорожной линии между станциями Урсатьевская и Гулистан, а целинный — к западу от этой линии.

В орошаемом природно-мелиоративном комплексе почвы развиваются под влиянием ГВ, здесь распространены в основном сероземно-луговые почвы и солончаки, местами и на грядообразных повышениях светлые сероземы. Сероземно-луговые почвы слабо- и среднезасоленные с пятнами (25—50%) сильного засоления, а также вторичных корковых солончаков. УГВ приподнят в результате сброса оросительных вод со стороны Баяутского эрозионного массива и периферии и слившихся конусов выноса Ходжамушкент-

сая и Хавастсая (совхозы «Фархад», «Дружба», им. Мичурина), а также выклинивания фильтрационных вод окружающих орошаемых территорий.

В последнее время в целях предотвращения засоления и заболачивания почв осуществлены работы по понижению УГВ, в частности построена КДС закрытого типа (удельная протяженность до 30, при оптимальной 40—50 пог. *м/га*), проведены планировка земель и промывка почв. Однако мелиоративное состояние земель улучшается очень медленно. По-видимому, коренного улучшения можно достигнуть с внедрением вертикального дренажа. Литологические условия понижения благоприятны для машинной откачки вод. Помимо этого, необходимы регулярная промывка почв большими нормами (более 15—20 тыс. $м^3/га$), улучшение технического состояния оросительной и упорядочение эксплуатации ирригационных систем, отведение вновь орошаемых земель под посевы хлопчатника на второй или третий год освоения и т. д.

Природно-мелиоративный комплекс, охватывающий неорошаемую часть Джетысайского понижения характеризуется более тяжелыми условиями. Склоны здесь пригодны для орошения, сильно расчлененные, почвы глубоко- и близко солончаковатые, ГВ склонны к подъему и дальнейшей минерализации. В связи с подъемом уровня минерализованных ГВ в результате инфильтрации оросительных и сбросных вод почвы засоляются, солончаковые становятся солончаками и болотными солончаками.

Почвенный покров состоит из светлых сероземов и солончаков, местами развиты сероземно-луговые почвы. Светлые серозем сильно солончаковые и солончаковатые, реже слабо-, средне- и сильнозасоленные, средне- и легкосуглинистые на супесях и средних суглинках. Солончаки преимущественно корково-пухлые, местами мокрые, тяжело-суглинистые на сильногипсированных глинах и тяжелых суглинках, занимают в основном замкнутые понижения. Наименее засолен верхний 5-*м* горизонт, где содержится всего 465 *т/га* солей (20%), основная же масса их приурочена к глубине 10—15 *м* — 720 *т/га*. Тип засоления почвогрунтов хлоридно-сульфатный с прослойками сульфатного. Для вовлечения этих земель в хозяйственный оборот потребуется выполнить комплекс сложных мелиоративных мероприятий на основе вертикального дренажа и, кроме того, работы по капитальной планировке земель, усовершенствованию техники полива, эффективному использованию оросительных вод и т. д.

Сардобинское бессточное понижение в отличие от Джетысайского менее расчленено (0—3 *м*), особенно его днище, представляет собой плоскую вогнутую равнину, кое-где осложненную повышениями и понижениями высотой и глубиной 0,5—1 *м*. Эти особенности сказываются на величине КЗИ и проектировании ирригационных систем по принципу самотека.

В связи с практической бессточностью ГВ залегают близко к поверхности — от 1 до 3 *м* на днище и от 2 до 5 *м* на склонах. Сте-

пень минерализации высокая — от 20 до 40 *г/л* и более, на склонах в периферии орошаемых массивов III террасы — 10—20 *г/л*. Воды сульфатно-хлоридные, собственно хлоридные. Основная часть их испаряется, поэтому почвогрунты сильно засоленные. В понижении развиты в основном корковые и пухлые солончаки и серозем-но-луговые почвы. Северный и западный склоны понижения освоены, на них развиты орошаемые слабо- и среднезасоленные сероземно-луговые почвы. Засоленность почвогрунтов по всему профилю очень высокая — 2—4% по плотному остатку, до 0,4—0,6% по хлору и 0,8—1,0% по сульфатам. На глубине 17—20 *м* засоленность несколько снижается — 1,2—2% (Пушкарева, Якубов, 1969).

Освоение южного и восточного склонов и днища понижения представляет определенную трудность, так как это вторично засоленные земли и солончаки, основная масса солей сосредоточена в корнеобитаемом слое. Здесь в настоящее время земли подготавливаются к освоению в определенном порядке: проводится капитальная планировка, прокладывается дренажная сеть удельной протяженностью до 50 *м/га*, устанавливаются насосные станции для откачки вод из дрен, так как замкнутость и отсутствие уклона на днище понижения препятствуют нормальному стоку вод в горизонтальные дрены. Ведутся работы по внедрению вертикальных скважин и т. д. В связи с очень сложной природно-мелиоративной обстановкой мелиоративный период освоения здесь продлится 10—12 лет.

Природно-мелиоративный комплекс между бессточными понижениями Джетысай и Сардоба представлен слабоволнистой пологой равниной. Волнистость обусловлена наличием здесь грядообразных и холмообразных повышений и замкнутых котловин высотой и глубиной от 1 до 8 *м*. Мозаичный рельеф обусловливает сложное мелиоративное состояние ирригационного массива. Равнина, хотя и является водоразделом между бессточными понижениями, однако из-за весьма слабой дренированности грунтов (преобладают сильнозасоленные и гипсированные суглинки с прослоями глин мощностью 30 *м*, подстилаемыми супесями и песками с гравием и галькой мощностью 100—120 *м*), подземный отток почти не обеспечен, резко преобладает вертикальный водообмен. ГВ от 1 до 10 *м*, чаще 2—5 *м*, степень минерализации 3—30 *г/л* и более (на солончаковых понижениях до 80 *г/л*), тип сульфатный и хлоридный.

В связи со слабой дренированностью территории развиты преимущественно солончаковые и солончаковатые светлые сероземы (на более высоких элементах рельефа), в разной степени засоления сероземно-луговые почвы, корковые, пухлые и мокрые солончаки. Орошаемый массив представлен староорашаемыми сероземно-луговыми, почвами, в основном слабозасоленными с пятнами (25—50%) среднего и сильного засоления, встречаются

также средне- и сильнозасоленные с солончаковыми пятнами.

В целях рассоления почв и мелиоративного оздоровления здесь осуществлены большие работы, однако эффект их незначителен. Открытые горизонтальные дрены находятся в неудовлетворительном рабочем состоянии (сильно заиленные и заросшие). Оросительные воды используются нерационально, на бесхозяйственные потери идет их большая часть, что сказывается на подъеме УГВ.

В настоящее время ведутся работы по устройству дополнительной дренажной сети (оптимальная длина дрен 40—50 пог *м/га*), строятся вертикальные скважины, промываются почвы, а на целинных массивах осуществляется капитальная планировка земель и др. После выполнения намеченного комплекса на основе вертикального дренажа мелиоративное состояние земель значительно улучшится.

Шурузякское руслообразное бессточное понижение вложено в тело II террасы Сырдарьи, левый борт примыкает к уступу III террасы, а правый—ко II. Понижение как вогнутая форма рельефа расположено среди орошаемых земель террас, что определяет его мелиоративные условия. Сложено двухслойными аллювиальными отложениями: с поверхности до 20—30 *м* залегают суглинки и супеси с прослойками глин, подстилаемые песчано-галечниковой толщей мощностью от 150 до 200 *м*. $K_ф$ покровного мелкозема 0,07—0,1, а водоносного пласта 40—45 *м/сут*.

По данным З. П. Пушкаревой и Х. Якубова (1969), суточный сток ГВ из понижения составляет 5—6 $м^3/га$ при постоянном ежегодном подземном притоке до 1500—3000 $м^3/га$. Поэтому здесь повсеместно близко залегают ГВ: на склонах на глубине 1—5, в основном 2—4 *м*, в днище — 1—3 *м*. Превышение пьезометрического уровня над зеркалом ГВ достигает 3 *м*. Минерализация ГВ 3—10 *г/л* на орашаемых и 10—40 *г/л* на целинно-залежных землях. Тип сульфатный, сульфатно-хлоридный и хлоридный.

В пределах Шурузякского понижения развиты сероземно-луговые почвы и солончаки различного типа. Сероземно-луговые староорошаемые средне- и тяжелосуглинистые на тяжелых и средних суглинках и глинах. Почвы разной степени засоления, но преобладают слабозасоленные разности с пятнами (5—25%) среднего и сильного засоления: большие площади понижения заняты средне- и сильнозасоленными почвами. По данным картографирования, почвы южной части понижения засолены сильнее по сравнению с северной — преобладают сильнозасоленные и солончаки. В северной части грунты более дренированы, наблюдается слабый подземный сток к долине реки. Видимо, этим и следует объяснять более слабую здесь, по сравнению с южной частью, степень засоления почв. Основное количество солей сосредоточено в верхнем 3—4-*м* слое. Их запасы в верхнем 5-*м* слое составляют 700—750 *т/га* (55%) по плотному остатку, ниже значительно меньше.

На опытно-производственном участке (3 тыс *га*) в совхозе «Социализм», по данным Д. Иконому (1973), в результате внедре-

ния вертикального дренажа вынос солей из 2-*м* толщи в конце вегетации был в пределах 16—46 *т/га* по сумме и 4,2—12 *т/га* по хлор-иону. При освоении сильнозасоленных земель нормой 10200 *м*^{3}*/га* с последующими осенне-зимними поливами из расчета 3—4 тыс. *м*^{3}*/га* и оросительными нормами 5—6 тыс. *м*^{3}*/га* в течение 5—6 лет было достигнуто устойчивое рассоление почв и верхнего слоя ГВ (с 15—17 до 5—6 *г/л*). Процесс рассоления земель на фоне вертикального дренажа подтверждается ликвидацией больших площадей солончаков, повышением КЗИ (с 0,3 до 0,7) и урожайности хлопчатника (с 14 до 26 *ц/га* в 1972 г.).

В Шурузякском массиве на 1. I 1974 г. введено в строй 201 вертикальных скважины (по проекту 212), дренируемая площадь составила 56,2 тыс. *га*. Средняя удельная протяженность горизонтальных дрен более 30 *м/га* (1973 г.). Как результат этих мероприятий в понижении наблюдается устойчивое рассоление почв и опреснение верхнего слоя ГВ с углублением их уровня.

Анализ природно-мелиоративных условий очень сложных территорий Голодной степи показывает, что они отличаются крайне неблагоприятной природной обстановкой для освоения или эксплуатации орошаемых массивов. Оптимальные условия для роста растений создаются в результате сложных профилактических мероприятий с большими затратами при их реализации.

Освоение и орошение подобных целинных земель требует дифференцированного подхода. В комплексе мероприятий ведущими должны быть гидротехнические, особенно вертикальный дренаж в сочетании с горизонтальным, оказывающие влияние на коренное изменение водно-солевого режима почвогрунтов. Однако только дренажем невозможно радикально изменить солевой баланс ирригационного массива. Как бы ни была технически совершенной коллекторно-дренажная сеть, одна она не в состоянии мелиорировать территорию. Ее работа должна сочетаться с другими мелиоративными мероприятиями. Так, нельзя достигнуть рассоления почв, не прибегая к промывкам, ликвидировать заболоченность без правильного водопользования, регулировать водносолевой режим без хорошо продуманной системы поливов (Розанов, 1958).

Эффективность мелиорирования земель определяется количественным и качественным изменением солевого баланса почвогрунтов массива. Отрицательный солевой баланс свидетельствует о рассолении почвогрунтов и ГВ, следовательно, о мелиоративном оздоровлении земель. Однако это возможно в том случае, если мелиоративные работы ведутся с учетом местных природно-мелиоративных условий территории. Только дифференцированный подход и назначение комплекса мелиоративных мер в соответствии с региональными условиями ландшафта могут привести к устойчивому улучшению состояния земель. Это особенно важно при освоении новых земель очень сложных территорий, где природно-мелиоративная обстановка меняется очень быстро.

Глава V. ПРИРОДНО МЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ОСВОЕННЫХ И ПОДЛЕЖАЩИХ ОРОШЕНИЮ ЗЕМЕЛЬ

На основе типизации территорий по степени их сложности проведено природно-мелиоративное районирование Голодной степи по сходству природных факторов, оказывающих влияние на мелиоративное состояние земель, сложности освоения и эксплуатации уже освоенных массивов и типам дренажа.

Равнинная зона Голодной степи, являясь частью крупной предгорной Ташкентско-Голодностепской впадины (Голодностепский прогиб), рассматривается нами как пролювиально-аллювиальная Голодностепская природно-мелиоративная область, для которой характерны различные типы полупустынных и степных ландшафтов с обеспеченным или затрудненным подземным оттоком ГВ, сочетанием процессов сероземного и гидроморфного почвообразования, слабой дренированностью территории, наличием литологически сходных аллювиальных и пролювиальных мелкоземистых отложений покоящихся на крупнообломочных породах, пролювиальным и аллювиальным типом соленакопления, повсеместным засолением почвогрунтов. Области свойственно устойчивое аридное развитие ландшафтов в период доальпийского орогенезиса, а также в кайнозое, когда были сформированы основные черты современных ландшафтов. В общемелиоративном плане районам области присущи комплексы мелиоративно близких мероприятий благодаря сходству природных условий.

Следующей ступенью является природно-мелиоративный район — основная конкретная единица. В пределах района решаются все основные теоретические и практические задачи. При выделении районов наиболее полно используется вся информация о природных и хозяйственных условиях территории, а также основные прогнозные данные мелиоративного состояния земель после орошения. Для района намечается, таким образом, весь вероятный комплекс необходимых профилактических мер, с тем чтобы обеспечить успех орошения (Егоров, 1972).

Площади района, где активно протекают природно-мелиоративные процессы рассматривались как участки. Это засоленные

и заболоченные площади, подвергнутые ирригационной эрозии, дефляции и т. д. Картографирование на крупномасштабной основе природно-мелиоративных участков имеет большое значение, так как участок является основным динамическим элементом природно-мелиоративного района. В условиях Голодной степи к участкам относятся недостаточно дренированные части равнин с неустойчиво неглубоко залегающими минерализованными ГВ; части равнин или руслообразные понижения с интенсивным засолени-

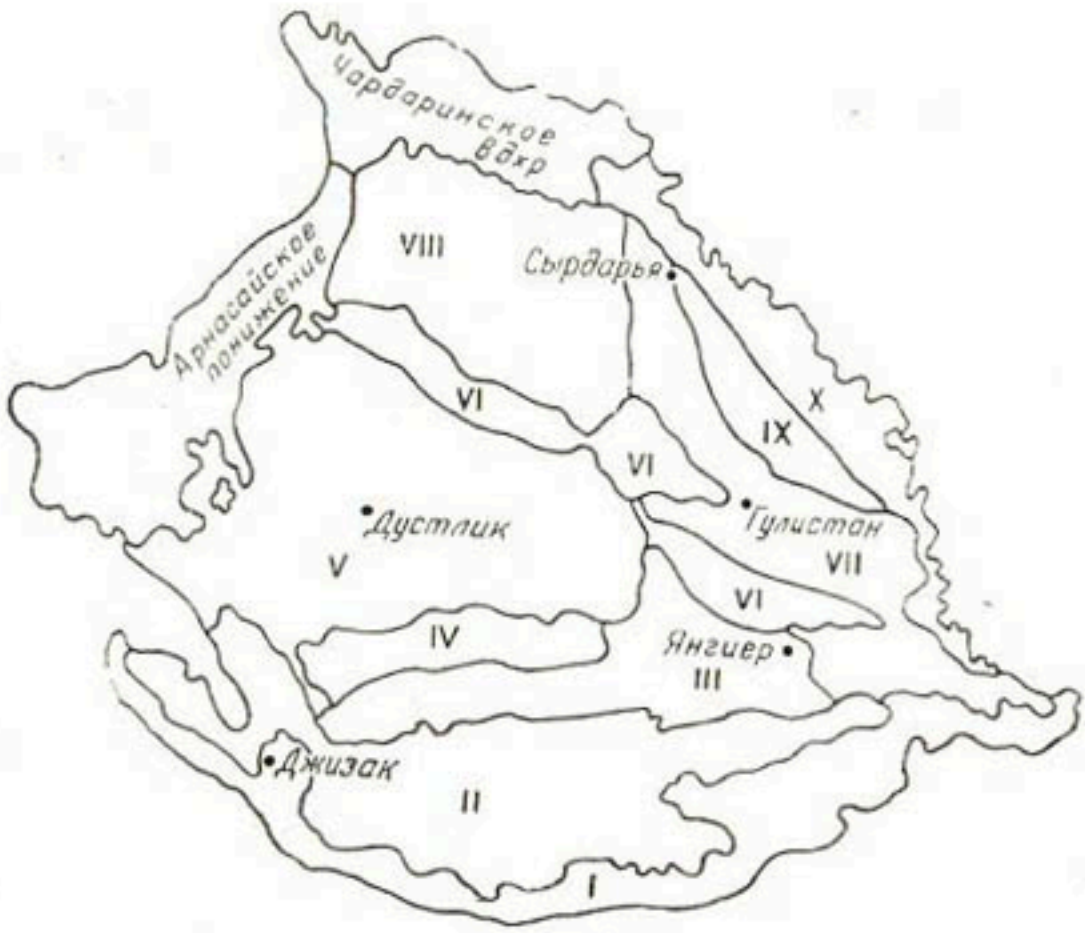


Рис. 9. Природно-мелиоративное районирование сельскохозяйственных земель Голодной степи (I—X—районы).

ем — солончаки, питающиеся солями устойчиво неглубоко залегающих сильноминерализованных ГВ.

Таким образом, основными таксономическими единицами районирования, отражающими природно-мелиоративные условия и естественное состояние земель, являются район и участок (рис. 9).

I. Район простых территорий (100%) в пределах подгорно- и предгорно-покатой расчлененной галечниково-песчано-суглинистой весьма интенсивно дренированной равнины, с незасоленными типичными сероземами и устойчиво глубоко залегающими ГВ. В гидрогеологическом отношении район занимает области питания (предгорные шлейфы Туркестанского хребта и гор Койташ, Балыклытау и др., головные части конусов выноса), а в почвенно-мелиоративном — области выщелачивания и стока солей. Головные части конусов выноса характеризуются интенсивно дренируемыми равнинами из-за близкого залегания мощных толщ крупнообломочных пород, перекрытых небольшой мощности (до 5 *м*) мелкозема-

ми. С одной стороны, интенсивный (устойчиво глубокий) подземный отток не оказывает влияния на почвообразование, вследствие чего почвенный покров развивается в автоморфной тенденции, с другой стороны, расчлененность (2—15 *м*) поверхности и покатый уклон рельефа благоприятствуют дренированию. Эти устойчивые природно-мелиоративные условия не изменяются и при орошении земель.

Здесь развиты типичные сероземы легко- и среднесуглинистые на тяжелых суглинках и супесях. Часть этих почв орошается в основном на Санзарском и Зааминском конусах выноса. Естественные мелиоративные условия очень благоприятны для дальнейшего развития орошения. Этому способствуют не только устройство поверхности, естественная дренированность грунтов, незасоленность почв, но и агроклиматические условия. Характерная черта территории — обильное увлажнение атмосферными осадками: от 266 (Джизак) до 314 *мм* (Зааминсу). Термические ресурсы района настолько велики (сумма положительных температур в пределах +10° —4060—4800°), т. е. обеспечивает ежегодное созревание очень скороспелых сортов хлопчатника. Только с приближением к верхней границе района некоторый недостаток тепла начинают испытывать среднеспелые сорта. У нижней границы термические ресурсы позволяют почти ежегодно подходить к нормальному созреванию до начала осенних заморозков очень поздним сортам хлопчатника (Бабушкин, 1964). Сумма отрицательных температур за зиму — 110—180°, повторяемость «вегетационных» зим — 30—48%, среднемесячная температура января —1, —2°, июля +26, +26,5°. Средняя продолжительность безморозного периода больше 220 дней.

Земли района будут орошаться водами ЮГК, так как местных водных ресурсов недостаточно для орошения всего массива. Водами Джизакского водохранилища можно орошать всего 8 тыс. *га*. Однако земли района, следовательно и всего Джизакского массива, расположены значительно выше уровня канала. Потребуется поднимать воду на высоту до 180 *м*. С этой целью будет сооружен каскад из шести уникальных по мощности насосных станций, каждая из них будет подавать около 35 $м^3/сек$ воды на предусмотренную высоту. Машинный канал начнется на 38-м *км* ЮГК и протянется на юг в сторону Обручево-Зааминн, от него отойдут четыре зональных магистральных канала ДМ-1, ДМ-2, ДМ-3 и ДМ-4. В целях увеличения головного водозабора с 260 до 500 $м^3/сек$ на протяжении 38 *км* предстоит расширить ЮГК. Общий расход воды в головной части машинного канала составит 191 $м^3/сек$.

Земли района намечается освоить в ближайшее время, после того как будут вовлечены в хозяйственный оборот нижележащие ирригационные массивы. Здесь будет 4 хлопководческих (№ 23, 24, 25, 26) и 1 овощеводческий совхоз.

При освоении и орошении земель района необходимо учитывать большую фильтрационную способность почвогрунтов, так как рай-

он расположен в области питания ГВ. В связи с этим потребуется проведение мер, предотвращающих фильтрацию вод из каналов и с поливных участков. Просачивающиеся воды будут выклиниваться в периферийных частях слившихся конусов выноса, что приведет к засолению почв и ГВ на больших площадях. Планируется довести КПД машинных каналов до 0,96. На протяжении 220 *км* (из 244 *км*) магистральный канал будет покрыт антифильтрационными материалами. Кроме того, по всей территории Джизакской степи будет построена лотковая сеть общей длиной 430 *км* и асбоцементная длиной 2,5 тыс. *км*. Широкое применение найдет закрытая оросительная сеть. Вода из оросителей на поля будет подаваться с помощью гибких шлангов, будет внедрен внутрипочвенный способ орошения. Все эти меры должны свести до минимума инфильтрацию вод в почвогрунты.

При освоении земель необходимо учитывать эрозионную опасность покатых участков, уклон поверхности которых превышает 0,008, а также возникновение суффозионно-карстовых, просадочных процессов, часто возникающих при сбросе оросительных вод в конце поливных участков. Суффозионно-карстовые явления, например, в староорошаемой зоне, а также в начале освоения новой (центральной) части Голодной степи, привели в негодность значительные площади поливных земель.

Рациональное использование и недопущение бесхозяйственных потерь оросительных вод — важнейшие условия сохранения устойчивости мелиоративного состояния ирригационного массива.

II. Район сочетания территорий разной степени сложности в пределах пологой межгорной и межконусной и волнистой песчано-супесчано-суглинистой интенсивно дренированной равнины, с солончаковатыми и засоленными светлыми сероземами и неустойчиво глубоко залегающим УГВ. Это средние части конусов выноса Санзара, Зааминсу, Ходжамушкентсая, Хавастсая, древний конус выноса р. Санзара, Ломакинское плато, межгорная равнина Койташ-Балыклытау и межконусное понижение.

Литологический разрез района имеет двухслойную схему строения: супесчано-суглинистые покровные отложения (мощность 2—30*м*) залегают на мощной толще (120—130 *м*) галечников с прослоями супесей, суглинков и песков. На Ломакинском плато супеси (15—30 *м*) подстилаются плотными суглинками с прослоями конгломератов. В Хавастском конусе выноса толща гравийно-галечниковых отложений составляет 3—18 *м*, они подстилаются плотными глинами и суглинками.

Территория района в естественных условиях слабодренирована, преобладает горизонтальный водообмен. ГВ залегают на различных глубинах — от 3 до 20 *м*, их минерализация — 3 *г/л*, тип гидрокарбонатно-сульфатный, а на отдельных участках — до 10*г/л*, тип сульфатно-кальциево-магниевый и сульфатный. Характерен стоковый режим ГВ, который при орошении, в связи со слабым подземным оттоком, перейдет в инфильтрационно-испарительно-

стоковый, так как основная часть вод будет расходоваться на испарение и частично на подземный отток к периферии конусов выноса.

В районе развиты в основном сероземно-луговые почвы, светлые сероземы, реже солончаки. Сероземно-луговые почвы старо- (Джизакский оазис) и новоорошаемые (Ходжамушкентсай, Туркменсай, Хавастсай) слабо-, местами среднезасоленные с пятнами сильного засоления. Более засоленные сероземно-луговые почвы распространены в пределах древнего конуса вынос р. Санзара, где УГВ лежит близко к поверхности. Светлые сероземы солончаковатые и солончаковые, в северном направлении засоленность увеличивается до степени солончака. Солончаки первичные (остаточные) имеются в пределах Зааминского и Санзарского конусов выноса, в настоящее время на периферии орошаемых массивов в результате подъема уровня минерализованных ГВ образуются вторичные солончаки на поверхности сероземов, особенно в пределах конусов выноса Хавастсая, Ходжамушкентсая и Санзара (древний конус). В почвогрунтах активного слоя средней части конусов выноса и межконусных понижениях содержатся большие солевые запасы (от 800 до 1400 *т/га* в слое 0—3 *м* в конусе выноса Зааминсу), следовательно, при орошении возможно их перераспределение.

В литолого-геоморфологическом отношении район благоприятен для освоения и орошения. Пологая поверхность обусловливает самоточное орошение и, следовательно, свободный сток оросительных вод распределителей и групповых оросителей. Литологический состав грунтов благоприятен для машинной откачки ГВ и устройства закрытых горизонтальных дрен.

Агроклиматические условия весьма благоприятны для нормальной вегетации растений. В южной части сумма положительных температур в пределах +10° составляет 4700—4960°, в северной близка к 5000°. У верхней границы района термические ресурсы позволяют почти ежегодно подходить к нормальному созреванию до начала осенних заморозков среднеспелым сортам хлопчатника, а у нижней — нормально развиваться не только скороспелым и среднеспелым, но и очень поздним (советским тонковолокнистым) сортам.

Для района характерны частые и сильные урсатьевские ветры в летнее время. Здесь часты суховеи; число дней с ними равно в среднем 35. Сумма отрицательных температур за зиму от −107 до −150°, число «вегетационных» зим 45—50%; средняя температура января от −2,2 до −0,8°, июля от +28,5° до +29,9°. Средняя дата первого заморозка 6 ноября, последнего 18 марта; средняя продолжительность безморозного периода 232 дня.

Высокие летние температуры воздуха и постоянно дующие ветры вызывают, особенно днем, сильное испарение в зоне аэрации и с поверхности водоемов. При орошении испарение с поверхности ГВ усиливается и минерализация возрастает.

Водно-солевой режим почв в естественных условиях благоприятный, солевой баланс территории положительный, наблюдается транзит части солей в зону разгрузки подземного потока, однако в связи с затрудненным подземным оттоком при орошении возможен подъем ГВ выше критического уровня. Поэтому в целях предотвращения развития нежелательных процессов необходимо заранее, до орошения, проводить соответствующие гидромелиоративные мероприятия.

Согласно Генеральному плану освоения степи, эти земли должны быть включены в хозяйственный оборот в ближайшее время. На территории к югу от ЮГК будут организованы 9 хлопководческих и 1 садово-виноградный совхоз. Проектируемые хозяйства будут орошаться машинными каналами ДМ-2 и ДМ-3.

Оптимальной удельной протяженностью закрытых дрен для южной части района считается 20—25, а северной — 25—30 пог. *м/га*. Средние части конусов выноса расчленены сухими глубокими (местами да 18 *м*) логами. При подъеме ГВ они могут служить естественными дренами, с помощью которых можно поддерживать уровень на допустимых глубинах. На таких участках удельная протяженность дрен может быть меньше 20 пог. *м/га*.

В связи с различием литологического состава пород территории здесь применяются горизонтальный закрытый и вертикальный типы дренажа. Горизонтальный дренаж эффективен в межгорной котловине Койташ-Балыклытау, в древнем конусе выноса Санзара, на Ломакинском плато, и в межконусном понижении Заамин-су-Хавастсая-Ходжамушкентсая. Эти территории сложены суглинками и супесями с прослойками песков мощностью до 2*м*, залегающих на глубине 5—16 *м* на крупнообломочных породах. По данным Х. Т. Туляганова (1971), $K_ф$ пород дренируемого водоносного горизонта составляет 0,1—3 *м/сут*.

Вертикальный дренаж благоприятен в пределах средней части конусов выноса Санзара, Заамин-су, Хавастсая и Ходжамушкентсая, где дренируемый слой мощностью до 70 *м* представлен переслаивающимися суглинками, супесями и гравием. Мощность гравия до 10 *м*, $K_ф$ 6—14 *м/сут* (Туляганов, 1971). Предполагается, что проектируемые дрены будут выполнять различные функции: одни будут располагаться на юге района и служить для перехвата фильтрационных вод, стекающих с головной части конусов выноса, другие, на севере района—для поддержания УГВ на предусмотренных глубинах. Для перехвата фильтрационных вод следует строить преимущественно вертикальные скважины, так как, во-первых, по ним можно откачивать даже глубоко стекающие ГВ головной части конусов выноса, во-вторых, их КПД выше по сравнению с горизонтальными. Однако литологические условия отдельных участков района неблагоприятны для вертикального дренажа. В таких условиях целесообразно строить глубокие (глубже 5—6 *м*) перехватывающие коллекторы перпендикулярно к подземному стоку ГВ. Коллекторы 3—4 ряда, расположенные на опреде-

ленном расстоянии будут способствовать перехвату значительной части ГВ. При благоприятных для вертикальных скважин литологических условиях (север района) их необходимо строить с расчетом на перехват глубинного стока. В проектах магистральных коллекторов следует учитывать местные сухие водотоки-лога, которые можно использовать для транспортировки дренажных вод к другим участкам. Необходима также капитальная планировка для создания оптимальных уклонов — от 0,005 до 0,002 поверхности. Рациональное водопользование и сокращение инфильтрации в грунт предотвратят катастрофический подъем УГВ в нижележащем природно-мелиоративном районе.

III. Район очень сложных территорий (90%) в пределах плоской глинисто-суглинистой весьма слабодренированной равнины с солончаковыми и засоленными в разной степени светлыми сероземами, сероземно-луговыми почвами, солончаками и неустойчиво неглубоким УГВ — в границах периферийных частей (новоосваиваемые зоны) слившихся конусов выноса Санзара, Заамину, Хавастсая, Ходжамушкентсая, мелких саев Ломакинского плато и др.

Рельеф периферийных частей слившихся конусов выноса слабо расчленен (0—3). В целом это плоская пролювиальная равнина с незначительным (0,0001—0,009) уклоном к северо-западу, нормальным стоком поливных вод в групповых распределителях и на бороздах, поливных участках, что позволяет организовать поля хлопковых севооборотов на больших площадях с длинными бороздами. Здесь большие перспективы для внедрения комплексной механизации всех процессов по возделыванию и сбору урожая хлопка-сырца, прогрессивных методов полива и обработки почв.

Литологический разрез равнины многослойный: суглинки чередуются с плотными супесями и прослоями галечника, песка и глин мощностью от 5 (конус выноса Хавастсая) до 80 *м* (конус выноса Санзара). Суммарное содержание хорошо проницаемых пород в центральной части равнины не превышает 6%, в отдельных местах достигает 50%, а в западной —20—50% (Ходжибаев, 1973). Условия для вертикального дренажа в центральной части неблагоприятные, в восточной и западной — мало благоприятные.

Агроклиматические условия района позволяют выращивать все сельскохозяйственные культуры, особенно хлопчатник. Считается, что это наиболее теплый район Голодной степи. Сумма положительных температур за период с температурами выше +10° в среднем близка к 5000° и обеспечивает нормальное развитие даже позднеспелых сортов хлопчатника.К отрицательным явлениям относятся частые (в среднем 35 дней в году), особенно летом, суховеи. Территория расположена в зоне влияния урсатьевского ветра, который усиливает испарение с водной поверхности и из зоны аэрации, вызывая дефляцию почв, особенно разрушительную на новоспланированных полях.

Сумма отрицательных температур за зиму наименьшая для всей степи в целом (—107°). Число «вегетационных» зим достигает почти 50%, в этом отношении район стоит на первом месте в степи. Средняя температура января —1—0,8°, июля +28,5—+30°. Средняя дата первого заморозка 29 ноября, последнего — 23 марта. Средняя продолжительность безморозного периода 219 дней.

Глубина залегания ГВ — от 1 до 10—15 *м*, преимущественно 1—5 *м*, их минерализация — от 1 до 50 *г/л* и более, тип в основном хлоридно-натриевый, вблизи оросительных каналов — от пресных до 10 *г/л*, тип сульфатно-натриевый и сульфатный. Высокая минерализация и близкое залегание ГВ без предварительного регулирования заметно препятствуют нормальному ведению орошаемого земледелия. Такой режим ГВ — результат необеспеченности подземного стока и засоленности почвогрунтов. Территория очень слабо дренирована. Здесь выклиниваются ГВ, поэтому основная часть (5,17 $м^3/сек$) расходуется на суммарное испарение, наблюдается прогрессивная поверхностная аккумуляция солей в почвогрунтах и ГВ. Вследствие этого здесь образована так называемая «сазово-солончаковая зона». Баланс ГВ положительный. По данным Х. Т. Туляганова, в 1966 г. в районе отмечалось накопление ГВ со скоростью 2,81 $м^3/сек$. За год накопилось 84,3 млн. $м^3$ грунтовых вод, или 34 *мм* водяного столба. Солевой баланс также положительный. Прирост солей в том же году составил 130,4 тыс. *т*, в том числе ионов сульфата 50,8 тыс.

Таким образом, для районов характерно устойчивое соленакопление в зоне аэрации и в ГВ. Это необходимо учесть при проектировании освоения земель.

Поскольку дренированность территории очень слабая, распространены солончаковые и засоленные светлые сероземы, сероземно-луговые почвы и солончаки с большими глубинными солевыми запасами. Общее количество легкорастворимых солей только в слое 0—3 *м* (Зааминского конуса выноса) составляет 1527 *т/га*, из них хлора 138 *т/га*. Запасы солей в верхнем метровом слое корково-пухлых солончаков значительны — 550 *т/га*, в том числе сульфата 200 и хлора 150 *т/га* (Камилов, 1963). Следовательно, орошение земель сазово-солончаковой зоны из-за чрезвычайно сложных природно-мелиоративных условий затруднено и связано с применением дорогостоящих методов ирригационного освоения.

Согласно Генеральному плану освоения Джизакского массива, эти земли должны быть включены в хозяйственный оборот в 1974—1978 гг. На территории к югу от ЮГК будет организовано 10 хлопководческих совхозов, а к северу — 4 (№ 2, 3, 8 и 9). Земли южной части будут орошаться водами машинного канала ДМ-1.

Поскольку литологические условия не позволяют внедрить здесь вертикальный дренаж, основными гидротехническими сооружениями для отвода ГВ будут закрытые коллекторы и дрены удельной протяженностью 50—100 *м/га*. Дренаж в комплексе с

агромелиоративными мероприятиями создаст возможность поддерживать уровень соленых ГВ ниже критической отметки и не допускать подтягивания солей при орошении к поверхности. Неотъемлемой частью мелиоративного оздоровления засоленных земель является капитальная промывка. В последнее время сотрудники ВНИИГиМ совместно с проектировщиками Средазгипроводхлопка и производственниками Голодностепстроя разработали основные положения строительных промывок, составляющих последнюю стадию ирригационного строительства на засоленных землях (Бобченко, 1971; Духовный, 1973). Они проводятся, как правило, специализированными строительными организациями (ПМК, СМУ) в течение всего года и предназначаются для единовременного рассоления верхнего слоя на глубину не менее 1 *м*. Для земель Голодной степи рекомендуются дифференцированные промывные нормы — от 5 до 50 тыс. $м^3/га$. Капитальная промывка осуществляется путем перепуска воды из чека в чек длиной 400—500 *м* при непрерывном затоплении. Такая схема позволяет при больших промывных нормах летом совмещать промывки с посевами риса. Выращивание риса — не самоцель, а сопутствующее мероприятие, облегчающее контроль затопления чеков и стимулирующее высокое качество промывок, которые окупаются в тот же год. Сбросы воды в КДС, практикуемые при выращивании риса, могут быть устранены, так как необходимая проточность с избытком обеспечивается нисходящей фильтрацией и отводом фильтрационных вод дренажем. Соседние территории при этом не страдают от заболачивания и засоления благодаря хорошей работе ограждающих глубоких дрен и коллекторов, а также дренажа на землях, прилегающих к промываемому участку (Бобченко, 1971).

Периферийные участки слившихся конусов выноса должны осваиваться с помощью усовершенствованной техники полива — механизация полива и рациональное использование оросительных вод.

IV. Район очень сложных территорий (90%) в пределах плоской супесчано-суглинистой весьма слабо дренированной (интенсивно искусственно дренируемая) равнины с рассоляющимися новоорошаемыми сероземно-луговыми почвами и неустойчиво неглубоко залегающими ГВ. Расположен в пределах освоенной части периферии, слившихся конусов выноса рек и саев, стекающих с северного склона Туркестанского хребта. Новоорошаемая часть пролювиальных равнин отличается от неосвоенной в основном искусственной регулированностью водно-солевого режима почв и УГВ, в остальном (литолого-геоморфологическое строение, климатические условия) они имеют сходные черты.

В вегетационный период УГВ колеблется от 2,5 до 3,5 *м*, местами от 2 до 3 *м*, минерализация — от 1 до 10, преимущественно от 5 до 9 *г/л*; тип сульфатный, реже сульфатно-хлоридный. Режим ГВ в этот период зависит от частоты и нормы полива. УГВ регулируется густой сетью закрытых дрен, удельная протя-

жность которых составляет 40—80 пог. *м/га* и более. Источник питания ГВ — фильтрация оросительных вод в грунт в основном на поливных участках. В связи с постоянным улучшением технического состояния ирригационных каналов с целью сокращения фильтрационных и эксплуатационных потерь КПД оросительной системы из года в год повышается.

В 1973 г. общий КПД межхозяйственных каналов системы ЮГК составил около 90% против 78% в 1965 г. Завершение облицовки всех межхозяйственных каналов (кроме ЮГК и Центральной ветки), регулирование расходов, ликвидация утечек в сбросных сооружениях — все эти и другие мероприятия позволят повысить КПД до 94%, а при внедрении автоматики и программирования на межхозяйственной сети — до 0,95—0,96 (Духовный, 1973). КПД внутрихозяйственной сети в совхозах новой зоны в настоящее время составляет от 0,86 до 0,92, а с усовершенствованием эксплуатации распределителей, несомненно, повысится. Велики потери воды на поливных картах; при бороздковом поливе около 25—35% впитывается почвой, поэтому сокращение до минимума инфильтрации воды на бороздах — главная проблема, успешное решение которой во многом зависит от совершенствования техники полива.

На орошаемых землях пролювиальных равнин развиты сероземно-луговые почвы, преимущественно слабозасоленные, местами промытые, встречаются также средне- и сильнозасоленные участки. До орошения эти почвы представляли собой в основном солончаковые или солончаковатые светлые сероземы, реже луго-во-сероземные в комплексе с пятнами солончаков. В результате орошения и подъема ГВ в развитии почв наблюдается сероземно-луговая тенденция.

Вследствие увеличения естественной дренированности грунтов и промывки почвогрунтов корнеобитаемого горизонта, опреснения ГВ и применения комплекса агромелиоративных мероприятий в основной части района, начиная с 1968—1970 гг. наблюдается постепенное устойчивое рассоление почв, хотя нередко происходит и засоление, особенно на участках, где недостаточно регулируются водно-солевой режим и УГВ. Снижение концентрации солей в метровом слое подтверждают почвенные съемки, проводимые Мелиоративной службой Голодностепстроя (табл. 19).

До интенсивного строительства дренажа (1964 г.) площади засоленных почв увеличивались, тогда как в последние годы их число сокращается в результате дренирования и промывок. Однако в зоне аэрации солевые запасы велики, УГВ еще полностью не регулируется из-за постоянного пополнения их запасов оросительными водами непосредственно на поливаемых участках, поэтому необходимо постоянно добиваться устойчивой работы дренажной сети, повышая КПД коллекторов и дрен, своевременно и качественно выполняя промывки на большую глубину.

V. Район преимущественно очень сложных территорий (85%)— плоская супесчано-суглинистая весьма слабо (интенсивно искусственно) дренированная равнина со слабозасоленными новоорошаемыми сероземно-луговыми почвами и неустойчиво неглубоко залегающими ГВ. Территория занимает центральную часть Голодной степи. Плоская слабо расчлененная равнина с небольшим уклоном к северо-западу благоприятна для ведения поливного земледелия, рельеф позволяет эффективно использовать земли, сельскохозяйственную технику, воду и рационально организовать производство.

Таблица 19

Изменение засоления метрового слоя почвогрунтов, тыс. *га* (по Духовному, 1973)

Степень засоления почв	1961 г.	1964 г.	1969 г.	1970 г.
Слабо- и незасоленные	141,5	126,4	138,4	145,9
Среднезасоленные	18,8	28,9	22,3	19,1
Сильнозасоленные	13,6	18,6	13,2	8,9
Всего	173,9	173,9	173,9	173,9

Верхняя часть разреза представлена толщей переслаивающихся суглинков, супесей, песков и глин мощностью 25 *м*. По площади распространения супесь преобладает над суглинками. Содержание водопроницаемых пород в 100-*м* толще 16—50%, водопроводимость — 100—500 $м^2/сут$ (Ходжибаев, 1973). В связи со слабой водопроницаемостью пород низок и $K_ф$ отложений. Условия для вертикального дренажа неблагоприятные. Однако в юго-западной части района среди мощной толщи суглинков на глубине 8—12 *м* встречаются прослойки галечника с песком мощностью 2—7 *м*, поэтому здесь имеется возможность внедрения вертикального дренажа. В северной части района вдоль руслообразных понижений до 100—150 *м* суглинки и супеси переслаиваются мелкозернистым песком мощностью до 20—30 *м*, которая к западу постепенно увеличивается.

Агроклиматические условия района благоприятны для выращивания почти всех сельскохозяйственных культур. Термические ресурсы обеспечивают ежегодное нормальное созревание как скороспелых, так и среднеспелых сортов хлопчатника. Сумма положительных температур в пределах +10° составляет 4500°. Осенний период раскрытия коробочек и накопления урожая более длителен, чем в северном районе (Бабушкин, 1964). Средние суммы отрицательных температур —162°, число «вегетационных» зим — 32%. Средняя температура января — 1,2°, июля +27,9°. Средняя дата первого заморозка 20 октября, последнего — 28 марта (ст. совхоза «Мирзачуль»). Средняя продолжительность безморозного периода 205 дней.

Естественная дренированность территории очень слабая и в связи с этим подземный отток ГВ почти необеспечен, преобладает вертикальный водообмен и соленакопление в зоне аэрации почвогрунтов. Следовательно, для нормального ведения орошаемого земледелия дренированность территории весьма неблагоприятна и может быть повышена искусственным путем. ГВ здесь залегают на глубине 2—10 *м*, в основном 2,5—5 *м*, степень минерализации колеблется от 1 до 10, местами до 20 *г/л*, тип сульфатный, реже хлоридно-сульфатный. До освоения минерализации ГВ превышала 30 *г/л*, в результате орошения их верхний слой опресняется.

Почвенный покров представлен засоленными разностями.

Таблица 20

Солевой баланс активной зоны орошаемого массива Голодной степи, тыс. *т* (по Духовному, 1973)

Статья баланса	1966 г.	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.
Приход солей					
С ирригационной водой	757	1546	1354	700	1174
С осадками	31	42	59	113	60
С испарением из грунтовых вод	93	117	165	207	123
С притоком грунтовых вод на территории извне	216	252	275	306	324
Итого	1097	1957	1853	1326	1678
Расход солей					
С дренажной водой	780	1201	1542	2818	2021
Со сбросной водой	287	231	496	576	377
Итого	1007	1432	2038	3394	2398
Накопление солей	90	525	—	—	—
Уменьшение солей	—	—	173	2068	720

Сероземно-луговые почвы преимущественно слабозасоленные, местами средне- и сильнозасоленные. Содержание солей повышается с глубиной. Солевой режим регулируется дренажем и промывками. Здесь создана густая (от 30 до 80 пог. *м/га*) сеть горизонтального дренажа закрытого типа. В северной части центрального массива успешно работает вертикальный дренаж, машинная откачка осуществляется на площади 26 тыс. *га*. По данным Н. М. Решеткиной и В. А. Духовного (1974), скважины глубиной 80—100 *м* имеют удельные дебиты от 1,6 до 3,3 *л/сек* и расходы от 20 до 70 *л/сек*. В целом в зоне нового орошения к началу 1974 г. построено более 300 скважин. В радиусе влияния вертикального дренажа УГВ понижен на глубину 8—10 *м* и начался процесс рассоления грунтов. Среднегодовой вынос солей за 1968—1970 гг. колебался от

1,2 до 12 *т*. Устанавливается отрицательный солевой баланс (табл. 20).

Однако рассоление почвогрунтов земель центральной части Голодной степи нельзя считать устойчивым, необходимо мелиоративно оздоровить весь активный слой (4—5 *м*), т. е. «эвакуировать» (по Ковде) вековые запасы солей из зоны аэрации за пределы степи и создать условия для опреснения верхних слоев ГВ. Несмотря на общее рассоление почв района в некоторых участках наблюдается прогрессивное засоление и ухудшение мелиоративного состояния земель, на что следует обратить внимание.

VI. Район преимущественно очень сложных территорий (90%) с широким развитием слабо- и среднерасчлененных бессточных руслообразных гипсово-суглинисто-глинистых понижений с засоляющимися солончаковыми светлыми сероземами, в разной степени засоленными сероземно-луговыми почвами и солончаками и устойчиво неглубоким УГВ. Сюда входят Джетысайское, Сардобинское и Кара-Каройское понижения.

По условиям рельефа только в Джетысайском понижении сложно организовать поля для хлопкового севооборота, так как сильная вертикальная расчлененность рельефа (до 12 *м*) не позволяет создавать большие поливные участки, что значительно удорожает строительство ирригационных систем. Сардобинское и Кара-Каройское понижения из-за слабой расчлененности более благоприятны для рационального использования земель, механизации полива и всех сельскохозяйственных работ.

Литологический разрез двухслойный: до 25 *м* супеси переслаиваются суглинками, ниже лежит толща песков с галькой и гравием. Кара-Каройское понижение в отличие от других сложено супесями мощностью 10—20 *м*, которые содержат прослойки слабоуплотненного тонкозернистого песка, ниже супеси чередуются с песками и суглинками. По данным Н. Н. Ходжибаева (1973), водопроводимость пород 500—1000, реже 100—500 $м^2/сут$. Подземный отток затруднен из-за низкого $K_ф$ пород. Условия для применения вертикального дренажа благоприятные.

Глубина залегания ГВ в основном 1—5, местами 3—10 *м*, степень минерализации изменяется от 3 до 30, в отдельных участках до 60 *г/л;* воды преимущественно хлоридные, хлоридно-сульфатные, на орошаемых землях сульфатные. Устойчиво неглубокий УГВ обусловливает использование земель понижения только на фоне интенсивного дренажа.

Здесь распространены солончаковые и солончаковатые светлые сероземы, сильнозасоленные и сероземно-луговые почвы, корковопухлые, луговые и мокрые солончаки (Джетысайское понижение), в разной степени засоленные сероземно-луговые почвы (Кара-Каройское и Сардобинское понижения), относящиеся к пролювиально-аллювиальному озерному типу соленакопления. Почвогрунты характеризуются сильной засоленностью всего профиля на большую глубину. Метровый слой сильнозасоленной почвы в Джеты-

сайском понижении содержат 2—2,5% солей, с максимумом вверху — до 4,7%; преобладают сульфаты. В солончаках содержание солей вверху достигает 21%, а в метровом слое — от 2,5 до 4,5%. В Кара-Каройском понижении в связи с наличием здесь слабого оттока солей в почве намного меньше. Другая особенность почв понижения — присутствие большого количества гипса (до 30%) в верхних слоях, который приурочен к суглинкам и глинам в интервале от 40 до 70 *см* и от 120 до 150 *см* от поверхности. Солевой баланс Сардобинского и Джетысайского понижений прогрессивно положителен, т. е. наблюдается систематическое соленакопление в зоне аэрации из-за необеспеченности подземного оттока.

Восточная часть Джетысайского понижения, северная и западная части Сардобинского и все земли Кара-Каройского понижений представлены новоорошаемыми и староорошаемыми сероземно-луговыми почвами. Почвы преимущественно слабо-, местами, на понижениях рельефа, средне- и сильнозасоленные. Солевой режим почв на орошаемых землях регулируется густой сетью дрен, мощность которых местами достигает 40 *м/га*, преимущественно открытого типа, а на восточной части Джетысайского понижения — закрытого типа. Несмотря на это, коренного улучшения мелиоративного состояния земель не происходит, ввиду того, что содержание солей в активном слое в десятки раз выше допустимого и ГВ соленые. Интенсификация рассоления корнеобитаемого слоя возможна при совместной работе вертикального и горизонтального дренажа. Вертикальный дренаж способствует снятию напорности и углублению УГВ, в результате вместо восходящего формируется нисходящий ток влаги, и при регулярной обильной промывке почвы постепенно освобождаются от вредных солей.

В настоящее время на Сардобинском понижении интенсивно строятся вертикальные дрены;здесь проектом предусматривается пробурить около 100 скважин, часть из них уже действует, в основном на целинной территории. Планируется их строительство также в освоенной части Джетысайского и Кара-Каройского понижений.

Наиболее сложно освоение и орошение днища Сардобинского и склонов Джетысайского понижения. Днище практически бессточное и здесь весьма сложно организовать полив — требуется машинная откачка вод из дрен и коллекторов и создание напора в групповых распределителях для самотечного полива растений.

Расчлененность рельефа Джетысайского понижения несколько осложняет проектирование ирригационных систем и подачу оросительных вод на повышенные элементы рельефа. Если не соблюдать основных правил техники полива и организации орошения, здесь возможны интенсивная ирригационная эрозия, просадка и суффозия грунтов, образование озер и болот в понижениях, интенсивное засоление почв и др. Все это должно быть учтено при выборе проекта орошения и освоения. Здесь потребуется устройство густого и глубинного горизонтального дренажа в комплексе с верти-

кальным и промывки, доведение инфильтрации в оросительных сетях до минимума и применение усовершенствованной техники полива (целесообразно дождевание, подпочвенное орошение и другие прогрессивные методы).

VII. Район сочетания территорий разной степени сложности в пределах плоской, местами расчлененной, суглинисто-супесчаной и гипсово-глинистой, преимущественно очень слабо дренированной равнины с различно засоленными светлыми сероземами и сероземно-луговыми почвами в комплексе с вторичными солончаками и устойчиво неглубоким УГВ. Район расположен в староорошаемой зоне северо-восточной части III террасы Сырдарьи.

Плоский, местами слабопокатый (Баяутский эрозионный массив) и слабо расчлененный (водораздельная равнина между Джетысайским и Сардобинским понижениями) рельеф района благоприятен для ведения поливного земледелия и эксплуатации оросительных и дренажных систем.

Верхняя часть разреза в пределах юго-восточной части района представлена суглинками с прослойками супеси и песка, ниже (20—35 *м*) вскрываются галечники мощностью около 100 *м*, далее, севернее г. Гулистана, терраса сложена суглинками мощностью 20—25 *м* и больше, в нижней части с прослойками глины, они подстилаются до глубины 60 *м* песками. По данным Н. Н. Ходжибаева (1973), водопроводимость пород 500—1000 $м^2/сут$ и более, местами 100—500 $м^2/сут$. Условия для вертикального дренажа благоприятные.

Агроклиматические условия обеспечивают ежегодное нормальное созревание как скороспелых, так и среднеспелых сортов хлопчатника. Сумма положительных температур в пределах +10° составляет 4500°, отрицательных —162°, число «вегетационных» зим — до 32%. Среднемесячная температура января от —1,2 до —2,9°, июля от +26,8 до +27,9°. Средняя дата первого заморозка 18 октября, последнего — начало апреля. Средняя продолжительность безморозного периода — 194—206 дней.

Естественная дренированность территории неоднородна: в юго-восточной части района, в приобрывной полосе Баяутского массива в связи с дренирующим влиянием низкой террасы Сырдарьи подземный отток вполне обеспечен, в центральной части того же массива благодаря наличию дренирующих песков существует слабый отток ГВ, водораздельная равнина между бессточными понижениями Шурузяк и Сардоба также слабо дренирована, на остальной части района подземный отток весьма слабо обеспечен. Таким образом, эксплуатация орошаемых земель района возможна только на фоне дренажа.

Глубина залегания ГВ в вегетационный период от 1 до 20 *м*, преимущественно от 2 до 5 *м*, вдоль ирригационных каналов — 0,5—1,5 *м*; степень минерализации — 1—10 *г/л*, местами на неорошаемых участках до 30 *г/л* и более; тип минерализации — суль-

фатный, сульфатно-кальциево-магниевый, реже хлоридно-сульфатный.

В связи с близким залеганием ГВ на большей части территории здесь развиты в основном сероземно-луговые почвы, а на юго-востоке — светлые сероземы. Почвы в различной степени засоленные, светлые сероземы в прибрывной полосе незасоленные, а в пределах Баяутского массива сероземно-луговые преимущественно слабозасоленные с пятнами (5—25%) среднего и сильного засоления. В водораздельной равнине между Сардобинским и Джетысайским понижениями встречаются средне- и сильнозасоленные сероземно-луговые почвы в комплексе с солончаками.

В последнее время в связи с увеличением протяженности горизонтальных дрен до проектных отметок (от 26 до 40 *м/га*), очисткой действующих водосбросов и внедрением скважин вертикального дренажа положительный водно-солевой баланс староорошаемой части террас изменяется на отрицательный. Устойчивое понижение УГВ в староорошаемой части III террасы Сырдарьи наблюдается начиная с 1965—1966 гг. Таким образом, вынос солей с дренажным стоком впервые за время орошения этих земель стал больше приноса. Действие дренажного стока сказывается не только на стабилизации УГВ, но и на реальном выносе с орошаемых массивов огромного количества солей, накопленных в период формирования этой равнины.

Однако общий отрицательный солевой баланс территории еще не свидетельствует о достаточном мелиоративном эффекте действующей гидромелиоративной системы, поскольку в почвогрунтах района значительны первичные запасы солей (около 800 *т/га* в слое 0—10 *м*) и почвы еще полностью не рассолились (табл. 21). Поэтому мелиоративные работы на этих землях должны вестись постоянно в комплексе с другими профилактическими мероприятиями. Особенно тяжелыми и неблагоприятными мелиоративными условиями характеризуются земли, расположенные между Сардобинским и Джетысайским понижениями. Почвогрунты плоских равнин и замкнутых понижений между грядообразными повышениями содержат довольно большие запасы солей в зоне аэрации, кроме того, почвы сильно гипсированные и тяжелосуглинистые, ГВ залегают близко к поверхности (2—3 *м*) и преимущественно сильноминерализованы. Такая же природно-мелиоративная обстановка характерна для юго-западной части Баяутского эрозионного массива. В связи с этим при улучшении мелиоративного состояния земель района необходимо применять строго дифференцированные методы рассоления почв.

VIII. Район преимущественно сложных (70%) и очень сложных территорий в пределах плоской, местами слабо расчлененной, суглинисто-супесчаной, в основном очень слабо дренированной равнины с различно засоленными светлыми сероземами и сероземно-луговыми почвами в комплексе с вторичными солончаками и устойчиво неглубоким УГВ. Территория занимает северную часть Го-

лодной степи. Северная часть степи представляет собой равнину, нарушенную полого-вогнутыми депрессиями (Пахта-Арал) и платообразными повышениями. Глубина расчленения рельефа 1—2 *м*, в западном направлении до 3—4 *м* и более. Плоский рельеф равнины благоприятен для ведения орошаемого земледелия на больших картах хлопкового севооборота, позволяющих применять механизацию и автоматизацию всех сельскохозяйственных и водохозяйственных процессов.

В районе супеси переслаиваются суглинками мощностью от 20 *м* на востоке до 10—12 *м* в центральной части, на западном участке наблюдается переслаивание песков с супесями, мощность покровных супесей 10—25 *м*. Водопроводимость пород изменяется от 100

Таблица 21

Характеристика орошаемых земель по степени засоления староорошаемой зоны Голодной степи (на 1. I 1974 г. по данным Управления оросительной системы Сырдарьинской области)

Районы	Орошаемая площадь, *га*	Итого засоленных земель, *га*	Засоленность, *га*				
			слабая	средняя	сильная	солончаки	% от орошаемой площади
Баяутский	28465	20305	13906	4633	1679	87	71,3
Ворошиловский	22083	19295	13620	4220	1189	161	86,9
Сырдарьинский	19947	11008	9114	1202	413	279	55,1
Гулистанский	32126	23610	11762	7568	3226	1054	73,4
Всего	102621	74118	43403	17626	6507	1582	72,2

до 1000 $м^2/сут$ (Ходжибаев, 1973). Земли благоприятны для вертикального дренажа.

По агроклиматическим условиям соответствует Пахтааральскому агроклиматическому району, выделенному Л. Н. Бабушкиным (1964). Этот район отличается наименьшими (4300°) термическими ресурсами, обеспечивающими ежегодное нормальное развитие и созревание очень скороспелых сортов хлопчатника и почти ежегодно среднеспелых. Термический режим зимнего времени в этом районе, по сравнению с другими, наиболее суров: «вегетационных» зим здесь всего 16%, средняя сумма отрицательных температур — 233°. Среднемесячная температура января — 2,5—2,8, июля 26,5—27,4°. Средняя дата первого заморозка 14—26 октября, последнего 3—6 апреля. Продолжительность безморозного периода 193—202 дня.

Естественная дренированность территории в целом очень слабая и зависит от местных литолого-геоморфологических условий. Подземный отток ГВ крайне затруднен, резко преобладает вертикальный водообмен. Вдоль обрыва III террасы (ширина до 4 *км*) территория естественно дренирована, наблюдается обеспеченный

отток ГВ. На отдельных холмообразных повышениях в центральной и западной частях подземный отток также естественно обеспечен благодаря вертикальной расчлененности рельефа (0—6 *м*). В зоне командования распределителей К-21, 23, 25, 28, 30 и Джетысайского коллектора находится выравненное плато. Плоский равнинный рельеф с едва заметным уклоном на суглинистых толщах не обеспечивает подземный отток ГВ, поэтому преобладает вертикальный водообмен. В юго-восточной и восточной частях расположены очень слабо дренированные пологие депрессии с весьма затрудненным подземным оттоком.

Глубина залегания ГВ на естественно дренированных участках ниже 4 *м*, а на слабодренированных — 2—3 *м*; степень минерализации вод 3—10, местами до 20 *г/л*, на переложно-залежных и целинных участках более 30 *г/л*; тип минерализации в основной части равнины сульфатный и сульфатно-хлоридный.

На слабодренированных равнинах с затрудненным оттоком ГВ развиты сероземно-луговые почвы и солончаки, а на дренированных — светлые сероземы. Староорошаемые сероземно-луговые почвы в основном слабо-, местами средне- и сильнозасолены. Светлые сероземы богарные, ново- и староорошаемые незасоленные и глубокозасоленные, слабозасоленные сероземно-луговые почвы и незасоленные светлые сероземы высокоплодородны; урожайность хлопчатника здесь превышает 25 *ц/га*.

Неблагоприятное мелиоративное состояние земель района улучшается путем строительства гидротехнических сооружений, промывки почв и планировки земель, средняя протяженность дрен колеблется от 18 до 25 пог. *м/га*, местами более. Однако несмотря на это водно-солевой баланс до 1970—1971 гг. был положительный. В результате внедрения скважин вертикального дренажа, систематической капитальной очистки существующих горизонтальных дрен и промывки почв большими нормами, начиная с 1972 г., здесь идет постепенное рассоление почвенного горизонта и регулирование УГВ на оптимальных глубинах.

Строительство вертикальных дрен предусмотрено на всех землях района. На площади 165,2 тыс. *га* будет построено 660 скважин с максимальным дебитом 34—35 $м^3/сек$. На 1.1 1973 г. введено в строй 257 скважин. Завершение проектов намечается к 1980 г. Особенно интенсивное рассоление почв наблюдается в Пахтааральской депрессии на фоне вертикального дренажа в комплексе с горизонтальным. Здесь достигнуты определенные успехи в улучшении мелиоративного состояния земель, увеличиваются площади слабо- и незасоленных почв за счет уменьшения засоленных, ГВ опресняются.

IX. Район сложных (60%) и очень сложных территорий преимущественно слаборасчлененных бессточных руслообразных гипсово-суглинистых понижений с рассоляющимися лугово-сероземными почвами и солончаками и устойчиво неглубоким УГВ — Шурузякское понижение. По условиям рельефа впадины вполне благоприят-

ны для поливного земледелия, эксплуатации гидротехнических сооружений и ирригационно-мелиоративных систем. По климатическим условиям территория близка соседним районам (северо-восточной части III террасы и долины Сырдарьи). Водно-солевой баланс до 1965—1966 гг. был положительный, существующая дренажная (до 25 пог. *м/га*) сеть не была в состоянии не только сдержать процесс засоления почв и понизить УГВ, но и стабилизировать приход и расход солей в зоне аэрации.

Построенные здесь (1965 г.) скважины вертикального дренажа (к началу 1974 г. их было более 100) изменили напорно-восходящее перемещение ГВ на нисходящее. В результате их уровень понизился с 1—2 до 2—3 *м*, что способствовало при создавшемся нисходящем движении рассолению не только зоны аэрации, но и всей мелкоземистой толщи. В настоящее время водно-солевой баланс территории понижения отрицательный, наблюдается постепенное рассоление почв и опреснение верхних слоев ГВ при одновременном понижении их уровня.

В целом мелиоративное состояние земель Шурузякского понижения еще довольно тяжелое и сложное, здесь только начался мелиоративный период улучшения ирригационных массивов, а в активной толще почвогрунтов содержится много солей. Предстоит их удалить из верхних горизонтов и устойчиво регулировать УГВ. Для этого необходимо рационально использовать действующие вертикальные дрены в комплексе с горизонтальными, упорядочить использование оросительных вод, повсеместно внедрить хлопково-люцерновый севооборот, регулярно проводить промывки засоленных земель и др. При этом промывка на фоне дренажа должна не только вытеснить и удалить соли из совокупности горизонтов, но, самое главное, она должна вытеснить и заместить соленую грунтовую воду из водоносного горизонта до определенной глубины пресной промывной водой (Ковда, 1971).

X. Район сочетания территорий разной степени сложности в пределах плоской и волнистой песчано-суглинисто-супесчаной, недостаточно дренированной равнины с высыхающими старичными озерами и болотами, слабозасоленными сероземно-луговыми и аллювиально-луговыми почвами и устойчиво близким УГВ. Территория соответствует нижним террасам Сырдарьи.

Рельеф II террасы плоский, местами волнистый с незначительным уклоном на северо-запад, благоприятный для орошаемого земледелия. Только в южной части, где терраса расчленена до 0—4 *м* (здесь имеются старичные подковообразные котловины), несколько сложно организовать хлопковые поля оптимальных размеров. На поверхности равнины I террасы, в связи с расчлененностью старичными впадинами, грядообразными повышениями и приречными валами, не представляется возможным организовать поля хлопкового севооборота на больших компактных площадях.

В агроклиматическом отношении этот район близок к северному. Множество озер, стариц, болот, рисовых полей, влаголюбивая

растительность и сама река Сырдарья заметно сокращают термические ресурсы района, но повышают влажность воздуха и, следовательно, сдерживают развитие суховеев. Последние возникают здесь не ежегодно, и среднее число дней с суховеями сокращается до 5 (Бабушкин, 1964). Сумма положительных температур в пределах +10° составляет 4350°, что обеспечивает ежегодное нормальное созревание как скороспелых, так и среднеспелых сортов хлопчатника. Район на общем фоне Голодностепской равнины наиболее понижен и характеризуется очень поздними весенними (от 25 марта по 12 апреля) и очень ранними осенними заморозками (от 8 до 28 октября), большой суммой отрицательных температур зимой (—200°), низкими минимумами температур, малым числом «вегетационных» зим (24%).

Территория дренирована в зависимости от литолого-геоморфологических условий различно. Приобрывная часть террас благодаря дренирующему влиянию Сырдарьи характеризуется благоприятным оттоком ГВ, в то время как тыловые части террас отличаются слабой дренированностью из-за низкого $K_ф$ водовмещающих пород. УГВ в пределах II террасы от 2 до 3 *м*, местами ниже; I террасы от 1 до 3 *м* и ниже. ГВ содержат 0,3—5 *г/л*, реже до 10 *г/л* плотного остатка, воды гидрокарбонатно-сульфатные и сульфатные. Слабая их минерализация позволяет широко использовать их для полива хлопчатника и промывок засоленных участков.

В пределах района распространены аллювиально-луговые и сероземно-луговые почвы, а также болотно-луговые и болотные, промытые, незасоленные и засоленные. Засоленные почвы развиты преимущественно на периферии старичных озер и болот и в тыловых частях террас, где отток ГВ затруднен. Они в основном слабо- и местами среднезасоленные; солончаки занимают осушенные старичные озера. Почвы I террасы засолены сильнее, в слое 0—5 *м* содержится около 500 *т/га* вредных солей, а на II — 200 *т/га*, однако она дренирована слабее, чем I, поэтому здесь требуются специальные мероприятия по увеличению дренированности грунтов.

Основные дренажные работы необходимо проводить в западной половине I и II террас — наиболее слабо дренированной. Здесь оптимальной удельной протяженностью горизонтального дренажа можно считать 12—20 пог. *м/га*. К началу 1974 г. на каждый гектар уже приходилось 15—18 пог. *м*. Однако рабочее состояние сети на большей части территории неудовлетворительное: сильно заиленная или заросшая. Необходим систематический уход. Наиболее приемлемы дрены глубиной 2—2,5 *м*. При этом УГВ сохраняется на глубине 1,5—2 *м*, что соответствует гидроморфному мелиоративному режиму орошения. Чрезмерное осушение почвогрунтов приведет к дефициту влаги в корнеобитаемом слое почвы. В целях рассоления почв следует проводить также систематические промывки и текущие планировки. Староорошаемые земли нижних террас отличаются специфическим микрорельефом: низкие повышения чередуются с понижениями высотой и глубиной до 20 *см*.

В таких условиях планировка земель необходима не только для ликвидации мелкопятнистого засоления почв, но и для равномерного полива.

Выделенные районы нельзя рассматривать как изолированные единицы, так как они генетически связаны между собой, поэтому всякое изменение и несоблюдение намеченного комплекса мелиораций в одном районе потребует их пересмотра в нескольких соседних, иногда и в целом по всей Голодной степи. Например, развитие рисосеяния на новоорошаемых массивах или избыточное водопотребление на равнинной части террас вызовет ухудшение почвенно-мелиоративного состояния земель в соседнем районе руслообразных понижений или на низком участке террасы и т. д. Следовательно, намеченный комплекс дифференцированных мелиоративных мероприятий должен осуществляться одновременно в ряде природно-мелиоративных районов.

Глава VI. ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ НОВООРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

При разработке технико-экономической и проектно-изыскательской основы освоения земель большое значение приобретает предсказание пути развития орошаемых земель в будущем под влиянием ирригации. Без научно обоснованных проектов развития орошаемых земель невозможно их эксплуатировать, так как при длительном использовании освоенных территорий (иногда и в начале использования) возникают нежелательные явления, которые отрицательно сказываются на дальнейшей эксплуатации этих площадей. В частности, вследствие неправильного прогнозирования развития новоорошаемых земель зоны ЮГК в Голодной степи (совхозы № 4, 5 и 6) уже на следующий год здесь из хозяйственного оборота выпала значительная часть (более 75%) освоенных массивов из-за вторичного засоления. То же произошло в ряде массивов, подкомандных Каракумскому каналу, в особенности в Мургабском оазисе. Следовательно, достоверное прогнозирование способствует предотвращению нежелательных явлений и является залогом успешной мелиорации земель.

Прогноз должен основываться на конкретных региональных природных условиях и хозяйственной деятельности человека, которые в сочетании приводят к тому или иному мелиоративному состоянию. При прогнозировании следует опираться на анализ и синтез главных природных и хозяйственных факторов и процессов, обусловливающих оптимальный мелиоративный режим. Объектом прогноза могут быть как существующие процессы, так и еще несуществующие, но могущие возникнуть под влиянием различных причин. Во всех случаях прогнозирование опирается на анализ основных компонентов прогнозных расчетов: пространства и времени, природных и хозяйственных факторов, которые будут главными на заданный срок (Звонкова, 1970).

Научное предсказание в области оросительной мелиорации — задача необычно сложная. Приходится учитывать очень много природных факторов и процессов, и методы, и способы хозяйствования. Необходимо знать в деталях, как они будут связаны между

собой и как скажется все это на мелиоративном состоянии земель.

В аридной зоне главными природными факторами и процессами, предопределяющими мелиоративное состояние земель, являются: рельеф, почвогрунты, грунтовые воды, формирующие ту или иную естественную дренированность территорий, которая в свою очередь определяет мелиоративное состояние земель. Однако последнее обусловлено также динамичными природными процессами, которые возникают при эксплуатации земель. От характера эксплуатации данной территории зависит степень развития этих процессов.

Таким образом, в аридной зоне при прогнозировании развития природных комплексов орошаемых земель следует опираться на природные факторы и процессы, обусловливающие мелиоративное состояние земель и характер хозяйствования.

Прежде чем давать прогноз, необходимо оценить природные условия данного региона, определить степень сложности освоения и эксплуатации, иметь достоверные сведения о характере каждого природного компонента и их взаимодействии, взаимообусловленности, типах сочетания и т. п. Природно-мелиоративные прогнозы базируются также на количественном анализе динамики структуры водного и солевого балансов (орошаемых массивов, зоны аэрации, ГВ) в связи с развитием орошения, на количественных связях между элементами баланса, использовании методов моделирования и аналитических расчетах.

Природные процессы, возникающие на оросительных системах под влиянием хозяйственной деятельности человека, необычайно сложны, многокомпонентны и не всегда ясны с точки зрения долговременных последствий. Положительные или отрицательные изменения в состоянии физико-географической среды и почвенного покрова на оросительных системах наступают не немедленно, а лишь через несколько лет и иногда через десятки лет. Именно поэтому на основании узких эпизодических исследований, кратковременных опытов и наблюдений нельзя вовремя дать прогноз (Ковда, 1971).

Развитие природно-мелиоративных комплексов Голодной степи зависит также от характера освоения и орошения новых земель в Джизакском массиве, Джетысайском и Сардобинском понижениях, влияния заполняемых Чардаринского и Арнасайского водохранилищ, режима эксплуатации земель староорошаемой зоны. Развитие природно-мелиоративных комплексов Джетысайского и Сардобинского бессточных понижений непосредственно зависит от освоения периферийных целинных земель и эксплуатации староорошаемой части Голодной степи, так как они являются естественными приемниками оттока ГВ окружающих территорий. Чем больше приток ГВ, тем выше их уровень и интенсивнее засоление почв.

Начиная с 1960 г. в связи с развитием орошения в периферии Джетысайского понижения (особенно в его восточной и северной частях) наблюдается интенсивный подъем ГВ, а на днище уже образованы соленые или солевые озера, расширились площади со-

лончаков, солончаковатые светлые сероземы на преобладающей части понижения превратились в сильнозасоленные почвы. Строительство Джетысайского коллектора значительно улучшило общее мелиоративное состояние понижения, сократились площади заболоченных земель и озер, несколько понизился УГВ и т. д. Однако практически коллектор не в состоянии полностью предотвратить прогрессивное соленакопление и подъем УГВ, поэтому и в настоящее время этот процесс протекает довольно интенсивно.

Наиболее резкое ухудшение мелиоративного состояния земель понижения возможно после освоения и орошения территории совхозов № 2, 3, 8 и 9, а также «Целинник», неорошаемых земель совхозов «Мирзачуль», «Дружба», «Баяут» № 2. Тогда за счет фильтрации оросительных вод резко увеличится приток ГВ и объем сбросных вод, что приведет к подъему УГВ со скоростью 1—2 *м/год*, местами 2—3 *м* и резкому расширению акватории озер и болот, площади солончаков. Будет ухудшаться состояние существующей КДС, особенно Баяутского и Джетысайского коллекторов из-за образования в днище понижений озер и сильного заиления их русел.

В Сардобинском понижении, хотя здесь и не образуется крупных озер и болот, но мелиоративное состояние, особенно его днища, бесспорно, резко ухудшится. В отличие от Джетысайского понижения оно лучше дренировано коллекторной сетью и вертикальным дренажем. Однако при резком увеличении потока ГВ, стекающего с окружающих территорий, и полива сельскохозяйственных культур большими нормами возможен подъем УГВ и, следовательно, заболачивание земель.

Предотвратить неблагоприятные мелиоративные явления в бессточных понижениях можно, если до освоения земель проектировать и осуществлять комплексные мероприятия по сокращению инфильтрации вод с орошаемых массивов и из ирригационных систем, увеличению оттока грунтовых вод КДС. В связи с этим необходимо расширить и углубить ЦГК и дренажную сеть Сардобинского понижения.

Заполнение Чардаринского водохранилища, затопление Арнасайского понижения и Айдарьской солончаковой котловины окажут большое влияние на развитие природно-мелиоративных комплексов севера и запада Голодной степи. В настоящее время идет заполнение чаши Чардаринского водохранилища, полезный объем водохранилища составит 5,7 млрд. $м^3$. По проекту вода должна покрыть всю I террасу Сырдарьи в пределах северной части степи до уступа III террасы. При этом водохранилище дойдет до устья р. Келеса. Такой огромный искусственный водоем площадью около 1000 $км^2$ окажет одновременно и положительное, и отрицательное влияние на природные условия и хозяйство в Голодной степи. Водохранилище позволит ввести в сельскохозяйственный оборот большие земельные массивы в бассейне Сырдарьи, улучшит водообеспе-

ченность старо- и новоорошаемых земель степи; обеспечит на площади более 4 млн. *га* обводнение пастбищ в Кызылкумах и др.

По периферии водохранилища формируется ряд отрицательных явлений, которые необходимо учитывать при эксплуатации земель северо-западной части Голодной степи: подтопление береговой полосы; развитие неблагоприятных инженерно-геологических процессов (разрушение берегов, оползание откосов, волновые явления и т. д.). В целях предотвращения подтопления водохранилищем берегов и откачки инфильтрационных вод здесь в 1966 г. построено около 40 вертикальных дрен, расположенных линейно в 1,5—2 *км* от уреза водохранилища, возведены защитные инженерные сооружения.

Однако несмотря на это, в периферийной полосе водохранилища уже наблюдаются подъем УГВ и засоление почв. Основные причины — подпор подземного оттока ГВ водохранилищем, нерегулярная работа существующих скважин вертикального дренажа из-за постоянного их ремонта в результате обрыва вала и фильтровой колонны и т. д. (Татур, 1973); расхождение проектных и фактических данных о дебите вертикальных скважин является результатом неправильного определения и проектирования гидротехнических сооружений. Проектный дебит всей системы вертикального дренажа на основе модельных исследований ВНИИГМа принят 2020 *л/сек*, а при работе 1-й очереди (23 скважины) — соответственно 1200 *л/сек*. Данные за 6 лет эксплуатации (с 1966 по 1971 г.) показывают, что фактический дебит системы оказался гораздо меньше проектного. Среднегодовые дебиты системы также меньше проектных в 2,05—2,66 раза (Татур, 1973).

Все это приводит к ухудшению мелиоративного состояния земель, прилегающих к водохранилищу. В первую очередь, интенсивно будет изменяться водно-солевой режим почв природно-мелиоративных комплексов вблизи водохранилища в полосе шириной 3—4 *км*, особенно солончаковатых светлых сероземов и сероземно-луговых почв, которые с поверхности не засолены, однако с глубиной их засоленность постепенно повышается, УГВ лежит ниже 3 *м*. Подъем ГВ неизбежно приведет к соленакоплению в корнеобитаемом слое, в результате может развиться сплошное засоление земель данного комплекса. К тому же на этих землях протяженность дренажной сети ограничена ввиду их хорошего естественного мелиоративного состояния.

Влияние водохранилища на развитие природно-мелиоративных комплексов, расположенных за пределами описанной территории будет незначительным. Однако и здесь необходимо учесть, что природная почвенно-мелиоративная обстановка тяжелая: всюду почвы засолены, ГВ залегают близко к поверхности, поэтому даже незначительный подъем уровня, хотя бы до 2 *м* от поверхности, ухудшит общее мелиоративное состояние земель.

Предотвратить отрицательное влияние Чардаринского водохранилища в северо-западной части Голодной степи можно путем

строительства двух или трех рядов плотно расположенных вертикальных дрен на расстоянии 1—3 *км* от берега при условии их бесперебойной работы в зависимости от уровня воды в водохранилище, а также с помощью других гидромелиоративных сооружений, в частности прокладки глубоких (5—6 *м*) перехватывающих коллекторов, и др.

В настоящее время воды из всех коллекторов (ЦГК, Джетысайский, Акбулакский) сбрасываются в Арнасайское понижение, где образуются озера и болота. По проекту предусматривается затопление паводковыми водами Сырдарьи Арнасайской впадины, а в дальнейшем всей Притузканнской равнины и солончакового понижения Айдар. В результате образуется огромный водоем: от низовьев р. Келеса до западной оконечности Фаришской равнины. Весь север и запад Голодной степи будет окаймляться водными пространствами. Уже в феврале 1975 г. здесь образовалось озеро длиной около 200 *км* и шириной до 30 *км*. С одной стороны, это улучшит водообеспеченность Голодной и Фаришской степей и Нуратинского района, а также Кызылкумов, с другой — приведет к подпору ГВ в западной части Голодной степи и подпитыванию зоны аэрации грунтов в радиусе 2—3 *км* от берега водоема. Как известно, основной поток ГВ направлен к северо-западу, т. е. в сторону общего уклона поверхности, поэтому особенно сильный их подпор будет наблюдаться в северо-западной части Голодной степи.

Заполнение Арнасайского понижения приведет к интенсивному подъему УГВ западных участков центральной части степи и ухудшению стока дренажных вод по направленным к нему магистральным коллекторам. При этом сократятся площади с УГВ 5—10 *м* и соответственно увеличатся с УГВ от 3 до 5 *м* и от 1 до 3 *м*, и вовсе не будет площадей, где уровень ГВ более 10 *м*.

На фоне испарения с поверхности ГВ почвогрунты этой части степи будут засоляться чрезвычайно быстро[1]. За счет сокращения площадей незасоленных почв будут расширяться территории слабо- и среднезасоленных земель. Среднезасоленные почвы перейдут в сильнозасоленные, а сильнозасоленные — в солончаки.

Учитывая изложенное, в целях защиты орошаемых земель от подтопления со стороны водохранилища и откачки инфильтрационных вод следует проектировать ряд линейных скважин вертикального дренажа. Регулярная откачка в зависимости от уровня водохранилища приведет к понижению УГВ и рассолению почв.

По литологическому строению западная часть Голодной степи местами неблагоприятна для вертикального дренажа. В таких местах необходимо создавать глубокие перехватывающие магистральные коллекторы, отстоящие один от другого на 1—2 *км*.

Прогноз развития природно-мелиоративных комплексов южной

---

[1] В настоящее время (1975) озеро вызвало подъем УГВ, и ухудшилось мелиоративное состояние обширного массива в северо-западной части степи.

части Голодной степи связан с освоением и орошением земель Джизакского массива (общая орошаемая площадь брутто 209 тыс. *га*, нетто — 184 тыс. *га*). Земли здесь будут осваиваться в иных (по сравнению со староорошаемой зоной степи) технических условиях. КПД ирригационных систем будет доведен до 0,96, а КЗИ — до 0,85 за счет бетонной противофильтрационной облицовки. Наряду с бороздковым будет применен и внутрипочвенный полив, дождевание усовершенствованными широкозахватными машинами. Следовательно, значительно уменьшится инфильтрация вод через ирригационные каналы и с поливных карт. Кроме того, планируется дренирование территории густой сетью закрытых горизонтальных и вертикальных дрен. Заметно сократятся расходы ГВ на испарение и транспирацию, так как их уровень будет заглублен.

Основная проблема освоения и орошения южной, предгорной части Голодной степи — это недопущение инфильтрации в большом объеме, во избежание подъема УГВ не только здесь, но и в Голодностепской равнине. Подъем ГВ в периферийной и средней части слившихся конусов выноса выше критической отметки обусловливает прогрессивное ухудшение мелиоративного состояния земель, поэтому основные усилия должны быть направлены на уменьшение просачивания воды в грунт. Тем не менее инфильтрация вод с поливных участков неизбежна, особенно при обычном бороздковом поливе: в остальных местах массива источником их питания может быть просачивание большого объема вод при внутрипочвенном поливе (если не соблюдать нормы), в аварийных случаях, бесхозяйственном использовании оросительных вод и т. д.

В период орошения фильтрация усилится в природно-мелиоративных комплексах, занимающих головную часть конусов выноса рек Зааминсу, Хавастсая, Ходжамушкентсая, Раватсая и др., т. е. область формирования ГВ. Поэтому оросительные воды, фильтрующиеся в верхней части слившихся конусов выноса, практически не окажут влияния на мелиоративное состояние данных комплексов. Следовательно, при орошении этих земель в целом устойчиво будет сохраняться естественно благоприятная природно-мелиоративная обстановка.

Изменение природно-мелиоративных комплексов средней части конусов выноса непосредственно зависит от объема приходной статьи баланса — ГВ со стороны головной части конусов выноса и величины фильтрации в данном комплексе. При развитии орошения в верхней части конусов выноса и здесь неизбежно в несколько раз увеличится объем потока ГВ, что приведет к постепенному подъему (1—2 *м* в год) их уровня. По расчетам Х. Т. Туляганова (1971), за 6—7 лет орошения в южной части степи УГВ поднимется на 4 *м*.

Как известно, средний УГВ в настоящее время составляет 2—10 *м*. Таким образом, на основной части территории УГВ будет лежать за критической глубиной и вызовет активное соленакопле-

ние в зоне аэрации. Наибольшее изменение природно-мелиоративных комплексов будет наблюдаться в днищах лощин конусов выноса и Ломакинского плато, а также в межконусном понижении между Заамингу и Ходжамушкентсаем. Так как здесь ГВ залегают очень близко к поверхности (от 1 до 3 *м*), почвогрунты содержат солевые горизонты в активном слое в большом объеме. На фоне интенсивного подъема ГВ незасоленные почвы перейдут в слабо- и среднезасоленные, а слабо- и среднезасоленные — в сильнозасоленные и солончаки.

Водораздельные равнины Ломакинского плато в связи с естественной дренированностью в результате орошения подвергнутся

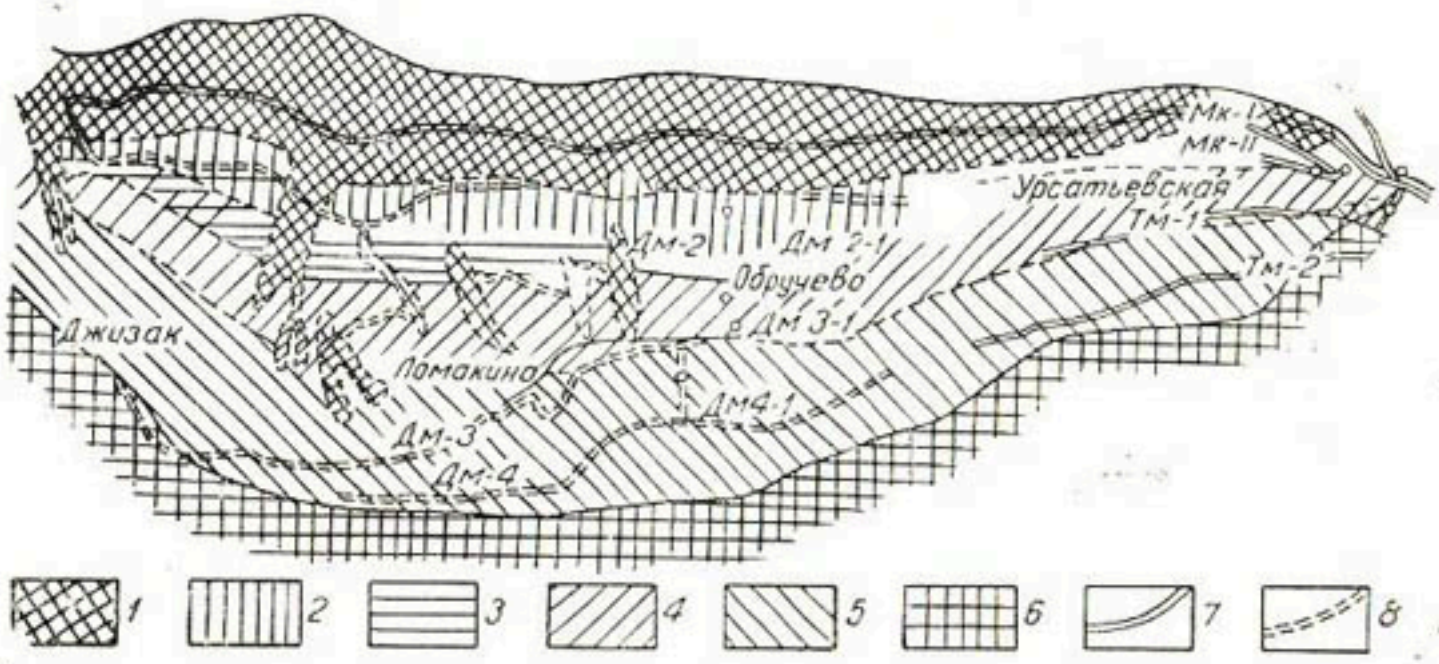


Рис. 10. Схематическая прогнозная карта изменения гидрогеологических условий южной части Голодной степи в связи с освоением и орошением (по Туляганову; 1971).

Прогнозная глубина залегания грунтовых вод: *1*—до 1.0 *м*; *2*—от 1 до 2; *3*—от 2 до 3; *4*—от 3 до 5, *5*—от 5 до 10, *6*—более 10 *м*; каналы; *7*—действующие, *8*—проектируемые.

слабому мелиоративному изменению. Здесь возможны водная эрозия почв и слабые просадки грунтов в комплексе с суффозионно-карстовыми явлениями, так как Ломакинское плато в среднем до 30 *м* сложено лессовидными суглинками и супесями, которые, насыщаясь влагой, способствуют возникновению этих процессов. Просадочные и карстово-суффозионные процессы будут развиваться и на других участках природно-мелиоративных комплексов средней части конусов выноса.

Природно-мелиоративные комплексы периферийной части слившихся конусов выноса южной пролювиальной равнины Голодной степи будут развиваться на фоне устойчивого подъема УГВ, чему будут способствовать увеличение потока ГВ, идущего с головной и средней частей конусов выноса, и усиленная инфильтрация на орошаемых землях данной территории. Интенсивный подъем УГВ здесь обусловлен весьма слабой дренированностью грунтов: вертикальный водообмен резко преобладает над горизонтальным. На

этих землях в связи с высокой минерализацией ГВ (более 15 *г/л*) возможны засоление и заболачивание почвогрунтов, выпад земель отдельных хозяйств из сельскохозяйственного оборота. Наиболее сильный подъем ГВ и засоление почв будут наблюдаться на периферии ЮГК, так как гидростатическое давление канала в вегетационном периоде способствует только вертикальному движению вод. По расчетам Х. Т. Туляганова, ГВ будут находиться на глубине 1 *м* (рис. 10). Усиленному испарению с поверхности близкозалегающих минерализованных ГВ способствуют их повышенная концентрация и тип. Средняя минерализация изменяется от 10—20 до 20—30 *г/л*. Всюду будут развиваться сильнозасоленные почвы и солончаки.

В зоне командования канала ДМ-1 и частично ДМ-2, УГВ в результате орошения и освоения земель приблизится к отметке 1—2 *м*, в связи с этим здесь также ожидается засоление почв и повышение минерализации ГВ. Сильносолончаковые почвы превратятся в засоленные и солончаки. В зоне влияния канала ДМ-2 в процессе освоения земель УГВ поднимется с 3—5 до 2—3 *м*. На фоне подъема ГВ содержащиеся в почвогрунтах соли перераспределятся в корнеобитаемом слое и почвы засолятся до средней и сильной степени.

Уже сейчас в результате освоения Зафарабадского района Таджикской части Голодной степи, на территории совхозов «Фархад», им. Мичурина, «Дружба» и в неосвоенной части Джизакской степи сильно изменяется мелиоративное состояние земель. Оросительные нормы на землях Зафарабадского района составляют 17—18 тыс. *м*^{3}*/га*, из них примерно половина просачивается через крупнообломочные породы, что создает подпор на массивах. Здесь поднялся УГВ и началось вторичное засоление почв. Только на Джизакском массиве УГВ поднялся на площади более 20 тыс. *га*, вызвав прогрессирующее засоление на землях будущего орошения.

Засоление почв массива усугубляется привносом солей с оросительными водами. Как известно, воды Сырдарьи минерализованы в вегетационный период до 0,80, а в зимний до 1—2 *г/л*. По расчетам Х. Т. Туляганова, на 1 *га* площади брутто ежегодное накопление солей составит 7 *т/га*, на 1 *га* площади нетто — около 9 *т/га*.

Таким образом, предварительное прогнозирование изменения природных условий и мелиоративного состояния орошаемых и новоосваиваемых земель Голодной степи показывает, что до вовлечения в хозяйственный оборот освоенных массивов и строительства ирригационных сооружений (водохранилища, магистральные каналы и т. п.) необходимо глубоко продумать и провести научный анализ возможных вариантов взаимодействия между искусственными гидротехническими сооружениями и природной средой данной территории. Характер таких взаимодействий и взаимосвязей определяет проектирование соответствующих инженерно-технических мероприятий для предотвращения неблагоприятных мелиоративных процессов и явлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение динамики природных комплексов Голодной степи показало, что с конца пермского периода и до наших дней они развивались по аридному типу. Это способствовало накоплению континентальных и терригенных засоленных отложений большой мощности. В свою очередь, процессы засоления рыхлых отложений влияли на химический состав и режим подземных вод, сток которых затруднялся, а минерализация увеличивалась от периферии Голодной степи к центру.

В результате регрессии палеогенового моря и наступления континентального этапа на территории Голодной степи появились полупустынные, солончаковые и тугайные ландшафты. С плейстоцена началась аккумуляция лессов и лессовидных пород, на которых сформировались природные комплексы лессовых пустынь с эфемерами. В период аккумуляции верхнечетвертичных отложений сформировался современный равнинный рельеф, а в голоцене в связи с врезом Сырдарьи — пойма и две надпойменные террасы. При спаде УГВ в почвогрунтах высокой террасы начали развиваться автоморфные природные комплексы, на нижних террасах с аллювиально-луговыми и болотными почвами формировались тугайные ландшафты. В бессточных понижениях по-прежнему развивались солончаковые комплексы.

В настоящее время мелиоративное состояние земель Голодной степи определяется не только ее палеогеографическими особенностями, но и характером современного рельефа, механическим составом и засолением почвогрунтов, режимом ГВ. Орошение земель без учета специфических свойств их водно-солевого режима всегда способствует развитию вторичного засоления и выпаду массивов из сельскохозяйственного пользования. При этом мелиоративные сооружения должны рассчитываться не столько на ликвидацию вторичного засоления почв, сколько на предупреждение подъема минерализованных ГВ и накопление солей в корнеобитаемой толще почвы.

До освоения в староорошаемой части Голодной степи господствовали незасоленные светлые сероземы, а глубоко лежащие ГВ

не влияли на развитие природных комплексов. С началом освоения земель в результате неправильного орошения УГВ поднялся, минерализация увеличилась и автоморфные ландшафты начали заменяться гидроморфно-болотными, озерными и солончаковыми природными комплексами. Процесс засоления и заболачивания был особенно интенсивным в 1935—1944 гг., когда почти не принималось мелиоративных мер. С 1945 г. и особенно после 1952 г., когда мелиоративное состояние земель улучшилось, началось окультуривание орошаемых земель и преобразование ландшафтов.

В настоящее время в связи с усилением дренированности грунтов, регулярной промывкой земель и рациональным использованием водных ресурсов, усовершенствованием техники полива и т. д. на орошаемых землях старой части Голодной степи солевой баланс почв становится отрицательным.

Для составления проектов улучшения мелиоративного состояния земель и освоения новых целинных массивов большое значение приобретает природно-мелиоративная оценка территории, проведенная нами на основе критериев мелиоративной сложности территории с учетом палеогеографических особенностей и природных элементов, определяющих состояние земель. Группировка природных комплексов по мелиоративной сложности и необходимости улучшения состояния земель показала, что около 80% территории Голодной степи относится к землям со сложными и очень сложными условиями хозяйствования. Это свидетельствует о необходимости тщательного учета местных природно-мелиоративных условий, отказа от стандартных приемов освоения земель Голодной степи, введения большего числа, чем обычно принято, новых и даже индивидуальных проектов режима эксплуатации староорошаемых и освоения целинных земель. Все это, конечно, заставляет не только дифференцированно подходить к освоению целинных массивов и улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель, но и предусматривать повышенные капиталовложения.

При освоении целинных земель необходимо прежде всего научно обосновать характер будущего изменения мелиоративного состояния не только данной территории, но и периферийных ирригационных массивов под влиянием ирригации. Опыт показывает, что нужно рассматривать крупные ирригационные массивы, на которых строятся оросительные и дренажные системы, как единое целое, так как вновь построенные оросительные системы оказывают исключительно большое влияние на ландшафты не только освоенной, но и окружающих территорий.

Богатый опыт освоения и орошения Голодной степи за 80 лет показал, что в мелиоративной практике при подготовке земель для хозяйственного использования объективно существуют определенные закономерности, учет которых весьма важен и необходим:

1) прежде чем приступить к освоению и орошению земель необходимо детально и глубоко изучить природную и естественную мелиоративную обстановку новоосваиваемых территорий, составить

аналитические карты главных природных компонентов и факторов, определяющих мелиоративное состояние земель, особенно геоморфологическую, литологическую, гидрогеологическую, почвенную, а также карту механического состава почв, фильтрационных свойств грунтов, дренированности территории, районирования земель по возможности применения различных типов дренажа и др. Определить балансы ГВ и солей грунтов активной зоны до и после орошения. Дать научно обоснованные прогнозы изменения при орошении солевого баланса почвогрунтов и баланса ГВ, их режима и развития природных и геохимических процессов. На основании анализа результатов этих исследований оценить трудности освоения и орошения данной территории и провести районирование массива по сложности его освоения и эксплуатации;

2) прежде чем вовлекать целинные земли в хозяйственный оборот их нужно полностью подготовить, т. е. освоение не должно опережать строительство гидромелиоративных сооружений, а также планировку поливных участков и капитальную промывку почвенного покрова до требуемой глубины;

3) решить проблемы инфильтрации через ирригационные каналы и поливные участки, при этом требуются научно обоснованные и подтвержденные практикой прогрессивные методы;

4) в мелиоративном периоде освоения должно быть закончено внедрение соответствующих типов дренажа в оптимальных параметрах в зависимости от природно-мелиоративных условий территорий, с тем чтобы сохранить УГВ на оптимальных глубинах;

5) при эксплуатации орошаемых земель целесообразно проектировать такие мелиоративные режимы полива, которые соответствовали бы естественному природно-мелиоративному состоянию массива. Это способствует своевременному устойчивому регулированию водно-солевого режима почвогрунтов и режима ГВ;

6) крупные массивы должны осваиваться методом комплексного строительства, при котором все работы осуществляет единая строительно-освоенческая организация.

Положительный опыт по освоению и орошению ирригационных массивов Голодной степи имеет большое научное и практическое значение, ибо здесь впервые в мелиоративной практике разработаны и внедрены принципиально новые проекты и техника комплексного освоения целины в целях создания крупных хлопководческих хозяйств. Поэтому Голодная степь стала большим испытательным полигоном, научно-производственной лабораторией, где проектируются и внедряются совершенно новые ирригационные и мелиоративные методы освоения и эксплуатации сельскохозяйственных земель. Опыт освоения и орошения Голодной степи принят за основу при мелиорации и освоении целинных земель Средней Азии. Таким же путем и методом в настоящее время осваиваются и орошаются земли Каршинской, Шерабадской степей, Центральной Ферганы, низовьев Зеравшана и Амударьи.

ЛИТЕРАТУРА

Адылов В. Б., Богданов Г. Я. [и др.]. Некоторые вопросы формирования месторождений пресных вод в четвертичных отложениях Голодной степи. В кн.: «Вопросы мелиоративной гидрогеологии аридной зоны СССР». Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1971.

Алимов Р. А., Решеткина Н. М. Вопросы мелиорации и перспективность применения вертикального дренажа в новой зоне орошения Голодной степи. В кн.: «Материалы по производительным силам УзССР», вып. 16. Ташкент, Изд-во «Наука» УзССР, 1964.

Бабаев А. Г., Акрамходжаев А. М. Палеогеография нефтегазоносных отложений Узбекистана. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1960.

Бабушкин Л. Н. Агроклиматическое районирование Средней Азии. Труды ТашГУ, вып. 236, Ташкент, 1964.

Беленький Г. А., Миркамалова С. Х. Палеогеография мела и палеогена Приташкентской депрессии. Л., Изд-во «Недра», 1965.

Броницкий Н. И. Опыт строительства крупных коллекторов в Голодной степи. В кн.: «Материалы по производительным силам УзССР», вып. 16. Ташкент, Изд-во «Наука» УзССР, 1964.

Бобченко В. И. Итоги научно-исследовательских работ ВНИИГиМ по мелиорации орошаемых земель Голодной степи. «Тезисы докладов на научно-техническом совещании по итогам мелиоративных исследований в Голодной степи». Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1971.

Вахрамеев В. А., Добрускина, Заклинская Е. Д. Палеозойские и мезозойские флоры Евразии. Труды ГИН АН СССР, вып. 208, М., Изд-во «Наука», 1970.

Виноградов А. В., Мамедов Э. Д., Степанов И. Н. О древних почвах Кызылкумов «Почвоведение», 1969, № 9.

Владимиров А. Г. Эффективность горизонтального дренажа и мелиоративно-гидрогеологическое районирование Голодной степи. «Гидротехника и мелиорация», 1960, № 3.

Вольвовский И. С., Гарецкий Р. Г. [и др.]. Тектоника Туранской плиты. Труды ГИН АН СССР, вып. 165, М., Изд-во «Наука», 1966.

Гафуров В. Г. Вопросы орошения целинных земель Голодной степи. Ташкент, Изд-во «Узбекистан», 1968.

Герасимов И. П. Основные черты развития современной поверхности Турана. Труды Ин-та географии АН СССР, вып. 25. М., 1937.

Гзовский М. В., Крестников В. Н. [и др.]. Карта новейших тектонических движений Средней Азии. Изв. АН СССР, серия геофизическая, 1960, № 8.

Гильдиев С. А. Орошение. В кн.: «Справочник по хлопководству», Ташкент, Изд-во «Узбекистан», 1966.

Грамм М. Н. О геологической истории Сырдарьи в неогене. БМОИП, т. 68, отд. геологии, вып. 2, М., 1963.

Грамм М. Н. Неогеновые отложения. В кн.: «Стратиграфия УзССР», т. 2. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1966.
Димо Н. А. Отчет (предварительный) по почвенным исследованиям в районе восточной части Голодной степи, Самаркандской области. СПб., 1910.
Димо Н. А. Влияние искусственного орошения и повышенного естественного увлажнения на процессы почвообразования и перемещения солей в почвогрунтах Голодной степи. Саратов, 1911.
Димо Н. А. Карта распределения грунтовых вод и их глубин в Голодной степи Самаркандской области. СПб., 1910, 1919.
Дусходжаев Х. Р. Особенности формирования подземных вод верхнемеловых отложений Сырдарьинской впадины. В кн.: «Гидрогеология и инженерная геология аридной зоны СССР». Вып. 14. М., Изд-во «Наука», 1969.
Духовный В. А. Орошение и освоение Голодной степи. М., Изд-во «Колос», 1973.
Егоров В. В. Почвенно-мелиоративное районирование зоны орошаемого земледелия. В кн.: «Научные основы мелиорации почв», М., Изд-во «Наука», 1972.
Еременко М. У. Режим орошения и техника полива хлопчатника. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1957.
Звонкова Т. В. Прикладная геоморфология. М., Изд-во «Высшая школа», 1970.
Изюмов В. В. Справочник по способам и технике поливов сельскохозяйственных культур. Киев, Изд-во «Урожай», 1966.
Ильин М. М. Флора пустынь и литоралей в их взаимосвязи. «Советская ботаника», 1946, № 5.
Камилов О. Засоление почв в южной части Голодной степи на примере Зааминского конуса выноса. Труды Ин-та почвоведения, вып. 3, Ташкент, 1963.
Камилов О. Современное мелиоративное состояние почв зоны Южного Голодностепского канала и пути его улучшения. Тезисы докладов Среднеазиатской научной конференции по вопросам мелиорации земель и борьбы с эрозией почв (Ташкент, СоюзНИХИ, май 1974 г.). Ташкент, 1974.
Кац Д. М. Вопросы режима грунтовых вод Голодной степи в связи с развитием орошения. Труды ТИИИМСХ, вып. V. Ташкент, 1957.
Караваев В. Ф. Голодная степь в ее прошлом и настоящем. Ежегодник ОЗУ, Петроград, 1914.
Карпов П. М. Просадочные явления на целинных землях Голодной степи. Ташкент, Изд-во «Наука», 1964.
Кассин Н. Г. Материалы по палеогеографии Казахстана. Алма-Ата, 1947.
Кенесарин Н. А. Формирование режима грунтовых вод орошаемых районов на примере Голодной степи. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1959.
Кимберг Н. В., Кочубей М. И. [и др.]. Систематика почв районов Узбекистана. «Почвоведение», 1960, № 6.
Ковда В. А., Розанов Н. А. Солевой режим в орошаемых почвах Голодной степи. «Почвоведение». 1939, № 12.
Ковда В. А. Краткий очерк геологии и рельефа Голодной степи. В кн. «Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации», М., Изд-во АН СССР, 1948.
Ковда В. А., Егоров В. В. Оценка ландшафтов для ирригации и дренажа. В кн.: «Почвы аридной зоны как объект орошения». М., Изд-во «Наука», 1968.
Корнилова В. С. Очерк истории флоры и растительности. В кн.: «Растительный покров Казахстана», т. I. Алма-Ата, Изд-во «Наука» КазССР, 1966.
Коровин Е. П. Очерк по истории развития растительности Средней Азии. Бюллетень САГУ, вып. 20, Ташкент, 1935.
Коровин Е. П. Исторический очерк развития растительности Средней Азии. В кн.: «Средняя Азия». М., Изд-во АН СССР, 1958.
Коровин Е. П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана, т. 1, 2. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1961—1962.

Кривовяз С. М. Полив по бороздам. Ташкент, Изд-во «Узбекистан», 1960.
Кривовяз С. М. Механизация и районирование техники полива. Ташкент, Изд-во «Узбекистан», 1969.
Криштофович А. Н. Происхождение ксерофитных растительных формаций в свете палеоботаники. В кн. «Пустыни СССР и их освоение», т. 2, М., Изд-во АН СССР, 1954.
Крылов М. М. О режиме и балансе грунтовых вод Голодной степи. В кн. «Материалы по гидрогеологии и инженерной геологии УзССР», вып. III, Ташкент, 1936.
Крылов М. М. К схеме естественноисторического районирования Голодной степи. Изв. УзФАН СССР, 1941, № 3.
Крылов М. М. Гидрогеология Голодной степи. В кн. «Материалы по производительным силам Узбекистана», вып. 6. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1957.
Крылов М. М. Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1959.
Культиасов М. В. Этюды по формированию растительного покрова жарких пустынь и степей Средней Азии. Труды Ин-та ботаники им. Комарова АН СССР, вып. 2, М., Изд-во АН СССР, 1946.
Курков А. А. Вопросы становления зоны пустынь умеренного пояса северного полушария в кайнозое. Изд-во ВГО, т. 99, 1967, № 2.
Курков А. А. Основные этапы развития ландшафтов азиатских пустынь в кайнозое. Изв. АН СССР, серия географ., 1968, № 6.
Лактаев Н. Т. Принципы переустройства внутрихозяйственной оросительно-дренажной сети. В кн. «Эксплуатация оросительных систем и пути ее улучшения». Труды ВАСХНИЛ, М., Изд-во «Колос», 1971.
Легостаев В. М. Мелиорация засоленных земель. Ташкент, Узгосиздат, 1959.
Легостаев В. М. Мелиорация орошаемых земель. В кн. «Системы ведения сельского хозяйства УзССР». Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1973.
Листровой А. А. Урсатьевские ветры. Труды САРНИГМИ, вып. 2 (17). Метеорология. Л., 1959.
Маннанов Н. М., Яровенко Г. И. [и др.]. Хлопковые севообороты и агротехника хлопчатника. В кн. «Системы ведения сельского хозяйства УзССР». Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1973.
Мельконовицкий И. М. Глубинное геологическое строение территории Приташкентского района Кызылкумов и сопредельных районов по данным геофизических исследований. «Советская геология», 1962, № 2.
Михельсон Б. А., Поярков В. Ф. Мелиоративное состояние земель в зоне командования Кировского канала. В кн. «Материалы по производительным силам УзССР», вып. 15. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1960.
Михельсон Б. А., Поярков В. Ф. О рассолении земель освоенной зоны Голодной степи. В кн. «Материалы по производительным силам УзССР», вып. 16. Ташкент, Изд-во «Наука» УзССР, 1964.
Николаев В. А Пустыни Средней Азии и Южного Казахстана в четвертичном периоде. В кн. «Четвертичный период», т. 2, Изд-во МГУ, 1965.
Наливкин Д. В. Палеогеография Средней Азии в кайнозойскую эру. В сб. «Изв. Геолкома», т. 47, 1928, № 2.
Озерский Е. И. Опыт орошения и освоения Голодной степи. В кн. «Тезисы докладов на научно-техническом совещании по итогам мелиоративных исследований в Голодной степи». Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1971.
Панков М. А. Почвы Голодной степи. В кн. «Материалы по производительным силам УзССР», вып. 6. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1957.
Панков М. А. Процессы засоления и рассоления почв Голодной степи. МСХ УзССР, Ташкент, 1962.
Панков М. А. Засоленные почвы УзССР и пути их мелиорации. В кн. «Проблемы использования земельно-водных ресурсов Узбекистана». Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1969.
Панков М. А. Почвоведение. Ташкент, Изд-во «Ўқитувчи», 1970.
Панков М. А. Мелиоративное почвоведение. Ташкент, Изд-во «Ўқитувчи», 1974.

Перельман А. И. Процессы миграции солей на равнинах восточной части Туркмении и Западного Узбекистана в неогене. Труды Ин-та геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии, вып. 25. М., Изд-во АН СССР, 1959.
Попов К. В. Мелиоративные каналы. М., Изд-во «Колос», 1969.
Пушкарева З. П., Якубов Х. Закономерности формирования запасов солей в верхней толще четвертичных отложений и их роль в орошении. Труды САНИИРИ, вып. 118, Ташкент, 1969.
Пушкарева З. П. Районирование земель нового орошения Голодной степи по первичным запасам легкорастворимых солей. «Вопросы гидротехники», вып. 30. Ташкент, 1969.
Рамазанов А., Батурин Г., Лазаридис В. Изменение водно-солевого режима новоосваиваемых земель под влиянием дренажа и промывок. Труды САНИИРИ, вып. 118. Ташкент, 1969.
Рафиков А. А. Природно-мелиоративная оценка сельскохозяйственных земель Голодной степи. В кн. «Географические основы освоения пустынь и гор Узбекистана». Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1974.
Решеткин М. М. Гидрогеологический очерк Голодной степи. В кн. «Материалы по гидрогеологии УзССР», вып. 4. Ташкент, 1932.
Решеткина Н. М. Гидрогеологические основы проектирования вертикального дренажа в Голодной степи. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1960.
Решеткина Н. М., Пушкарева З. П. Наблюдение за солевым профилем покровных суглинков и минерализацией откачиваемых вод на опытно-производственном участке вертикального дренажа в совхозе «Социализм». «Вопросы гидротехники», вып. 9. Ташкент, 1962.
Решеткина Н. М., Барон В. А., Якубов Х. Вертикальный дренаж орошаемых земель. М., Изд-во «Колос», 1966.
Решеткина Н. М. Работа коллекторно-дренажной сети в Голодной степи. В кн. «Эксплуатация оросительных систем и ее улучшения». Труды ВАСХНИЛ. М., Изд-во «Колос», 1971.
Решеткина Н. М., Духовный В. А. Сравнительная эффективность вертикального и горизонтального дренажа. «Гидротехника и мелиорация», 1974, № 1.
Розанов А. Н. Почвы Голодной степи. В кн. «Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации». М., Изд-во АН СССР, 1948.
Розанов А. Н., Панков М. А. Динамика пространственного развития вторичного засоления почв в Голодной степи. В кн. «Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации», М., Изд-во АН СССР, 1948.
Рубанов И. В. К условиям накопления современных солевых отложений Узбекистана, «Узб. геол. журн.», 1963, № 5.
Рухин Б. Л. Основы общей палеогеографии. Л., Изд-во «Недра», 1962
Рыжков О. А., Ибрагимов Р. Н., Юрьев А. А. Ташкентско-Голодностепская впадина. В кн. «Тектоника и нефтегазоносность мезокайнозоя Узбекистана». Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1962.
Сабиров А. Г., Броницкий Н. И. Опыт эксплуатации скважин вертикального дренажа в Голодной степи. «Гидротехника и мелиорация», 1973, № 6.
Сикстель Т. А. К истории развития наземных флор палеозоя и мезозоя на территории Средней Азии. Труды ТашГУ, вып. 180. Ташкент, 1961.
Сикстель Т. А., Худайбердыев Р. О флорах прошлого Средней Азии. В кн. «Палеоботаника Узбекистана», т. I. Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1968.
Синицын В. М. Палеогеография Азии. М.—Л., 1962.
Синицын В. М. Древние климаты Евразии, ч. I и II. Изд. ЛГУ, 1965, 1966.
Скворцов Ю. А. Элементы новейших тектонических движений Узбекистана. Труды САГУ, новая серия, вып. XII, кн. I. Ташкент, 1949.
Скворцов Ю. А. Новейшие тектонические движения в бассейне р. Сырдарьи. В кн. «Современные движения земной коры». Сб. № 1. М., Изд-во АН СССР, 1963.

Слядиев А. Ф., Ганиев К. Г. Поверхностный сток северного склона Туркестанского хребта. «Узб. геол. журн.», 1965, № 2.
Смирнова Н. В. Климатический очерк района работы экспедиции в совхозе «Пахта-Арал». Труды ТГО, вып. 39 (101). Л., Гидрометеоиздат, 1953.
Спиридонов М. Д. Голодная степь Самаркандской области. Труды Главного Ботанического сада АН СССР, т. 35, Петроград, 1921.
Справочник по климату СССР, вып. 19, ч. IV. Узбекская ССР. Л., Гидрометеоиздат, 1967.
Страхов Н. М. Основы теории литогенеза, т. I, 2. М. Изд-во АН СССР, 1962.
Сучков С. П., Зимина Н. И. [и др.]. Почвы Голодной степи и их агрономическая характеристика. МСХ УзССР, Ташкент, 1961.
Татур О. П. О соотношении проектных и фактических дебитов системы вертикального дренажа. Труды ТИИИМСХ, вып. 59, Ташкент, 1973.
Тетюхин Г. Ф. Основные черты геологического развития в четвертичный период. В кн. «Стратиграфия Узбекской ССР», т. 2. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1966.
Туляганов Х. Т. Гидрогеологические основы освоения земель предгорных равнин южной части Голодной степи в УзССР. Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1971.
Федоренко О. А. К палеогеографии и истории геологического развития восточных Кызылкумов в меловое время. Труды ТашГУ, вып. 251, Ташкент, 1964.
Федоров Б. В. Зависимость режима грунтовых вод от орошения и вопросы мелиорации солончаков в условиях Голодной степи. «Вестник ирригации», 1930, № 8.
Федоров Б. В. Пути создания и обеспечения мелиоративного благополучия земель Голодной степи. В кн. «Материалы по производительным силам УзССР», вып. 16. Ташкент, Изд-во «Наука» УзССР, 1964.
Федорович Б. А. Вопросы палеогеографии равнин Средней Азии. Труды Ин-та географии АН СССР, вып. 37. М., 1946.
Федорович Б. А. Древние реки в пустынях Турана. В кн. «Материалы по четвертичному периоду СССР», вып. 3. М., Изд-во АН СССР, 1952.
Хасанов А. С. Условия формирования химического состава подземных вод Голодной степи. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1968.
Ходжибаев Н. Н., Анорбаев С. А. Взаимосвязь грунтовых вод с напорными в Голодной степи. Труды ВСЕГИНГЕО, вып. 10. М., Изд-во «Наука», 1964.
Ходжибаев Н. Н., Алимов М. С. Региональный водно-солевой баланс Голодной степи. Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1966.
Ходжибаев Н. Н. Гидрогеолого-мелиоративное районирование. В кн. «Материалы международного совещания по ирригации и вертикальному дренажу». Ташкент, 1967.
Ходжибаев Н. Н. Гидрогеолого-мелиоративные условия орошаемых и подлежащих орошению земель. В кн. «Гидрогеология СССР», т. 39. М., Изд-во «Недра», 1971.
Ходжибаев Н. Н. Условия применения вертикального дренажа в орошаемых районах Узбекской ССР. В кн. «Условия применения вертикального дренажа в орошаемых районах СССР», ч. II. Труды ВСЕГИНГЕО, т. 30. М., Изд-во «Недра», 1973.
Чичасов В. Я., Изюмов В. В., Носенко В. Ф., Штокалов Д. А. Техника полива сельскохозяйственных культур. М., Изд-во «Колос», 1970.
Шленкин А. И. Опыт эксплуатации горизонтального и вертикального дренажа в зоне старого орошения Голодной степи. В кн. «Эксплуатация оросительных систем и пути ее улучшения», М., Изд-во «Колос», 1971.
Юрьев А. А. Четвертичные отложения Голодной степи. В кн. «Стратиграфия Узбекской ССР», т. 2. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1966.
Юрьев Ф. Н. Особенности мелиорации и орошения земель. «Хлопководство», 1973, № 2.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
Глава I. Развитие природной среды Голодной степи в кайнозое . . 5
Палеоландшафты доальпийского орогенезиса и их унаследованные черты 5
Главные факторы и этапы развития природных комплексов в кайнозое 11
Глава II. Современные природные факторы и процессы, определяющие мелиоративное состояние орошаемых земель 23
Рельеф и литологический состав отложений 23
Природные процессы мелиоративного значения 31
Климатические условия 31
Поверхностные воды 36
Грунтовые воды и их режим 38
Почвы и их солевой режим 47
Глава III. Влияние орошения на мелиоративное состояние земель . 57
Природно-мелиоративные условия Голодной степи до орошения. 57
Динамика мелиоративного состояния староорошаемой зоны Голодной степи 60
Освоение новой зоны Голодной степи и характер изменения мелиоративного состояния земель 68
Глава IV. Природно-мелиоративная оценка земель для мелиорации . 74
Принцип природно-мелиоративной оценки территорий и понятие «природно-мелиоративный комплекс» 74
Количественная и качественная оценка природных критериев важного мелиоративного значения 79
Природно-мелиоративная оценка территорий, пригодных для регулярного орошения 96
Глава V. Природно-мелиоративное районирование освоенных и подлежащих орошению земель 123
Глава VI. Прогноз развития природно-мелиоративных комплексов новоорошаемых земель 144
Заключение 152
Литература 155

Утверждено к печати
Отделением наук о Земле Академии наук УзССР

Асом Алимович Рафиков

ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Редактор О. Н. Мерхалева
Художник П. Н. Хапилин
Техред В. Тарахович
Корректор О. Вахнина

Р05213-. Сдано в набор 24/XII-75 г. Подписано к печати 14/I-76 г. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага тип. № 1. Бум. л. 5,0 Печ. л. 10,0 Уч-изд. л. 11,0 Изд. № 1607. Тираж 800. Цена 1 р. 20 к.

Типография издательства «Фан» УзССР г. Ташкент, проспект М. Горького, 79. Заказ 304
Адрес издательства: г. Ташкент, ул. Гоголя, 70.