МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ им. В. Д. ЖУРИНА
„САНИИРИ"

ТРУДЫ

СРЕДНЕАЗИАТСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ИРРИГАЦИИ им. В. Д. ЖУРИНА

Выпуск
113

ОРОШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ

ТАШКЕНТ — 1967

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ им. В. Д. ЖУРИНА
САНИИРИ

Т Р У Д Ы

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ СРЕДНЕАЗИАТСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ИРРИГАЦИИ им. В.Д.ЖУРИНА

Выпуск
113

Орошение земель

Ташкент 1967

УДК 626.81

В сборнике даются количественные характеристики возвратных вод главнейших рек бассейна р.Амударьи с целью практического их использования в водном хозяйстве; освещаются проблемы машинного орошения в Узбекистане (ввод в эксплуатацию насосно-оросительных станций на Аму-Бухарском и Аму-Каракульском каналах) с переходом от менее экономичных дизельных агрегатов к электрифицированным ; предоставляется принципиальная схема размещения основных средств механизации водоподъема на основных пустынных пастбищных массивах Узбекистана; дается качественная и количественная оценка коллекторно-дренажных и грунтовых вод Ферганского оазиса, предлагается метод их использования на современном этапе развития сельского хозяйства; даются обобщения и анализ основных технико-экономических показателей работ по очистке от наносов гидромелиоративных систем Уз ССР и КК АССР.

Книга рассчитана на научных работников, сотрудников проектных, строительных и эксплуатационных организаций области гидротехники и мелиорации.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР Н.Т. ЛАКТАЕВ

В.П.СВЕТИЦКИЙ

ВОЗВРАТНЫЕ ВОДЫ В ВЕРХОВЬЯХ р. АМУДАРЬИ

В В Е Д Е Н И Е

Орошаемое земледелие имеет свою многовековую историю. Зачатки ирригации в Средней Азии уходят далеко в глубь истории. Еще в УП-У вв. до н.э. в низовьях рек Амударьи и Сырдарьи построены крупные ирригационные каналы и системы. В этом районе в разное время орошалась площадь до 4 млн. га. Известны и другие древние каналы в бассейнах рек Вахша, Нарына, Карадарьи и др. Некоторые из них действуют и по настоящее время.

Еще в те далекие времена древние ирригаторы понимали, что кроме естественных водных ресурсов, поверхностных и подземных, имеются и другие, вместе с грунтовыми водами образующие возвратные воды повышенной минерализации. Они известны под названием "Карасу".

На землях древнего орошения,кроме оросительной сети,существовала также "Заурная" сеть, предназначенная для отвода и последующего использования возвратных вод.

Возвратные воды - это водные ресурсы,учтенные ранее при заборе воды на орошение и вновь поступившие в естественную (реки) или искусственную (ирригационные каналы) гидрографическую сеть или в природные понижения (моря,впадины). Изучение возвратных вод - важный раздел научно-технических дисциплин, таких как инженерная и мелиоративная гидрология, инженерная, а также мелиоративная гидрогеология, водное хозяйство и водохозяйственные расчеты и др. Каждая из них в известной мере касается возвратных вод, давая им свое (иногда не всегда

точное) название и оценивая их методами и приемами, свойственными этим дисциплинам.

Роль возвратных вод в хозяйстве , в частности, когда они составляют от нескольких до 50-60 процентов от количества воды, забираемой на орошение, очень велика. Если же их сопоставить с водными ресурсами рек, интенсивно используемыми на орошение, то они могут составить I/4 и даже I/3 часть от последних. Следовательно, возвратные воды в народном хозяйстве орошаемых районов заслуживают серьезного внимания и для обеспечения правильного планирования их использования и изучение их должно быть поставлено наравне с исследованием естественных водных ресурсов.

В данной работе в краткой форме изложены результаты исследований возвратных вод в верховьях р.Амударьи, в зоне формирования ее стока.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БАССЕЙНА р.АМУДАРЬИ

По физико-географическим условиям бассейн р.Амударьи разделяется на две резко различающиеся части: восточную - водосбор реки и западную, бессточную - область потерь и расходования стока реки. Водосборная площадь бассейна (для створа ниже последнего притока Ширабаддарьи) составляет 226.800 км^2, а включая водосборы рек Зарафшана и Кашкадарьи, превышает 255000 км^2.

Горная часть бассейна, включающая Памир, представляет типичную горную страну, расположенную в среднем на высоте 2500 м, с величайшими вершинами в СССР. Мощные горные хребты достигают 5000-5500 м, а отдельные вершины их - 6000-7000 м.

Рассматриваемая часть бассейна характеризуется широким распространением вечных снегов и оледенения, сюда же входит и величайший в мире ледник Федченко.

Реки Пяндж, Вахш, Кокча, Зарафшан и сама Амударья, берущие начало с наиболее возвышенной части бассейна, относятся к рекам ледниково-снегового питания; Яхсу , Кзылсу, Кафирниган, Сурхандарья, Кашкадарья и Кундуздарья, истоки которых начинаются с более пониженных склонов горной области, - реки снегово-ледникового питания.

Широко развитая гидрографическая сеть сосредоточена главным образом в горной части водосбора.

Западная, бессточная, часть бассейна представляет собой низменные равнинные пустыни с малым количеством осадков (до 100 мм) с полным отсутствием гидрографической сети, за исключением транзитного участка главной реки и ирри-

гационных каналов. Горная часть, в пределы которой входят многочисленные высокогорные хребты, имеет разнообразное геологическое строение.

Высокогорье Памира - глубоко расчлененная область со сложным скалистым рельефом - имеет отдельные гряды , значительно возвышающиеся над долинами и ущельями. Вершины горных хребтов покрыты вечными снегами и ледниками.Коренные породы горных гряд представлены мощными сильно дислоцированными толщами палеозоя.

Каратегинский хребет так же сильно изрезан многочисленными реками и ущельями. В отличие от хребтов Памира, он сложен сильно дислоцированными, зажатыми между палео - зоем, песчано-глинистыми отложениями, легко размываемыми поверхностным стоком, что значительно обогащает твердый сток рек. По дну рек распространены галечниковые отложения.

Гиссарский хребет в осевой части сложен кристаллическими породами, преимущественно гранитами, а по окраинам - сильно дислоцированными мраморовидными известняками и сланцами палеозоя значительной мощности со сложными условиями залегания. Рыхлые четвертичные отложения развиты слабо и представлены сравнительно редкими и небольшими осыпями у подножий гор и по дну речных долин и ущелий.Вершины хребта покрыты снегами и ледниками.

В пониженных частях водосбора развиты меловые и третичные отложения. Третичные слагают также возвышенную северо-западную часть Каракумов. В юго-восточных Караку-

мах и по правому берегу Амударьи и Кызылкумах.эти отложения встречаются в виде останцевых бугров. Послетретичные отложения выполняют долины рек, а также встречаются в пониженных местах предгорий и пустынях Кызылкумы и Каракумы.

Почвенный покров бассейна Амударьи отличается значительной пестротой и разнообразием. В предэлах равнинно-пустынной части наибольшую площадь занимают пески, среди которых встречаются засоленные почвы и солончаки. В долине р.Амударьи распространены культурно-поливные почвы.

Растительный покров равнины представлен главным образом пустынной флорой. Весной в песках бурно растут эфемерные однолетние травы,сменяющиеся летом редкими кустарниками солянок (галафитов). В поймах рек пустынной части бассейна развита тугайная растительность из тама - риска, разнолистного тополя, тростников и других видов растений.

В предгорных и горных частях (до I500 м)бассейна встречаются преимущественно эфемерные однолетние травы,а в речных долинах - тугайные леса.

В горной области (I500-3000 м) наблюдается чередование горной и степной растительности. Выше 3000 м до области снегов - пояс горно-альпийской флоры, представлен травяно-луговыми формами.

Климатические условия бассейна Амударьи очень разнообразны. Высокогорная часть водосбора имеет резко континентальный климат с чрезвычайно большим суточным и годовым

колебанием температур, с суровой зимой (температура снижается до -46°C) и малым количеством осадков (до 75 мм).

В предгорьях и периферийных горных частях бассейна климат несколько смягчается, увеличивается количество осадков, разность температур уменьшается.

В равнинно-пустынной части бассейна черты континентального климата вновь проявляются очень ярко: отмечаются большие амплитуды колебания суточных и годовых температур, малое количество осадков, незначительная облачность, жаркое сухое лето и суровая зима.

Наиболее жаркая часть бассейна Амударьи - участок от г.Термеза до г.Керки.

Среднегодовая температура в бассейне колеблется в очень широких пределах - от I7,3°C (Термез) до -I0°C (Памирский пост). Максимальная температура достигает 49,5°C (Термез), минимальная - 46,7°C (Памирский пост).

Максимальное суточное количество осадков в периферийных и горных участках равно I00 мм и более в равнинно-пустынной части от 26 до 35 мм.

Снежный покров в равнинной части крайне неустойчив и колеблется в пределах нескольких сантиметров.

В равнинной части бассейна, особенно в зимний период, преобладающими ветрами являются северные и северо-восточные. В среднем течении Амударьи (Термез-Керки) известен гармсиль ("афганец") - горячий ветер, чрезвычайно губительный для растительности, дующий со стороны Афганистана.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Возвратные воды, так же как поверхностные и подземные имеют свои бассейны питания. Здесь это понятие имеет несколько иное содержание,чем водосборный бассейн естественных водотоков, где сток собирается сначала в мелкую гидрографическую сеть, затем поступает в более крупную и далее в реки. При этом сток формируется главным образом поверхностным путем.

В бассейнах же питания возвратных вод процесс формирования стока происходит следующим образом. Оросительная вода подается сначала в магистральные и крупные каналы и далее разводится в мелкую и мельчайшую оросительную сеть вплоть до полей, охватывая всю орошаемую территорию. При этом сток возвратных вод формируется в основном подземным путем. Классификация на различные типы бассейнов производится в зависимости от природных условий (геологических, гидрогеологических,почвенных, рельефа и др).

На наш взгляд, бассейны питания возвратных вод следует разделять на следующие три типа.

П е р в ы й т и п - бассейны с поступлением возвратных вод в естественную и искусственную гидрографическую сеть (реки, лога, каналы, сбросы, коллекторы, дрены) на территории в пределах командования оросительных систем.Природные условия таких бассейнов характерны для орошаемых территорий, расположенных на конусах выноса рек с мощными аллювиальными отложениями в их вершинах, которые уменьшаются к

периферии, прикрыты мелкоземами и подстилаются непроницаемыми или слабопроницаемыми горными породами.

Второй тип - бассейны с возвратными водами, поступающими в русла рек и каналов на нижележащие орошаемые или неорошаемые территории. По устройству рельефа бассейны этого типа представляют слабоволнистую покатую равнину в долинах рек и межгорных котловинах, сложенных отложениями средне- и слабопроницаемых пород с водоупорами на значительных глубинах. Бассейны данного типа широко распространены в орошаемой зоне Средней Азии.

Третий тип - бассейны с возвратными водами, погружающимися на большую глубину и уходящими на значительные расстояния от своих источников питания. В этом случае возвратные воды имеют выходы в отдельные водоемы (моря, озера), впадины или заболоченные пространства, или расходуются на питание подземных вод. Подобные бассейны представляют слабоволнистую или плоскую равнину в степях, или полупустынях, сложенную мощными отложениями мелкоземов слабой водопроницаемости.

В данном случае возвратные воды не потеряны для зоны их формирования или нижележащих земель, они только не имеют свободного выхода на поверхность, и для их пользования необходимо осуществление соответствующих технических мероприятий.

Независимо от типа бассейна возвратные воды подразделяются на русловые, поступающие непосредственно в реки, как в естественные дрены, и внутрисистемные, формирующиеся в зонах командования оросительных каналов и отводимые по

крупным коллекторам и сбросам в реки. Эти воды нередко вновь используются в пределах системы на орошение и их иногда называют повторноиспользуемыми.

В формировании стока возвратных вод принимает участие большое число факторов. Главнейшими из них, на наш взгляд, являются гидрологические, гидрогеологические и водохозяйственные.

Для оценки роли этих факторов необходимы материалы, перечень которых излагается ниже.

Гидрологические данные необходимы для характеристики речного стока, формирующегося под влиянием сложного взаимодействия различных факторов: климатических, геоморфологических, гидрогеологических, почвенных, ботанических и др.

В данном случае нас интересует не генетический анализ условий формирования стока, а его количественные и качественные характеристики. Это прежде всего материалы непосредственных наблюдений за весь период : стоковые характеристики, в виде среднемесячных расходов и горизонтов воды, кривые расходов воды. Исходные данные необходимо предварительно анализировать с целью установления степени их достоверности. Сказанное выше относится как к опорным станциям УГМС на реке и ее притоках, так и к постам эксплуатационной гидрометрии на водных источниках.

Метеорологические данные собираются и обрабатываются за тот же период, что и гидрологические по тем элементам, которые необходимы для определения испарения с вод-

ной поверхности и с суши (температура, ветер, влажность, дефицит влажности, материалы актинометрических наблюдений).

Орошаемое земледелие в современных условиях базируется в основном на поверхностном стоке речных систем, ресурсы которых - решающий фактор в развитии орошения. Они характеризуются стоковыми данными (ряды за многолетний период), внутригодовым распределением стока и изменчивостью его величин по годам и за фазы (паводок,межень).

Гидрогеологические условия характеризуют среду,в которой формируются возвратные воды. Это литология горных пород, их фильтрационные свойства, грунтовые воды и их режим. Фильтрационные воды с орошаемых земель, попадая в зону аэрации, вступают во взаимодействие с грунтовыми, и далее образуется единый поток грунтовых вод.

Определяющие компоненты здесь - количественная и качественная характеристики объёмов (запасов) и химического состава грунтовых вод, их изменчивость внутри года и по годам.

Геологические и гидрогеологические материалы представляются в виде геоморфологических и литологических характеристик исследуемой территории с подробным освещением зоны аэрации, а также данных гидрорежимных наблюдений по скважинам, шурфам и колодцам за уровнями воды и по химическому составу её. Последние должны достаточно полно освещать бассейн питания возвратных вод как по количеству пунктов наблюдений, так и по продолжительности ряда ; же-

лательно, чтобы он соответствовал гидрологическому ряду.

Водохозяйственные условия складываются из :

а)методов орошения и способов полива ;

б)водопотребления на орошение основных сельскохозяйственных культур, а также на промывку засоленных земель ;

в)водозаборов в целом по системе ;

г)к.п.д. каналов всех степеней и систем ;

д)сбросов с полей орошения ;

е)отборов воды из сбросов и коллекторов на орошение (повторное использование).

Водохозяйственные материалы должны содержать сведения об орошаемой площади, составе культур, их динамике (общая характеристика орошаемой территории); об оросительной сети - водозаборных сооружениях, ирригационной сети и динамике её развития ; о гидромелиоративной сети и этапах её развития, режиме работы (количественные и качественные характеристики стока), а также располагать результатами расчетов русловых балансов по ирригационным системам и их частям.

Перечисленные характеристики главнейших факторов в разной степени используются при анализе формирования стока возвратных вод. Однако не все они могут быть выражены количественно, что особенно важно для установления связей стоковых характеристик возвратных вод с определяющими факторами. Полагаем, что на данной стадии изучения возвратных вод оценку их можно произвести лишь приближенно. Поэтому число характеристик можно сократить до минимума.

По нашему мнению, следует оперировать со следующими из них:

I)стоковыми данными по источникам орошения (фазовыми, годовыми и многолетними) ;

2)заборами воды на орошение в вегетационный период и на промывки в невегетационный ;

3)потенциальными ресурсами возвратных вод (как произведение водоподачи в системы на $(1-\eta)$, где η их к.п.д., включая кпд орошаемых полей.

4)изменением фазовых и годовых запасов (объёмов) грунтовых вод в зоне непосредственной связи их с речной, оросительной и коллекторно-дренажной сетью, а также основных показателей химического состава естественных,дренажных и грунтовых вод за фазы и годы.

В свете вышеизложенного перед мелиоративной наукой предстоит серьезная и большая работа по созданию методики исследований возвратных вод. В данной статье освещаются только вопросы,связанные с приближенной количественной их оценкой, рассматриваются методы оценки внутрисистемных и русловых возвратных вод.

Внутрисистемные возвратные воды оцениваются по данным натурных наблюдений и расчетным путем. Существующая сеть постов эксплуатационной гидрометрии ММ и ВХ на коллекторах и дренах немногочисленна. На многих коллекторах учет стока совершенно отсутствует. Но и при наличии учета продолжительность наблюдений небольшая и качество материалов невысокое. Наблюдения других ведомств, как правило, также охватывают короткие периоды.

Указанные обстоятельства значительно затрудняют решение задачи. Возникает необходимость при определении стоковых характеристик применять расчетные приемы и методы в увязке с имеющимися натурными данными. Они базируются на методе водного баланса участка с использованием гидрометеорологических и гидрогеологических, водохозяйственных и других материалов. Опыт показывает, что при правильно выбранных исходных данных результаты расчетов хорошо увязываются с натурными величинами. Как в натурные,так и расчетные характеристики дренажного стока следует вво - дить коррективы на поверхностный сброс с полей I0-I5% от поливных и оросительных норм нетто) и на повторное использование дренажных вод для орошения.

При наличии возможности необходимо немедленно организовать натурные наблюдения и работу строить в двух направлениях: наладить количественный и качественный учет по замыкающим створам на главных и крупных коллекторах и начать изучение условий формирования дренажного стока на опытных (типовых) участках.

Полученные количественные характеристики внутрисистемных возвратных вод нужно подвергнуть генетическому анализу, в результате которого должно быть установлено соотношение составляющих, т.е. собственно возвратных вод и грунтовых. Для этого отыскиваются связи между режимами возвратных вод, орошения и грунтовых вод. Задача может быть также решена методом ЭГДА, как для площадной фильтрации. Эта часть работы весьма ответственная и кропотливая. Она позволяет дать объективную количественную оцен-

ку внутрисистемных возвратных вод.

Русловые возвратные воды. По природным условиям большинство рек Средней Азии - естественные дрены для окружающей территории. Подземный приток в реки играет большую роль в их режиме, он складывается из грунтовых и возвратных вод с орошаемых земель. Эти воды, образуя подземный поток, питают реки в течение всего года, особенно интенсивно в меженный период, являясь нередко единственным источником их питания. Следовательно дать непосредственную оценку русловым возвратным водам весьма трудно.

В практике гидрологических и водохозяйственных расчетов выработались приемы совместной оценки в виде ресурсов "дополнительных" вод с последующим разделением на две составляющие. Полагаем,что такой подход достаточно обоснован, и его следует сохранить для удобства дальнейшего рассмотрения вопроса.

Дополнительные воды могут быть количественно оценены методом руслового баланса. Поскольку этот метод общеизвестен, нет необходимости в его описании. Однако,при исследовании дополнительных вод следует уделить достаточное внимание выявлению и оценке всех элементов как приходной, так и расходной частей баланса.

По нашему мнению, исследуемые участки рек нужно делить на три группы: предгорные, долинные, устьевые ; каждая из них имеет свои особенности в расчетах.

Так, в первой в приходной части руслового баланса содержатся следующие элементы: расходы воды во входных створах, поступление её в русло рек по сбросам, коллекторам

и дренам и боковая приточность, неучтенная гидрометрически. В расходную же часть соответственно входят отборы воды на орошение и другие нужды и расходы её в выходном створе участка.

Во второй группе из приходной части исключается боковая приточность, так как она в большинстве случаев отсутствует или ничтожно мала ; состав расходной части сохраняется.

В третьей группе, куда относятся транзитные участки рек, низовья и устья, в приходной части также отсутствует боковая приточность, но зато в расходную добавляются русловые потери. Эта группа характерна тем, что исследуемые участки не только не являются естественными дренами, а занимая командное положение над прилегающей территорией, теряют часть стока на фильтрацию из русла реки.

Так как большая часть элементов руслового баланса общеизвестна и определяется из материалов фактических наблюдений, остановимся лишь на боковой приточности и русловых потерях.

Боковая приточность - поверхностный и подземный приток в русле реки (по мелким и временным водотокам и русловое выклинивание) с площади водосбора, сток, который гидрометрически не учитывается. Боковую приточность возможно оценить постановкой натурных балансовых исследований продолжительностью (не менее 3-5 лет) или же приближенно с помощью аналога, а изменчивость ее по годам и внутригодовое распределение стока устанавливают

на основе анализа данных аналога, режима грунтовых вод, атмосферных осадков и основной реки.

Русловые потери выявляются как остаточный член уравнения руслового баланса, путем расчета или методом ЭГДА.

В результате расчетов руслового баланса получают количественные характеристики приточности по участкам реки, по годам, в среднемесячных величинах (расходах воды или стоках). Русловая приточность положительного знака определяет дополнительные воды как по величине, так и по внутригодовому распределению. В зависимости от наличия материалов и их полноты получаются ряды со стоковыми данными о дополнительных водах продолжительностью достаточной для дальнейших расчетов.

Приточность отрицательного знака соответственно характеризует русловые потери, т.е. расходную статью руслового баланса, которая так же как и приточность может быть представлена рядами стоковых данных.

Знак приточности в течение года может меняться, обычно приточность отмечается в период межени, а потери в паводок.

Как дополнительные воды, так и русловые потери имеют самостоятельное значение для гидрологических и водохозяйственных расчетов. При исследовании же возвратных вод они представляют основу для дальнейших изучений, заключающихся в генетическом анализе дополнительных вод; в результате выделяются составляющие, т.е. возвратные воды и грунтовые. Задача эта весьма трудная, и методика ее ре-

шения пока еще не разработана. Мы предлагаем два способа приближенного решения-расчетами частного баланса подземного регулирования и методом ЭГДА.

Первый из них представляет балансовый расчет зарегулированного стока подрусловой ёмкостью. Он позволяет установить долю подземного питания реки за счет сработки подземного водохранилища. Свое название "частного" баланса он получил потому,что здесь рассматриваются не все элементы водного баланса, а только те, которые участвуют в сработке подрусловой ёмкости.

Метод ЭГДА применяется для выявления различных вопросов фильтрации, в том числе и с поверхности земли - для определения естественных ресурсов грунтовых вод. В данном случае имеется ввиду определение стока грунтовых вод, которые входят как составляющие в сток дополнительных вод. Сущность метода общеизвестна, он широко применяется в фильтрационных расчетах.

Предлагаемый нами метод частного баланса позволит оценить величину грунтового питания реки. Он основывается на следующем: в паводковый период у большинства рек заполняется подрусловая ёмкость в толще аллювиальных отложений, в межень же реки подпитываются из этого подземного водохранилища. Совместный анализ режимов поверхностного и подземного стока Среднеазиатских рек привел к выводу,что подрусловыми водохранилищами производится сезонное и частичное многолетнее регулирование стока, причем, величина последнего зависит главным образом от размера подрусловой ёмкости .

Можно написать следующее уравнение частного баланса для исследуемого участка реки для годового цикла :

$$W_{гп} = W_{а} - W_{и} + W_{п} + W_{пб} - W_{об} - W_{о} \quad м^3/год$$

$W_{гп}$ - грунтовое питание реки ;

$W_{а}$ - объём аккумуляции подземных водохранилищ ;

$W_{и}$ - потери на испарение ;

$W_{п}$ - приток подземных вод через входной створ участка ;

$W_{пб}$ - боковой приток подземных вод ;

$W_{об}$ - боковой отток ;

$W_{о}$ - отток подземных вод через выходной створ участка.

Величины элементов, входящих в уравнение, определяются следующим образом. $W_{а}$ принимается равной русловым потерям на участке за период паводка ; $W_{п} = K \cdot J \cdot \omega \cdot t$ где к-коэффициент фильтрации, J - продольный уклон зеркала грунтовых вод, ω - площадь поперечного сечения створа, t - продолжительность периода. Все характеристики относятся к входному створу, расчет ведется раздельно для периодов паводка и межени, затем результаты суммируются. $W_{пб}$ и $W_{об}$ -определяются аналогично, по соответствующим элементам : первая для периода межени, вторая для паводка.

$W_{о}$ определяется так же, как $W_{п}$ по данным для замыкающего створа участка за годовой период. $W_{и}$ - потери на испарение с поверхности подруслового потока с залеганием грунтовых вод от 0 до I м - рассчитываются общеизвестными методами.

Большинство элементов, входящих в уравнение балан-

са, и их исходные данные могут быть определены лишь приближенно, отсюда и оценка величины $W_{гп}$ приближенна. Дело усложняется еще тем, что в подземном регулировании участвуют переходящие объёмы аккумуляции, как следствие частичного многолетнего регулирования. Использование среднемноголетних данных даст более достоверные результаты. В этом случае можно пренебречь боковым притоком и оттоком и уравнение примет следующий вид :

$$\bar{W}_{гп} = \bar{W}_{а} - \bar{W}_{и} + \bar{W}_{п} - \bar{W}_{о} \quad м^3/год \quad (2)$$

Далее, зная величину грунтового питания, нетрудно определить количество русловых возвратных вод, как разность дополнительных вод и грунтовых в годовых стоках. Внутригодовое распределение русловых возвратных вод устанавливается по режиму дополнительных вод и грунтовых за многолетний период.

Общие ресурсы возвратных вод на исследуемых участках складываются из внутрисистемных и русловых, а в целом по бассейну реки суммированием по всем участкам.

В виду ряда допущений, принимаемых при исследовании возвратных вод, перетока их с верхних участков на нижние и некоторой условности в отнесении к балансовым участкам внутрисистемных возвратных вод, рекомендуется пользоваться осредненными величинами по укрупненным участкам за многолетний период и за группы лет по их водности.

Указанные недостатки не снижают значимости исследований, а позволяют объективно подходить к оценке достоверности полученных результатов.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЗВРАТНЫХ ВОД ГЛАВНЕЙШИХ РЕК БАССЕЙНА р.АМУДАРЬИ

Бассейн реки Вахш. Река Вахш является правой составляющей р.Амударьи. Она берет начало на высоте более 3600 м в восточной части Алайской долины под названием р. Кзылсу. Приняв ряд притоков (наиболее крупный из них р. Муксу) , она приобретает название р. Сурхоб, а после слияния с левобережным притоком - р. Обихингоу, на расстоянии 384 км от устья - называется р. Вахш.

Горная часть бассейна входит в высокогорную Памиро-Алайскую систему. Высокое размещение бассейна над уровнем моря способствует образованию оледенения. Здесь находятся огромные ледники - Федченко, Мушкетова и др.

Долины рек бассейна располагаются между хребтами и представляют собой котловины, занимающие около 18% площади бассейна. Наиболее значительные из них Алайская, по которой протекает р. Кзылсу с многочисленными притоками и Вахшская, размещающаяся почти целиком на левом берегу р. Вахш.

Питание реки смешанное, ледниково-снеговое.Основная масса стока проходит в летние месяцы с максимумом в июле. Река несет много взвешенных наносов.

Годовой сток р.Вахш характеризуется следующими параметрами : по станции Туткаульской среднемноголетний расход воды составляет 647 $м^3$/сек, C = 0,139 ; Сарбантской - 657 $м^3$/сек, C = 0,139.

Минимум годового стока наблюдается в феврале, максимум в июле-августе.

Основная масса стока проходит в летний период (от 76,I до 75,8% годового), на осень приходится 7,8-7,9% , на зиму 7,3-7,4 и на весну 8,8-8,9 .

Основная равнинная часть Вахшской долины располагается по левому берегу и представляет собой серию аккумулятивных террас. Первая и вторая террасы наблюдаются в виде узких (от I-I,5 до 6,0-7,0 км) прерывистых полос левого берега реки и отдельных островков, разделенных рукавами р. Вахш. На поверхности второй террасы имеется много стариц-озер.

Третья терраса имеет наибольшее развитие и занимает основную площадь равнины. Её поверхность издавна используется под орошение. В районе г.Кургантепа ширина ее достигает I8-20 км , к югу она сужается до 3-4 км. От второй террасы ее отделяет уступ высотой 4-6 м. На поверхности третьей террасы находится большое количество чашевидных понижений различной величины и конфигурации. Образование их связано с многолетней очисткой ирригационной сети от наносов. Четвертая терраса развита как в северной, так и южной части долины.

В строении первой, надпойменной, террасы принимают участие суглинки и пески, реже глины и супеси чередуются друг с другом ; ниже залегает толща галечников. Мощность супесчано-суглинистых отложений 0,5 - 2 м. Отложения второй террасы аналогичны.

В строении аллювиальных отложений третьей террасы принимают участие суглинки, супеси, реже глины.Мощность мелкоземистого покрова 2-I0 м. Ниже находятся галечники

мощностью более I00 м .

Отложения четвертой, надпойменной, террасы представлены суглинками, тонкопылеватыми и плотными мощностью до 8 м. Литологию пятой террасы составляют серые лессовидные суглинки, залегающие на галечниках.

В гидрогеологическом отношении Южно-Таджикская депрессия - крупный артезианский бассейн. В породах мезокайнозойского возраста распространены пластовопоровые, пластовотрещинно-карстовые воды.

Водоносность дочетвертичных пород слабая, а вода отличается высокой минерализацией.

В формировании подземных вод аллювиальных отложений большое значение имеют потери из ирригационной сети. Зеркало грунтовых вод залегает близко к поверхности земли и обычно располагается в мелкоземах, перекрывающих пески и галечники.

На I5-20 км севернее г. Кургантепа развивается мощный поток грунтовых вод с единым зеркалом. Он имеет веерообразную форму растекания от вершины конуса выноса и движется на запад и юго-запад. Источником их питания являются фильтрационные потери поверхностных вод, а также приток со стороны внешнего горного обрамления. Здесь наблюдается наибольшая мощность галечника. Отложения конуса выноса переходят в обычные террасы.

Грунтовые воды находятся в толще галечников и в нижней части перекрывающих их мелкоземов. Их зеркало повторяет поверхностный рельеф, определяя этим направление

движения потока в сторону русла.

Глубина залегания грунтовых вод изменяется от 0,0 - 5,0 м на первых двух-трех террасах и нижней части конуса выноса, до 20-40 м на верхних террасах, в средней и верхней частях конуса выноса.

В Левобережной части Вахшской долины, земли которой подвержены засолению, глубина залегания грунтовых вод в среднем 0-5 м. На участке сопряжения Вахшской долины с долиной р.Пяндж наблюдается дренирование грунтовых вод р.Пяндж.

На орошаемых землях верхних речных террас и конусов выноса, где глубина залегания грунтовых вод свыше 3-5 м, наиболее высокое стояние уровня приходится в основном на август-сентябрь с отдельными небольшими сдвигами в ту и другую сторону, минимальное на февраль-март.

Поведение горизонта определяется режимом поверхностных вод. Амплитуда сезонных колебаний уровня определяется режимом поверхностных вод с естественным подземным оттоком грунтовых, она достигает 1-3 м. Аналогичный режим уровня наблюдается в условиях неглубокого залегания грунтовых вод на молодых террасах и в периферической части конуса выноса. Малые показания уровня характерны для большой территории по левобережью Вахша, где сильно развита коллекторно-дренажная сеть, большие - на водораздельных участках с ирригационными каналами.

Вахшскую долину орошают две ирригационные системы - левобережная и правобережная. Левобережная имеет пять водозаборов из р.Вахш : Вахшский магистральный левобережный канал, питающийся от гидроузла Головной ГЭС с про-

пускной способностью 150 м^3/сек , и четыре правобережных канала с машинным водоподъёмом (Сарбант, Кзылкала, Кзылпахтакор и самотечный Янгиабад). Эта система располагает двумя крупными сбросами - Центральным в р.Вахш, на котором имеется ГЭС, и Пянджиским в р.Пяндж.

Общая протяженность оросительной сети левобережной Вахшской ирригационной системы имеет более 2000 км ; дренажно-коллекторной - 1275 км.

Правобережная Шуроабадская оросительная система состоит из магистральногс канала с бесплотинным водозабором из р.Вахш с расходом воды в голове 30 м^3/сек. От магистрали питаются крупные каналы : Аскарышах, Кум, Кат таган, Ходжакала, Караланг и др. Имеется несколько сбросов в правобережный приток Вахша р.Явансу.

В Шуроабадской оросительной системе для отвода дренажных вод имеется коллектор и ряд мелких коллекторов с дренами общей протяженностью около 400 км.

Общая площадь пригодных к орошению земель долины составляет 200 тыс.га (в зоне Вахшской системы 177 тыс. га и Шуроабадской 23).

В мелиоративном отношении Вахшская долина отличается засоленностью земель и грунтовых вод. На землях с близким залеганием уровня грунтовых вод в понижениях наблюдается заболоченность.

Борьба с засолением и заболоченностью ведется посредством промывок и отвода излишних вод по коллекторно-дренажной сети.

Усовершенствование ирригационной и мелиоративной

сети вместе с повышением агротехнических мероприятий обеспечило рост урожайности основных сельскохозяйственных культур, возделываемых на орошаемых землях. Так, урожайность хлопка на землях Шуроабадской системы возросла с 8,8 ц га в 1940 г. до 24,6 ц га в 1961 г.

Исследование возвратных вод производилось, как и для других рек бассейна Амударьи, методом руслового баланса за 13-летний период (1951-1963 гг).

Из рис.1 видно, что русловая приточность в период паводка имеет минимальную величину или даже отрицательный знак (потери) и увеличивается до значительных размеров в межень, однако четкой закономерности в колебаниях русловой приточности не отмечается.

По-видимому, здесь сказывается недостаточно высокая точность стоковых данных на конечных створах участка, которые в значительной степени восстановлены и не имеют параллельных натурных наблюдений. Данные о русловой приточности следует рассматривать как приближенные.

Попытка связать русловую приточность с расходами воды р. Вахш не дала положительных результатов. Предоставилась возможность лишь выявить общую тенденцию увеличения русловых потерь с возрастанием расходов в реке.

Водные ресурсы р. Вахш используются в незначительном количестве - только около 8,5% от естественного стока в створе станции Сарбантской забирается на орошение. Ясно, что и ресурсы возвратных вод несоизмеримо малы по сравнению со стоком реки.

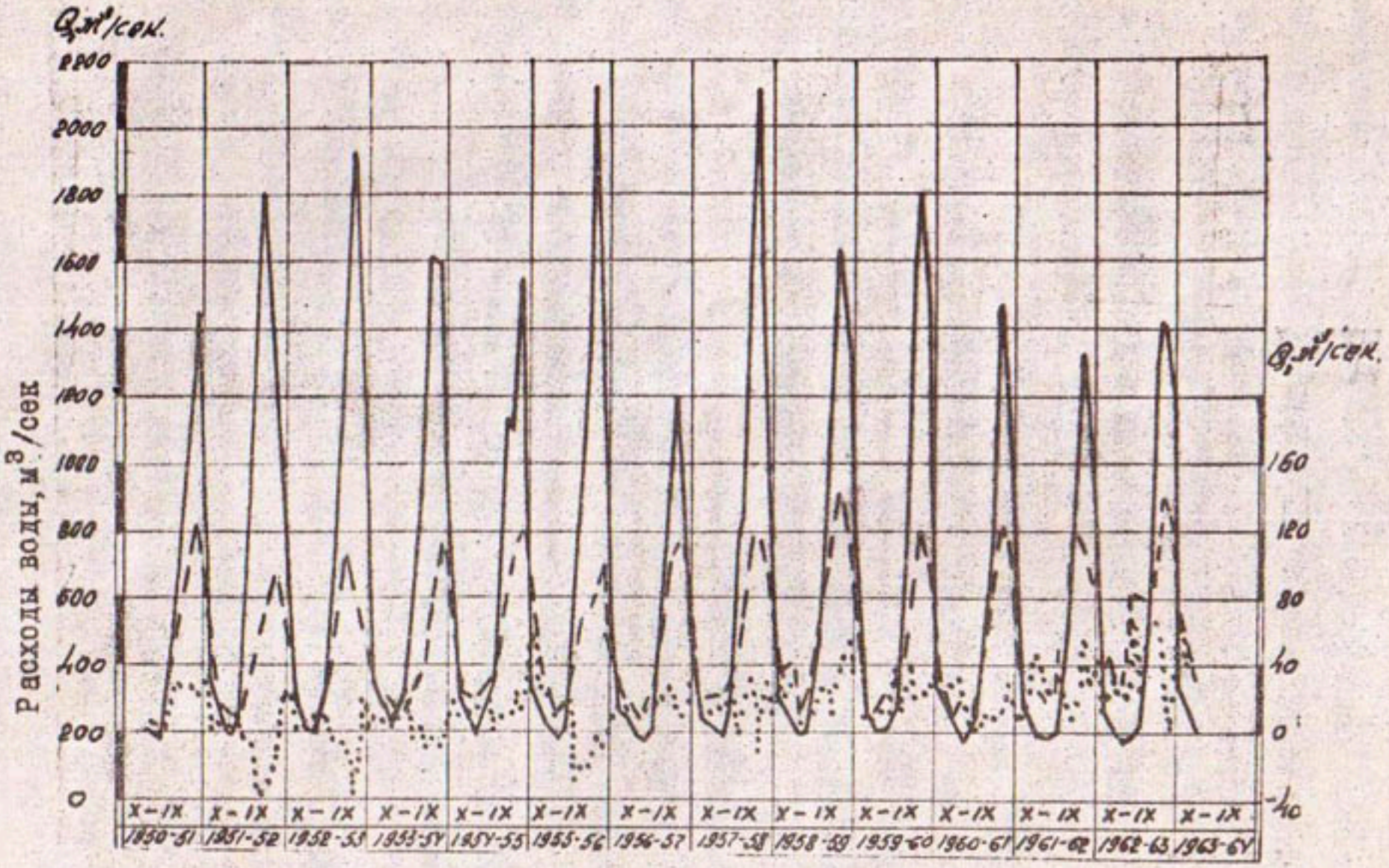


Рис.1. Гидрографы р.Вахш, водозаборов и русловой приточности на участке от ст.Сарбантской до ст.Тигровая балка : —— расходы воды по ст.Сарбант; - - - водозабор на орошение; ... русловая приточность.

Река Вахш на исследуемом участке имеет конус выноса, сложенный аллювиальными отложениями. В его пределах имеется подрусловая ёмкость (300 млн.м^3), которая заполняется фильтрующимися водами реки в паводковый период и опорожняется в межень.

На последующем участке реки, от г.Кургантепа до "Тигровая балка", отмечается русловое выклинивание. Средняя величина русловых потерь составляет 165 млн.м^3,т.е. менее 1% от стока реки : русловой приточности - 511 млн. м^3 или 2,5% от стока реки. Незначительные потери, находящиеся в пределах точности измерений, не могут оказывать серьезного влияния на естественное регулирование стока р.Вахш.

Орошаемые земли Вахшской долины имеют весьма слабую природную дренированность. Следовательно , русловая приточность в значительной степени состоит из дренажно-коллекторных вод. Этот вывод подтверждается данными о суммарном среднем стоке коллекторов на рассматриваемом участке, составляющем 484 млн.м^3 (95% от русловой приточности).

По-видимому, без особой погрешности можно принять среднюю русловую приточность равной среднему стоку возвратных вод. Тогда величина возвратных вод, оцениваемая в 510 млн.м^3 составит 29% или кругло 30% от 1745 млн.м^3 воды, забранной на орошение. Генетически эти воды внутрисистемные. Ниже приведено внутригодовое распределение стока возвратных вод р.Вахш (табл.1).

Таблица I

Показатель	Месяцы						
	X	XI	XП	I	П	Ш	IУ
I	2	3	4	5	6	7	8
Стоки, млн. $м^3$	39,8	30,6	29,I	24	I9,9	34,2	36,7
Процент от годового распределения	7,8	6,0	5,7	4,7	3,9	6,7	7,2

Продолжение табл.I

У	УI	УП	УШ	IX	Среднегодовая
9	I0	II	I2	I3	I4
49,0	52,5	67,3	68,3	58,6	5I0
9,6	I0,3	I3,2	I3,4	II,5	I00

Несмотря на приближенность исходных данных, количественные характеристики возвратных вод в бассейне р. Вахш достаточно хорошо увязываются как с балансовыми расчетами, так и с природными условиями бассейна.

Бассейн р.Кафирниган

Река Кафирниган берет начало из ледников на южном склоне Гиссарского хребта. Общая площадь бассейна II590 $км^2$. Она получает основное питание (80%) на южном склоне Гиссарского хребта, который ограничивает ее бассейн от долины Зарафшана.

Большой удельный вес Гиссарского хребта в питании реки объясняется сравнительно большой высотой его, доступностью влажным воздушным массам и благоприятной ориентацией по отношению к основным воздушным течениям. Кафирниган и крупные ее притоки Варзоб, Ханака и др., стекающие с этого хребта - реки снегово-ледникового питания.

Левый же приток Иляк, берущий начало со склонов, имеющих малую высоту, относится к рекам снегово-дождевого питания и отличается малой водоносностью. Внутригодовое распределение стока соответствует типу питания реки. Увеличение расходов начинается в конце февраля и продолжается до июля (максимум стока). Затем отмечается спад расходов, продолжающийся до января. Половодье проходит с первой декады марта до третьей декады сентября.

Средний многолетний расход р.Кафирниган по станции Чинар равен 95,2 $м^3$/сек, а среднегодовые расходы колеблются от 69,5 (1947 г) до 145 $м^3$/сек (1952 г.). Максимальный расход составил 781 $м^3$/сек (май 1952 г.), минимальный среднемесячный - 15 $м^3$/сек (январь 1947 г.).

Кафирниганская долина расположена в южной части Таджикской депрессии.

По формам рельефа долина подразделяется на горы, узкую предгорную полосу и террасы. Склоны гор изрезаны глубокими ущельями. Высоты хребтов более 2000 м. Из общей площади бассейна Кафирнигана 70% приходится на горную область. Террасы же развиты при выходе реки из гор в Гиссарскую долину, а также в южной ее части.

В геологическом строении района принимают участие

мезокайнозойские образования от юрских до четвертичных. Юрские отложения представлены гипсосоленосными образованиями. Меловые состоят из песчано-глинистых, переслаивающих толщу, конгломератов.

Перечисленные породы находятся в бортах долины по левому и правому берегам. Палеоген сложен известняками, песчаниками, глиной, гипсом. Неогеновые отложения состоят преимущественно из песчано-глинистых переслаивающихся толщ.

Самая высокая терраса в бассейне пятая. Ее отложения фрагментарно сохранились на левом борту долины близ ст.Тартки. Они состоят из типичных лессов и лессовидных суглинков.

Четвертая терраса расположена в основном на правом берегу, на левом она проходит узкой полосой. Ширина террасы от 0,5-I км близ ст.Тартки до 5 км в нижней части долины. В строении террасы преобладает грубообломочный, песчано-гравийный и дресвяно-щебенистый материал с супесью и суглинками. Общая мощность отложений не менее I00-I50 м.

Третья терраса занимает площадь от ст.Чинар вдоль рек Кафирниган, Иляк, Варзоб. Рельеф ее волнистый,изрезан многочисленными саями и оросителями. Терраса сложена (до глубины не менее I00 м) толщей валунно-галечникового и песчано-гравийного аллювиального материала , перекрытого чехлом суглинков, супесей и песков. Водопроницаемость этих пород высока.

. Вторая надпойменная терраса прослеживается узкими полосами по левому и правому бортам реки от ст.Тартки до

ст.Кабла. Она имеет ширину до I,5 км. Поверхность террасы ровная, сложена суглинками мощностью I,5-2 м , ниже которых залегают галечники и пески.

Самую незначительную площадь занимает первая надпойменная терраса. Она распространена к северу и к югу от Макоянабада. Поверхность ее ровная, большей частью покрыта тугайной растительностью.

Пойма вложена в стложения первой террасы. Она состоит из гравийно-обломочного материала, слабосцементированного песками и супесью, мощностью до I м. Ширина поймы I00-200 м.

Поверхность террас (IУ-I) широко используется под орошаемое земледелие.

Грунтовые воды в различных частях территории в зависимости от рельефа находятся на разной глубине . Так на I-П террасах они залегают на глубине I,5-2 м, на Ш - I-2, 2-I2, 3-20, на П - I0-40, I0-25, 30-40, I5-50 м. Наибольшие запасы грунтовых вод сосредоточены в средней части долины Кафирнигана.

Грунтовые воды формируются в основном в результате фильтрационных потерь речных и оросительных вод, инфильтрации осадков и за счет подземного притока со стороны гор.

В верхней части Кафирниганской долины, на нижних террасах, наблюдается постоянная гидравлическая связь с рекой. В районе предгорных равнин, окаймляющих террасовые отложения, такая связь отсутствует.

С начала года уровень грунтовых вод близок к минимальному; в апреле-мае он занимает самое низкое положение.

С мая начинается резкое повышение уровня грунтовых вод,наиболее близко к поверхности земли они подходят в июле,затем горизонт воды постепенно спадает до конца года.

Максимальный расход по реке отмечается в июне ; максимум грунтовых вод проходит со сдвигом на один месяц - в июле.

В нижней части Кафирниганской долины от ст.Тартки до устья на нижних террасах режим грунтовых вод иной. С начала года уровень понижается до минимума (в феврале-марте), затем наступает медленный подъём с максимумом в августе, после чего начинается постепенный спад до конца года.Здесь подъём грунтовых вод происходит со сдвигом на I месяц по сравнению с водоподачей и на 3 месяца при сопоставлении с гидрографом реки.

На средних и частично верхних террасах, где развито орошение, с начала года уровень грунтовых вод снижается и в марте-апреле достигает самого низкого положения. Потом наблюдается резкий подъём до сентября, а затем спад до конца года. В данном случае режим грунтовых вод зависит от водоподачи на орошение и расходов воды в реке.

На верхних террасах и в предгорной области на колебание уровня грунтовых вод влияют осадки и приток этих вод с вышерасположенной зоны.

Р.Кафирниган питает две оросительные системы - Гиссарскую и Нижнекафирниганскую.

Источниками орошения являются сама р.Кафирниган,ее притоки Варзоб, Иляк, Хан ка и др.

Гиссарская оросительная система имеет 25 водозаборов непосредственно из реки, самый крупный из них - Раха-

тинский магистральный канал (до 10 $м^3$/сек), расположенный выше ст.Чинар и Гавкуш (до 20 $м^3$/сек). В 1940 г. построен Большой Гиссарский канал с пропускной способностью около 30 $м^3$/сек ; он подпитывает р.Каратаг водами р.Варзоб. На Варзобе находится 8 водозаборов, на Иляке 11 и 6 сбросов, на Ханаке соответственно 10 и 6. Эта система в 1962 г. имела ирригационную (общая протяженность 1859 км) и коллекторно-дренажную (200 км) сеть.

В 1964 г. длина ирригационной сети увеличилась до 1588 км, а коллекторно-дренажной до 304 км.

Вторая оросительная система - Нижнекафирниганская - имеет 17 каналов с самостоятельными головными заборами из р. Кафирниган и несколько сбросов в реку. Наибольшая пропускная способность каналов 25 $м^3$/сек, наименьшая до 5$м^3$/сек.

Общая протяженность оросительной сети по системе около 250 км. Самые крупные сбросы здесь - коллекторы к-1, с-1, Бешкент и Айвадж, сток которых учитывается гидрометрически, на остальных же такой учет отсутствует.Общая протяженность коллекторно-дренажной сети на 1963 г. составляла 163 км.

Обеими системами орошается площадь,превышающая 75 тыс.га, в том числе под хлопчатником около 55 тыс.га.Возвратные воды в части их количественной оценки исследовались методом руслового баланса с учетом природных условий.

Русловой баланс р. Кафирниган составлен на участке, интенсивно используемом для орошения (от ст.Чинарской до ст.Тартки). Для расположенного ниже участка от Тартки до устья баланс не составили, так как станции работали не

одновременно и восстановить стоковые характеристики было невозможно.

Наиболее достоверны данные о водопотреблении орошаемым земледелием по постам эксплуатационной гидрометрии на водозаборах и отводе вод по крупным коллекторам, имеющиеся с 1950 г. Поэтому расчетный период для руслового баланса принят продолжительностью в 13 лет - 1950 г.- 1964г.

Расчет руслового баланса проиллюстрирован графиком, на котором представлены совмещенный ход суммарных расходов рек Кафирниган, Варзоб, Иляк, Ханака и Лючоб, водозаборов и русловой приточности за весь расчетный период (рис.2). Из этого графика видно, что изменение во времени суммарных расходов рек и водозаборов синхронно.

Максимум общих расходов рек приходится на 1951-1952 гг., 1957-1960 гг. тогда же отмечался и максимум водозаборов.

Русловая приточность находится в обратной зависимости от суммарных расходов рек бассейна Кафирнигана. Она минимальна или имеет отрицательный знак в период паводка, особенно ярко это было выражено в 1950-1951 г г., 1951-1952 и 1955-1956 гг. В остальные годы это явление выражено нечетко. В межень русловая приточность достигает значительных размеров.

Принятые в наших расчетах исходные данные о русловой приточности приближенны, так как водозаборы в каналы и сбросы г реку учитываются недостаточно точно. Однако на основании этих сведений можно судить о русловом балансе р. Кафирниган на участке между станциями Чинар и Тартки.

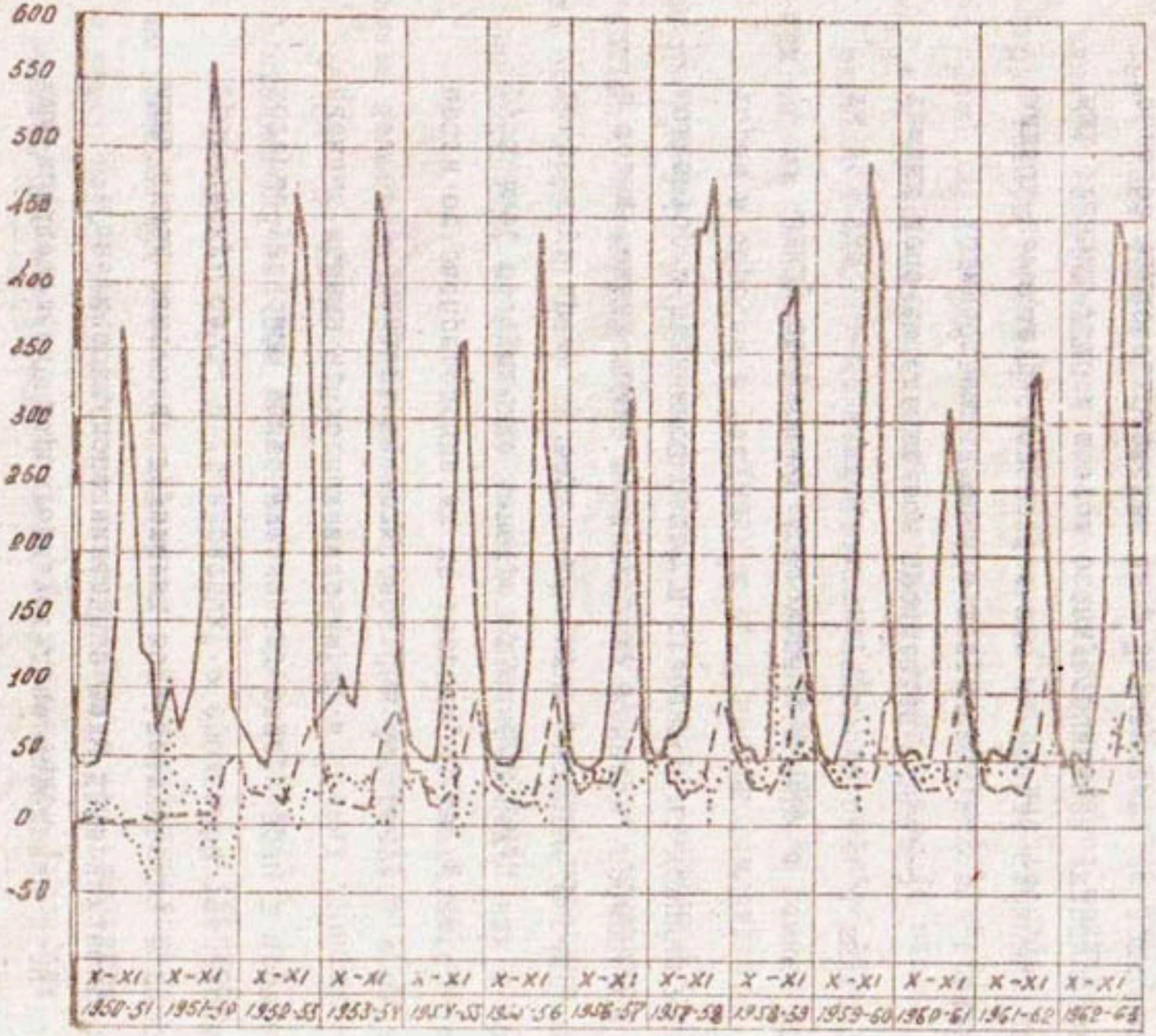


Рис.2. Гидрографы суммарных расходов воды рек бассейна р.Кафирниган, водозаборов и русловой приточности на балансовом участке:
—— суммарные расходы воды рек Кафирниган (ст.Чинар), Варзоб (ст.Дагана-та), Иляк (ст.Нау-бадболо), Лючёб (ст. Лючёб), Ханака (ст. Алибеги);
– – – водозабор на орошение;
••• русловая приточность.

Она количественно характеризует дополнительные воды.

Генетически дополнительные воды Кафирниганской долины складываются из грунтовых вод, поступающих в гидрографическую сеть, и "возвратных" с орошаемой территории, которые уже были ранее учтены при заборе воды в ирригационные каналы из водных источников.

Дополнительные воды бассейна Кафирнигана в зависимости от распределения их по территории разделяются на русловые, поступающие непосредственно в реку, как в естественную дрену, и внутрисистемные, которые формируются в зонах командования оросительных каналов, собираются коллекторно-дренажной сетью и отводятся по крупным коллекторам и сбросам в реку.

Ввиду отсутствия достоверных данных о режиме работы коллекторно-дренажной сети, учет русловых и внутрисистемных дополнительных вод произведен суммарно.

Количественная оценка дополнительных вод производилась методом руслового баланса на основе стоковых данных станций УГМС и постов эксплуатационной гидрометрии - органов водного хозяйства на р.Кафирниган, ее притоках, водозаборах, сбросах и коллекторах.

Ресурсы дополнительных вод определяли для бассейна Кафирнигана так же, как и русловой баланс на участке между станциями Чинар и Тартки по фактическому ряду наблюдений с 1950 по 1963 гг.

Анализ данных о русловой приточности показал,что с 1950 по 1957 гг. расходы ее увеличиваются от 6,16 $м^3$/сек в 1950-1951 гг. до 31,94 $м^3$/сек в 1956-1957 . В последую-

щие 7 лет (1956 - 1963 гг.) русловая приточность стабилизируется, изменяясь в пределах 40-50 м^3/сек при средней величине 48,7 м^3/сек. Данные последних лет более полны и качественны, поэтому в дальнейших расчетах они приняты за основу.

Суммарный сток поверхностных вод рек Кафирниган, Варзоб, Ханака и др. изменяется в пределах 124 - 231,5 м^3/сек среднегодовых расходов при среднемноголетней величине 173 м^3/сек.

Суммарный забор воды на орошение на указанном балансовом участке в период с 1950 по 1957 гг. постоянно увеличивался - от 2,3 до 46,2 м^3/сек среднегодовых расходов, в последние годы он стабилизировался (50,5-56,6 м^3/сек при среднемноголетней 52,4 м^3/сек).

Из расчетов руслового баланса следует, что на данном участке р. Кафирниган имеется устойчивая в течение года русловая приточность, средняя величина ее 46,2 м^3/сек (или 1,37 км^3 в год), что составляет 25% от суммарного поверхностного стока рек на участке. Русловые потери наблюдались только в отдельные месяцы вегетационного периода общим объёмом до 0,8 км^3, но это отмечалось лишь в начальные годы расчетного периода, т.е. с 1950 по 1956 гг., а за последние семь лет русловых потерь не было. По отношению к суммарному среднему стоку рек бассейна Кафирнигана они составляют величину, не превышающую 5%.

При рассмотрении стоковых данных балансового участка видно, что здесь имеются устойчивые ресурсы дополнительных вод, оцениваемые примерно в 1/4 от поверхностного сто-

ка рек бассейна. Генетически эти дополнительные воды складываются из боковой приточности р.Кафирниган и ее притоков и из возвратных вод с орошаемых территорий.

Разделить дополнительные воды на указанные выше составляющие очень трудно, решить эту задачу можно лишь приближенно.

Водосборная площадь рек Кафирнигана, Варзоб,Лючоб , Ханака и Иляк при выходе их из гор в долины составляет 5404 км^2, а р.Кафирниган по ст.Тартки 9780 км^2, т.е. имеется дополнительная водосборная площадь в 4376 км^2 со средневзвешенной высотой I500-I600 м.

Руководствуясь указаниями к расчету речного стока, для этой площади водосбора можно принять средний модуль стока около 5 л/сек/км^2. Тогда боковая приточность с дополнительной площади водосбора по году средней водности составит 22 м^3/сек (или 0,69 км^3 в год). Внутригодовое распределение стока принято по аналогии с мелкими водотоками Иляк, Лючоб и др.

Результаты расчетов боковой приточности приводятся в таблице 2.

Таблица 2

Боковая приточность р.Кафирниган

Показатель	М Е С Я Ц Ы						
	X	XI	XII	I	II	III	IУ
I	2	3	4	5	6	7	8
Среднемесячный расход, м^3/сек	7,5	II,6	II,2	II,2	20,7	54,7	48,0
Сток, млн м^3	20	30	30	30	50	I46	I24
Процент от годового стока	3,3	3,9	4,I	4,7	7,0	2I,2	I8,0

Продолжение табл.2

М Е С Я Ц Ы					
У	УI	УП	УШ	IX	Среднегод.
9	I0	II	I2	I3	I4
54,0	29,0	7,5	3,7	3,9	22,0
I45	75	20	I0	I0	690
20,8	I0,5	2,6	2,0	2,2	I00

Если согласиться с принятой приближенной количественной оценкой боковой приточности реки Кафирниган, то средняя величина возвратных вод (I957 - I963 гг.) составит 2I,7 $м^3$/сек или 0,68 $км^3$ в год, т.е. около 42% от забора воды на орошение за последние семь лет. Но в это количество входят и сбросные воды, долю которых ориентировочно можно оценить в I5% от возвратных. Тогда собственно возвратные воды составят 0,58 $км^3$ в год или 35% от водозабора на орошение.

Внутригодовое распределение возвратных вод определено расчетным путем, ориентируясь на разность стока дополнительных вод и боковой приточности (табл.3) .

Таблица 3

Внутригодовое распределение стока возвратных вод р. Кафирниган

Показатель	М е с я ц ы												
	X	XI	XП	I	П	Ш	IУ	У	УI	УП	УШIX	год	сред.
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
Среднемесячн. расход, $м^3$/сек	28	29	24	I9	I5	-	-	-	-	32	4I	32	I8,4
Сток, млн$м^3$	75	75	64	52	35	-	-	-	-	87	II0	82	580
Процент от годового стока	I3	I3	II	9	6	-	-	-	-	I5	I9	I4	I00

Установленное внутригодовое распределение стока возвратных вод соответствует природным условиям орошаемой территории бассейна Кафирнигана.

Бассейн р. Сурхандарьи

Р. Сурхандарья образуется слиянием рек Тупаланг и Каратаг. Горная часть бассейна занимает площадь 8230 км^2 или 60,5% общей площади бассейна, равнинная 5380 км^2 или 39,5% соответственно.

В приток Сурхандарьи в пределах равнинной части р.Тупаланг впадает р.Дашнабад с притоком Шаргунь, р.Каратаг - реки Акджарсай и Ширкент.

В Сурхандарью справа стекают Сангардак и Ходжа - ипак. Питание реки снегово-ледниковое.

Минимальные расходы воды наблюдаются в сентябре-октябре, затем следует повышение расходов с максимумом в мае. Июньский сток немного меньше майского и, начиная с июля, расходы резко падают.

Средний расход воды в верхнем течении (Денау) составляет 62,4 м^3/сек , в нижнем (Мангузар) 68,2 м^3/сек. Максимальные расходы у Мангузара достигают 700 м^3/сек , у Денау 560 м^3/сек. Среднегодовые расходы колеблются от 31 м^3/сек до 112 м^3/сек.

Долина р. Сурхандарьи сложена четвертичными отложениями - суглинками, супесями, глинами, песками и галечниками. В ее поперечном профиле прослеживаются 4 продольные террасы, не считая поймы. Пойма шириной 0,1-0,3 км сложена суглинками, супесью мощностью 0,5 м. Они подсти-

лаются песчано-гравелистым материалом.

Первая надпойменная терраса шириной I-5 км имеет так же суглинисто-супесчаную кровлю до 2 м , лежащую на песчано-гравелистой толще. Вторая имеет наибольшее развитие, ширина ее 5-20 км, сложена супесчано-суглинистым материалом мощностью 8-I0 м. Третья шириной 2-5 км также сложена суглинками и супесью мощностью I0-20 м, четвертая имеет мощность до 30 м при ширине от 0,5 до нескольких километров.

К аллювиальным отложениям долины р. Сурхандарьи приурочен мощный поток грунтовых вод, сформировавшийся еще в пределах конусов выносов. Современное русло реки - дрена для грунтовых вод верхних террас.

При выходе реки из гор составляющие Сурхандарьи имеют конусы выносов. Здесь формируется грунтовый поток.

Дополнительное питание грунтовые воды получают за счет инфильтрации из ирригационной сети и за счет атмосферных осадков.

При сопоставлении режима реки и уровня грунтовых вод выявлены следующие соотношения. На периферии конусов выносов грунтовые воды поднимаются вслед за увеличением расходов воды в реке.

На верхних террасах прослеживается связь режима грунтовых вод с режимом орошения, на нижних - постоянная связь грунтовых вод с водами реки. Воды р. Сурхандарьи и ее притоков интенсивно используются на орошение при помощи I0 ирригационных систем. Эти системы имеют I00 магистральных каналов, орошающих площадь в I67 тыс.га, из которых более по-

ловины занято хлопчатником.

Наиболее крупные каналы : Занг с пропускной способностью 65 $м^3$/сек, Хазарбаг - 30 , Кумкурган - 22 ,Кокайды - I6 $м^3$/сек и др.

Общая протяженность ирригационной сети 3I64 км, а коллекторно-дренажной - I360 км.

В связи с освоением новых земель построены Учкызылское в I955 г. и Дегресское в I958 г. наливные водохранилища с инженерными каналами и сооружениями.

В I958 г. начато строительство Южносурханского водохранилища полезной ёмкостью 6I0 млн. $м^3$, которое в настоящее время уже завершается.

Возвратные воды исследовались здесь как и в бассейне Кафирнигана, методом руслового баланса с использованием данных, характеризующих природные условия.

Русловой баланс р.Сурхандарьи составлен по трем балансовым участкам за период с I950-I95I гг. по I964-I965 гг. Первый расположен на р.Каратаг между гидрометрическими станциями ГМС, Шахринау на р.Каратаг и Денау на р.Сурхандарья, второй - на р.Сурхандарье от Денау до Шурчи, протяженность 50 км ; третий - на р. Сурхандарье от Денау до Мангузара, протяженность I43 км.

Русловая приточность на первом участке, за исключением некоторых лет (рис.3), характеризуется положительными величинами. По величине она приближенно равна водозабору.

Русловая приточность на втором участке в меженный период имеет положительные величины, а в вегетационный - как положительные, так и отрицательные значения (рис.4).

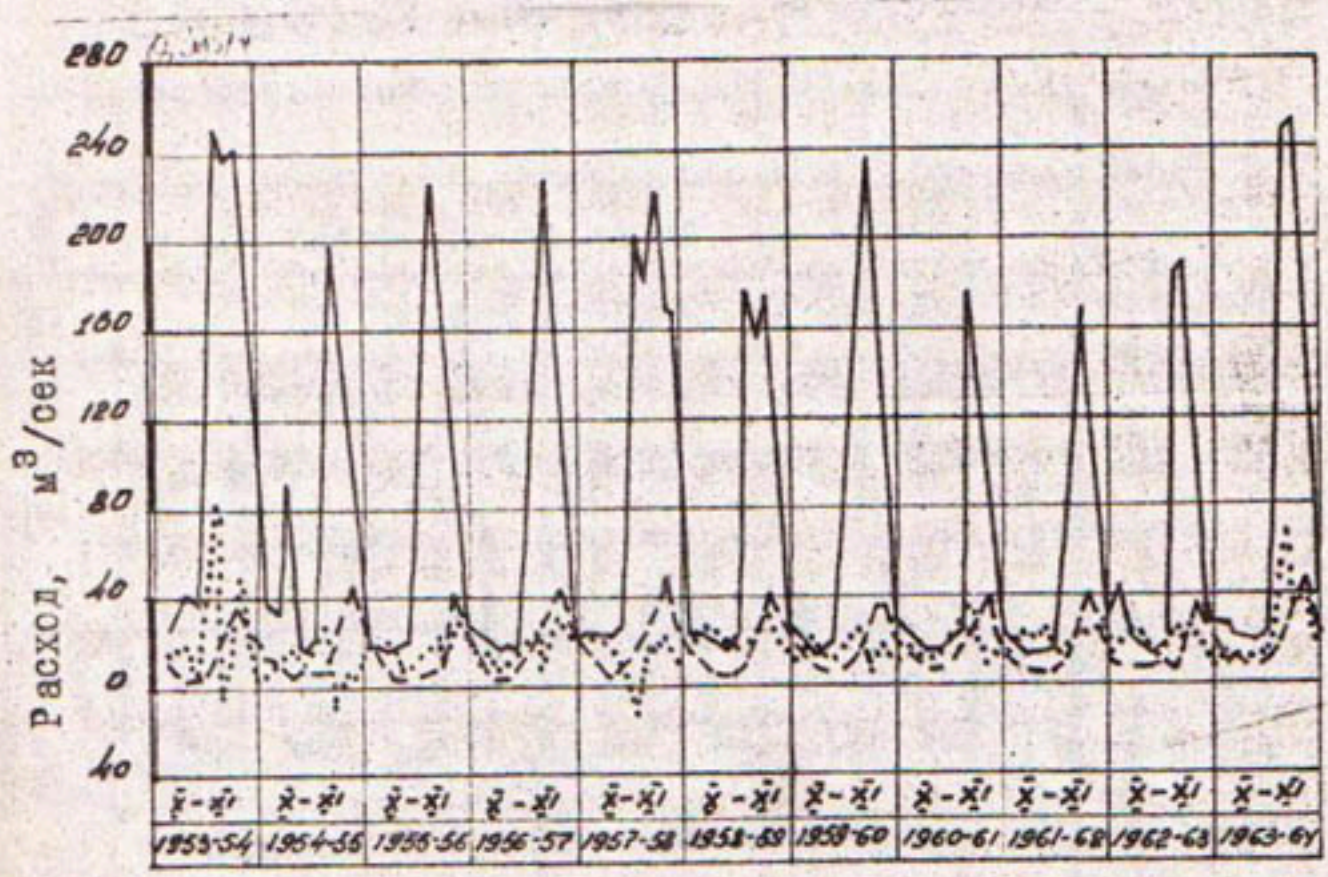


Рис.3. Гидрографы суммарных расходов воды бассейна р. Сурхандарьи, водозаборов и русловой приточности на I балансовом участке: —— суммарный расход рек Каратаг (ст.Шахринау), Ширкент (устье), сбросы БГК и др.; - - - водозабор на орошение; ... русловая приточность.

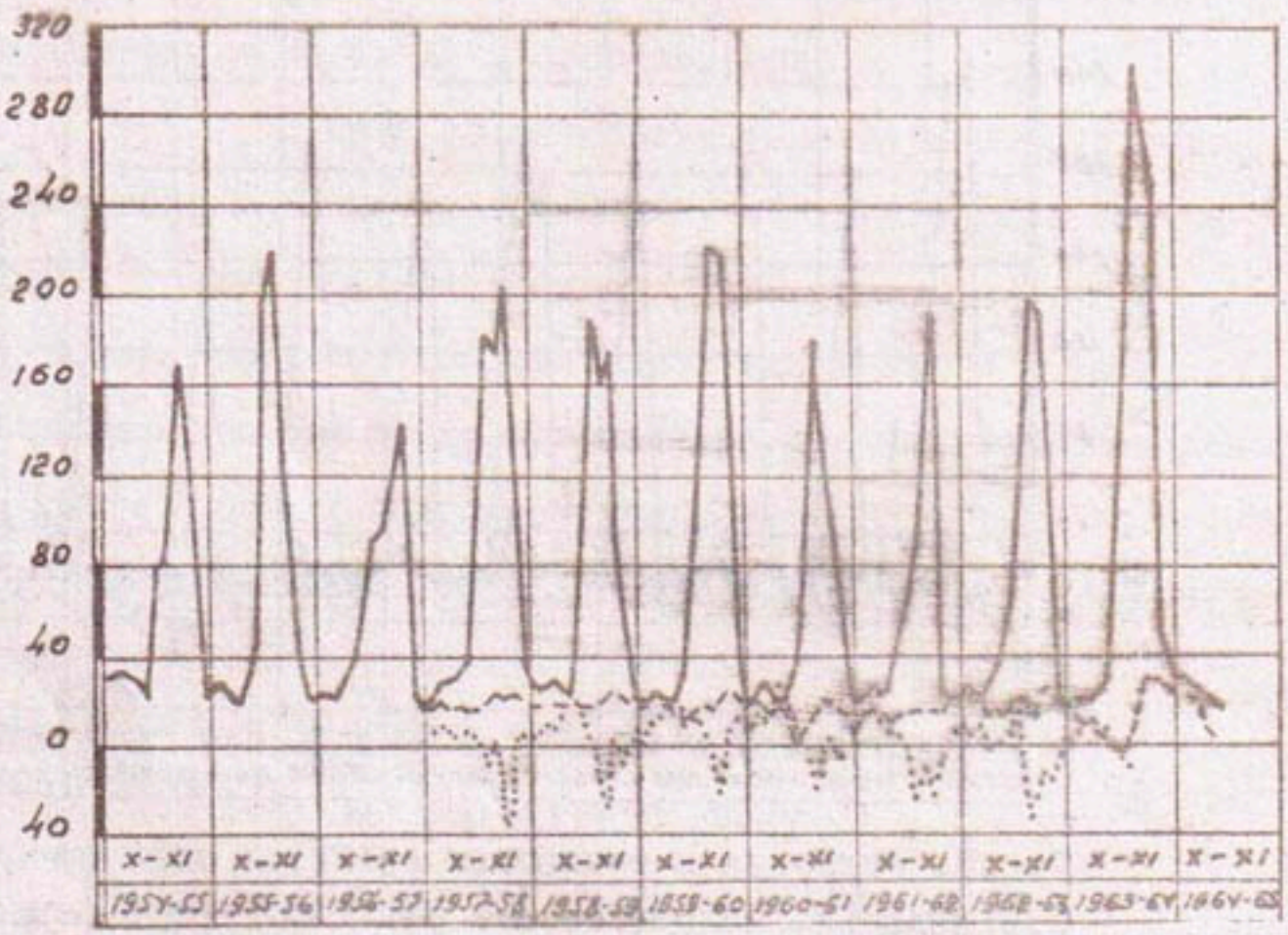


Рис.4. Гидрографы расходов воды р.Сурхандарьи водозаборов и русловой приточности на П балансовом участке: —— расход воды, $м^3$/сек; - - - водозабор на орошение; ... русловая приточность.

Среднемноголетняя величина водозабора на орошение равна I7,6 м^3/сек или 24,5% от расходов реки, а русловая приточность составляет I4,3% от величины водозабора.

Результаты расчетов руслового баланса на третьем участке показывают, что в невегетационный период преобладает русловая приточность, а в вегетационный - как приточность, так и потери (рис.5).

Русловая приточность равна 8,9 м^3/сек, или 27,6% от водозабора на орошение.

По прежним проработкам Средазгипроводхлопка русловая приточность на этом участке за период с I93I по I955 год в среднем составляет около 7 м^3/сек.

Ресурсы дополнительных вод, как известно, количественно характеризуются русловой приточностью.

Природные условия на первом участке, предопределившие естественное сезонное регулирование подземного стока, в значительной мере выравнивают режим дополнительных вод. Генетически их ресурсы здесь складываются из боковой приточности и возвратных вод.

Дополнительная площадь водосбора, от створов при выходе из гор рек Каратаг, Ширкент и Тупаланг (ниже устья Дашнабада) до замыкающего створа на станции Денау, составляет I387 км^2.

Приняв в качестве аналога р. Ходжаипак с модулем стока 7,2 л/сек/км^2, получили среднюю боковую приточность в I0 м^3/сек или 3I4 млн. кубических метров в год. Учитывая регулирующую роль конуса выноса и ориентируясь на аналог, можно вычислить внутригодовое распределение стока

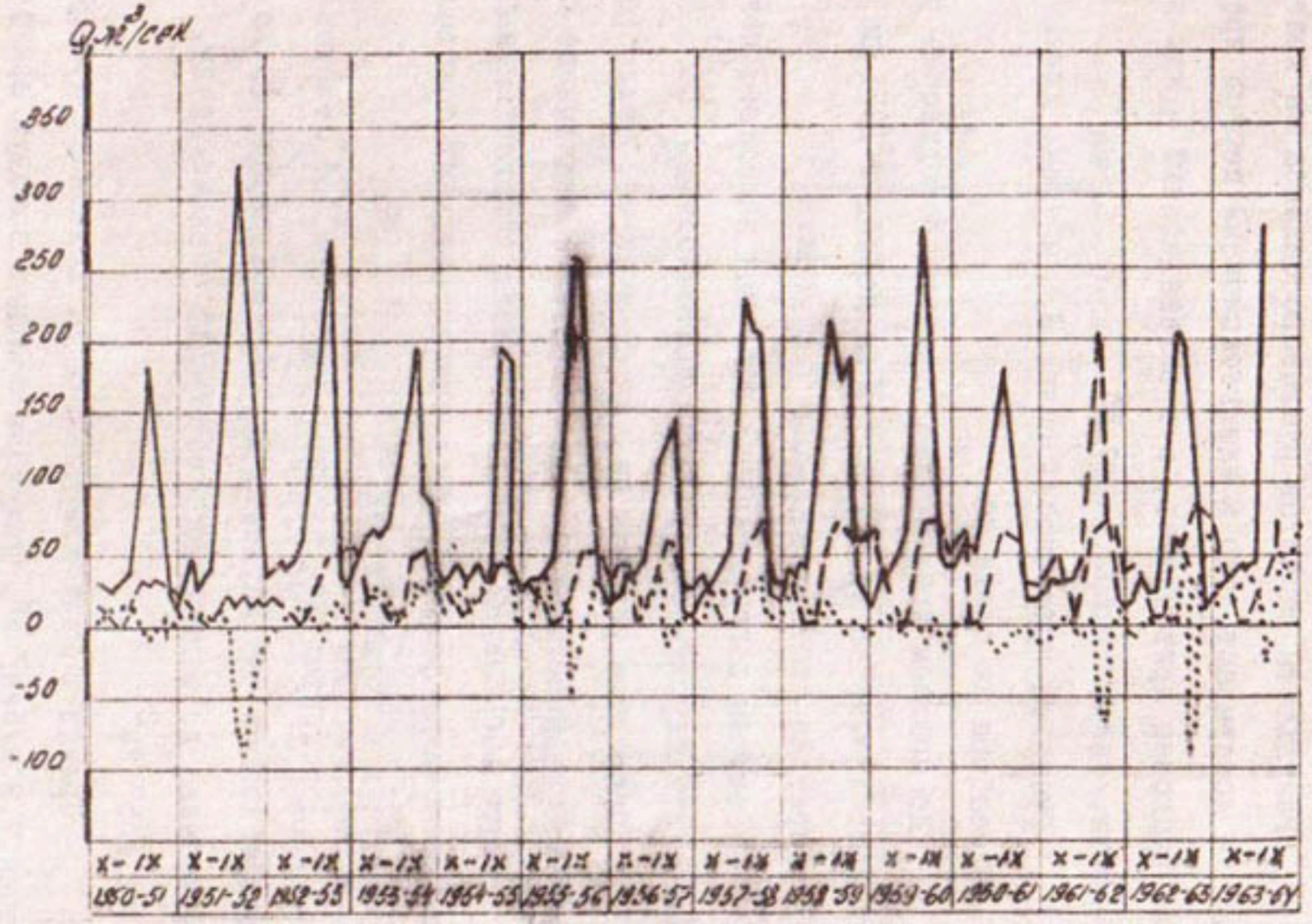


Рис.5. Гидрографы расходов воды р.Сурхандарьи, водозаборов и русловой приточности на Ш балансовом участке: —— расход воды, м³/сек; - - - водозабор на орошение; ... русловая приточность.

боковой приточности (табл.4).

Таблица 4

Боковая приточность на I балансовом участке р. Сурхандарьи

Показатель	Месяцы						
	X	XI	XII	I	II	III	IV
	1	2	3	4	5	6	7
Среднемесячный расход, м³/сек	1,9	2,7	3,0	3,1	4,6	18,7	27,0
Сток, млнм³	5	7	8	8	11	50	70
Проценты от годового стока	1,6	2,2	2,5	2,6	3,5	15,9	22,3

Продолжение табл.4

V	VI	VII	VIII	IX	Среднее за год
8	9	10	11	12	13
26,9	20,5	5,6	3,0	1,9	10
72	53	17	8	5	314
23,7	17	5,3	2,4	1,6	100

Использовав данные о величине и внутригодовом распределении стока боковой приточности, определили среднюю величину возвратных вод на первом балансовом участке, как разность между русловой и боковой приточностью (17,5-10,0 = 7,5 м³/сек). Однако в величину возвратных вод следует внести коррективы за счет неучтенных сбросов. Оценивая последние ориентировочно в размере 10-15% от возвратных вод, можно считать сток возвратных вод на участке равным 6,5-7,0 м³/сек, т.е. 47% от водозабора на орошение.

Внутригодовое распределение стока возвратных вод на рассматриваемом участке установлено расчетным путем, ориентируясь на разность стока дополнительных вод и боковой приточности (табл.5).

Таблица 5

Внутригодовое распределение стока возвратных вод на I балансовом участке р. Сурхандарьи

Показатель	Месяцы							
	X	XI	XII	I	II	III	IУ	У
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Среднемес. расход, м³/сек	9,0	I2	7,5	7,5	7,0	-	-	-
Сток, млнм³	2,4	3I	20	20	I7	-	-	-
Проценты от годового стока	II,7	I5,I	9,7	9,7	8,2	-	-	-

продолжение табл.5

УI	УII	УIII	IX	среднегод.
I0	II	I2	I3	I4
-	I3,5	I3,0	9,0	6,5
-	36	35	23	206
-	I7,4	I7,0	II,2	I00

На втором балансовом участке р. Сурхандарьи между станциями Денау и Шурчи, как указывалось выше, русловая приточность в среднем за 7 лет (I957 - I963гг) в невегетационный период (X-III) равна I68 млн м³,

а в вегетационный потери составляют I03 млн.

Русловая приточность здесь представляет собой возвратные воды и некоторую часть грунтовых, как результат регулирования паводочного стока подрусловой ёмкостью. Русловые же потери количественно характеризуют поглощенную величину поверхностного стока реки в паводок регулирующей подрусловой ёмкостью.

При расчетах выяснилось, что почти весь зарегулированный подземным водохранилищем паводочный сток на участке расходуется на испарение. Это позволяет считать, что возвратные воды на участке приближенно равны русловой приточности, изменяющейся в пределах 90-300 млн.м^3 при среднемноголетней величине I70 млн.м^3, что при водозаборе на орошение в 540 млн.м^3 составляет около 30% от последнего.

Внутригодовое распределение стока возвратных вод приближенно характеризуют данные о среднемноголетней русловой приточности (табл.6).

Таблица 6

Внутригодовое распределение стока возвратных вод на П балансовом участке р. Сурхандарьи

Показатель	Месяцы					
	X	XI	XII	I	II	III
I	2	3	4	5	6	7
Среднемесячный расход, м^3/сек	7,6	II,3	I0,I	I0,2	9,I	5,6
Сток, млн.м^3	20,5	29,2	27	27,4	22	I5
Процент от год.стока	I2,2	I7,4	I6,I	I6,3	I3,I	8,9

продолжение табл.6

IУ	У	УI	УП	УШ	IX	Среднегод.
8	9	I0	II	I2	I3	I4
-	-	-	-	4,3	6,I	5,4
-	-	-	-	II,5	I5,5	I68
-	-	-	-	6,8	9,2	I00

По природным условиям третий балансовый участок - станции Шурчи до станции Мангузар - транзитный и конечный в бассейне реки. На этом участке также среднемноголетние расходы русловой приточности количественно характеризуют возвратные воды, величина которых составляет 8,9 $м^3$/сек.

Суммарный водозабор на орошение равен 24 $м^3$/сек, или 750 млн.$м^3$. При внесении коррективов на сбросы из ирригационной сети (I0-I5%) возвратные воды оцениваются в 7,5 $м^3$/сек или составляют 230-250 млн.$м^3$, т.е. около 30% от водозабора на орошение.

Ориентируясь на русловую приточность и режим грунтовых вод, можно охарактеризовать внутригодовое распределение возвратных вод (табл.7).

Таблица 7

Внутригодовое распределение возвратных вод на Ш балансовом участке р. Сурхандарьи

Показатель	Месяцы						
	X	XI	XП	I	П	Ш	IУ
I	2	3	4	5	6	7	8
Среднемесячный расход, $м^3$/сек	8	II	I2	I0	I0	9	I
Сток, млн. $м^3$	2I,6	28,8	32,2	26,8	24,2	24,I	2,6
Процент от год.стока	9,I	I2,I	I3,6	II,3	I0,2	I,I	3,5

Продолжение табл.7

У	УI	УП	УШ	IX	Среднегодов.
9	I0	II	I2	I3	I4
3	5	6	7	8	7,5
8,2	I2,9	I6,2	I8,7	20,7	237
5,5	6,8	7,2	8,7		I00

Если рассматривать ресурсы возвратных вод в целом по всему бассейну реки, что по-видимому наиболее правильно, то по данным за последнее пятнадцатилетие они характеризуются средним расходом в I9,4 $м^3$/сек или стоком 0,6 $км^3$. К суммарным ресурсам рек бассейна это составляет 26%, а относительно суммарного водозабора на орошение - 35%. Их приближенное внутригодовое распределение дано в табл.8.

Таблица 8

Внутригодовое распределение стока возвратных вод в бассейне р. Сурхандарьи

Показатель	Месяцы					
	X	XI	XП	I	П	Ш
I	2	3	4	5	6	7
Среднемесячный расход, $м^3$/сек	24,6	34,3	29,6	27,7	26,I	I4,6
Сток, млн. $м^3$	66,I	89	79,2	74,2	63,2	39,I
Процент от годов.стока	I0,8	I4,6	I3,0	I2,2	I0,3	6,4

Продолжение табл.8

IУ	У	УI	УП	УШ	IX	Среднегод
8	9	I0	II	I2	I3	I4
I,00	3,0	5,0	I9,5	24,3	23,I	I9,4
2,6	8,2	I2,9	52,2	65,2	59,2	6II
0,4	I,3	2,I	8,5	I0,6	9,8	I00

Данные табл.8 показывают, что 2/3 стока возвратных вод проходит в невегетационный период, что соответствует как режиму рек бассейна, так и режиму орошения.

г) Бассейн р.Зарафшана

Исток Зарафшана - р.Матча, берущая начало из ледника Зарафшанского. Река приобретает свое название после

слияния с Фандарьей. Она проходит по долине, сильно расчлененной боковыми ущельями и оврагами. В местах уширений прослеживаются террасы. При выходе из гор река протекает в обширной Зарафшанской долине. Несколько ниже г.Самарканда она разделяется на два протока-Акдарью и Карадарью, образуя остров Миankаль длиной около 100 км и шириной до 15 км. В районе ст.Ташрабат Зарафшан входит в пределы обширных пространств Бухарского и Каракульского оазисов.Питание реки ледниково-снеговое.

В Зарафшанскую долину по реке поступает среднемноголетний расход воды в 162 $м^3$/сек. Среднегодовые расходы воды изменяются от 127 до 212 $м^3$/сек при коэффициенте вариации С = 0,127. Среднемесячные расходы в году 50%-ной обеспеченности колеблются от 41,2 $м^3$/сек в марте до 472,7 в июле.

В геологическом строении Зарафшанской котловины участвуют разнообразные комплексы горных пород. В общем виде оно представляется следующим образом. На сильно метаморфизованном палеозойском фундаменте, состоящем из известняков, сланцев и хорошо сцементированных песчаников, залегает толща мезокайнозойских пород, представленная юрскими, меловыми, палеогеновыми и неогеновыми, преимущественно песчано-глинистыми отложениями. Мощность этих пород достигает 20-30 м, а местами нескольких десятков метров.

Палеозойские породы слагают горные массивы, окаймляющие Зарафшанскую долину с севера и юга, и отчасти предгорья ; меловые отложения - главным образом равнины,

окаймляющие горы и предгорья близ г.Самарканда,встречаются и на возвышенности Чапаната. Палеогеновые отложения в виде известняков, мергелий, глин и песчаников перекрывают отложения мела и выходят на поверхность в направлении Зирабулак-Зиатдинских гор. Неогеновые отложения - глины, песчаники, мергели, конгломераты - приурочены к правобережью Зарафшана в пределах Южной окраины предгорий, волнистой равнины и плато.

Наибольшее распространение в долине Зарафшана получили четвертичные образования в виде аллювиальных, пролювиальных, аллювиально-пролювиальных, делювиально-пролювиальных, делювиальных, озерно-химических и эоловых отложений.

Основная часть долины выполнена аллювиальным комплексом. Его верхние горизонты представлены суглинками, супесями, реже глинами с редкими прослоями песка. Мощность этих отложений колеблется в пределах 3-15 м. Нижний горизонт слагают пески и галечники, ниже которых обычно залегают третичные глины или четвертичные конгломераты. Состав галечников неоднороден как в вертикальном,. так и горизонтальном направлениях.

Мощность галечников различная, наибольшая на конусах выноса, которых в долине насчитывается три (Самаркандский, Бухарский и слабовыраженный Каракульский). У Первомайской плотины она составляет около 50 м, в районе Аккарадарьинского вододелителя и г. Каттакургана более 100 , в верхней части Бухарского оазиса 40-70 , у г.Бухары 8-10; в районе Каракуля галечники отсутствуют.

Покатую и предгорную равнины слагают пролювиальные отложения из переслаивающихся супесей, глин, суглинков, гравия и конгломератов различного состава и галечников. Их мощность изменяется от 5-20 м (Зирабулак-Зиатдинские горы) до 75 м близ ст.Ташкудук.

Аллювиально-пролювиальные отложения развиты на плоской равнине и в долинах временных водотоков, они состоят из лессовидных суглинков, супесей с прослоями песка и щебня.

Делювиально-пролювиальные отложения встречаются у подошвы гор и на предгорьях и состоят из супесей, суглинков с большим количеством гальки.

Делювиальные отложения развиты на юго-востоке Бухарского оазиса и представляют глинистые образования такыров.

Озерно-химические отложения развиты во многих местах Бухарской области, в понижениях рельефа и бессточных впадинах. Эоловые образования наблюдаются почти по всей периферийной территории Бухарской области.

Центральная часть долины имеет серию террас, число и строение которых в различных ее частях не одинаково. Наиболее четко прослеживаются три террасы. Первая, надпойменная, возвышающаяся над поймой на 0,5-1,5 м, занимает наиболее пониженные участки рельефа и распространена узкими прерывистыми полосами вдоль обоих берегов реки. Поверхность ее - площадка, слабонаклонная в сторону реки, прорезана речными протоками, старыми руслами, заросшими кустарниками и камышом. Сложена она галечниками, перекрытыми супеся-

ми мощностью до 0,5 м с прослойками песка. Переход от первой террасы к пойме, сложенной галечником,чаще всего наблюдается в виде пологого склона.

Вторая, надпойменная, размещается на 2-10 м выше первой, сложена пылеватыми суглинками, подстилаемыми галечниками. Она широко распространена, поверхность ее покрыта сетью ирригационных каналов.

Третья терраса также распространена, она расположена на 2-5 м выше второй, в строении ее принимают участие суглинки и супеси с прослоями галечников и гравелистых песков.

Поверхность второй и третьей террас широко используется под орошаемое земледелие.

В Зарафшанской долине имеющиеся водоносные комплексы расположены : а) в пластах конгломератов или гравелитов мелового возраста ; б) в пластах песков третичных отложений ; в) в гравелистых древнечетвертичных или верхнеогеновых отложениях; г) в четвертичных, главным образом аллювиальных, песчано-гравелистых отложениях.

Первый водоносный комплекс изучен слабо. Родники, относящиеся ко второму и третьему комплексу, выклиниваются в руслах оврагов с очень малыми расходами (сотые и десятые доли литров в секунду), они питаются подземными водами палеозойских массивов, инфильтрующимися поверхностными водами и атмосферными осадками.

Грунтовые воды четвертичных отложений разделяются на поровые пролювиальных, а так же аллювиальных отложений.Пролювиальные имеют маломощный, но сплошной го-

ризонт направленный от предгорий к долине. Питание их происходит за счет подземного стока предгорий из трещин палеозойских пород и поверхностных водотоков, сток которых теряется в рыхлых отложениях их долин ; на плоских же равнинах с развитой оросительной сетью - за счет инфильтрации поливных вод.

Грунтовые воды аллювиальных отложений образуют общий подземный поток с таким же направлением течения, что и у р. Зарафшан. Глубина погружения их различна и изменяется в пределах 0,5-2,0 м на первой террасе, 0,0-5,0 на второй и 5,0-I0,0 м на третьей.

Поскольку грунтовые воды аллювиальных отложений имеют большое значение в исследованиях возвратных вод, следует более подробно остановиться на условиях их формирования.

От устья Фандарьи до моста Дупули оба берега Зарафшана сложены метаморфизованными известняками, сланцами и плотными песчаниками, а у г. Пенджикента - конгломератами. Грунтовые воды аллювиальных отложений здесь имеют вид подрусловой потока в пределах поймы реки.

Ниже Пенджикента при выходе из предгорий р. Зарафшан течет по Самаркандскому конусу выноса и разделяет его на три зоны.

Первая - зона поглощения, занимает площадь с развитыми мощными галечниковыми отложениями, где отмечается интенсивный процесс инфильтрации поверхностных речных и оросительных вод, обогащающих подземные воды аллювиальных отложений, которые погружаются на глубину до 20 м и

более.

Вторая - зона выклинивания, расположена по периферии конуса выноса, в которой галечниковые отложения сменяются мелкоземами. Граница зоны на востоке ст.Джумабазар, на западе - г.Самарканд. Количество выклинивающихся грунтовых вод достигает нескольких десятков кубометров в секунду.

Третья - зона вторичного погружения в галечниковые-горизонты, где предполагается формирование местных напорных грунтовых вод. Границы этой зоны не установлены.

В Навои-Канимехском оазисе грунтовый поток движется с небольшими скоростями в толще аллювиально-пролювиальных отложений галечника, песка и суглинков. Здесь он получает дополнительное питание за счет ирригационных вод и притока подземных со стороны предгорий.

В расположенных ниже по течению реки Бухарском и Каракульском конусах выноса также имеются зоны погружения и выклинивания грунтовых вод, однако, границы их пока не определены.

В верхней части Бухарского конуса выноса имеются достаточно мощные (30-70 м) отложения галечников, которые благоприятствуют интенсивной фильтрации воды из реки и сети ирригационных каналов. Региональным водоупором в Бухарской области является мощная толща глин палеогена, а относительным водоупором служат неогеновые песчаники. В периферийной части Бухарского конуса выноса, где мощность водоносных отложений песка, гравия и суглинков составляет 5-10 м, выклиниваются грунтовые воды. Здесь, в центральной

части оазиса, река служит дреной для прилегающей территории. Далее на запад, у г. Бухары, вновь отмечается погружение грунтового потока, река и ирригационные каналы питают грунтовые воды.

В Каракульском оазисе водосодержащие породы -пески и глины мощностью 20-30 м,подстилаемые неогеновыми песчаниками и глинами. Основными источниками питания грунтовых вод служат поверхностные воды р. Зарафшан и сеть ирригационных каналов. Отток грунтовых вод за пределы оазиса затруднен, так как он окружен слабопроницаемыми песчано-глинистыми образованиями.

Режим грунтовых вод в Зарафшанской долине в общем виде характеризуется следующим образом. Высокое стояние грунтовых вод отмечается со второй половины мая по июль с максимумом в конце июня или начале июля ; низкое приходится на период с октября по первую половину мая с минимумом в марте, апреле и в начале мая. Годовая амплитуда колебания горизонтов изменяется от I до 2 м и более.

В различных местах долины на колебание уровня грунтовых вод существенно влияет режим источников их питания - гидрограф реки, время орошения и др.

Основным водопотребителем Зарафшана является орошаемое земледелие, расходующее около 97% водных ресурсов бассейна. Наиболее развито оно в долинной части, в горной же области орошаемые земли занимают незначительные площади, рассредоточенные в виде небольших участков по долинам многочисленных притоков реки.

В целом по бассейну Зарафшана площадь орошаемых

земель составляет 540,5 тыс.га ; из них 295,6 тыс.га занято под хлопчатником.

Водные ресурсы реки почти полностью используются на орошение в пределах её бассейна, и лишь небольшая часть их передается в соседние бассейны рек Санзар по каналу Искитюятартар и Кашкадарья по каналу Искиангар.

Интенсивное расходование стока р. Зарафшан начинается от Первомайской плотины - первого гидроузла на реке, обеспечивающего гарантированный водозабор в левобережный магистральный канал Даргом (65 $м^3$/сек) и правобережный канал, объединяющий три магистрали : Искитюятартар, Булунгур и Мирзу с суммарным расходом воды 60 $м^3$/сек ; из них до 30 $м^3$/сек приходится на долю Искитюятартар для транзита в долину р. Санзар.

Магистральный канал Даргом с Талигулянским сбросом представляют единый энерго-ирригационный тракт. Его энергетические ресурсы используют Хишраусская, Иртышарская и Талигулянская гидроэлектростанции. Он обеспечивает подачу воды в большое число оросительных каналов, в том числе и в Искиангар - до 55 $м^3$/сек для транзита в бассейн р. Кашкадарьи.

Следующий гидроузел на р.Зарафшан - Аккарадарьинский вододелитель, расположенный в месте разделения реки на два потока - Акдарью и Карадарью.

На Карадарье имеется Дамходжинский гидроузел,обеспечивающий водозабор на левый берег в подводящий канал Каттакурганского водохранилища (ёмкость 0,66 $км^3$) и в правобережный Миankальхатырчинский канал. Ниже узла имеет-

ся водозабор в крупный канал Нарпай и ряд мелких каналов.

Из Акдарьи забирают воду II небольших ирригационных каналов.

Воды Акдарьи и Карадарьи не только разбираются на орошение, но и пополняются за счет поступлений грунтовых и возвратных вод по сбросам, коллекторам и руслового выклинивания.

Ниже по течению р. Зарафшана, в районе г.Навои, имеется гидроузел, обеспечивающий промводоснабжение ГРЭС и прилегающего района.

Далее по течению реки из нее забирают воду ряд каналов на правый и левый берег и пополняют ее два правобережных и 4 левобережных сброса.

Аккумулированная в Каттакурганском водохранилище вода следует в канал Нарпай и частично по четырем сбросам в р. Зарафшан. Последняя заканчивается Хурхурским гидроузлом, от которого отходят два протока, имеющие вид каналов - Вабкентдарья и Каракульдарья. Из верхнего бьефа гидроузла по Верхнебухарскому сбросу подается вода в Куюмазарское водохранилище (ёмкостью 0,62 км^3). Сток Вабкентдарьи распределяется между 9 ирригационными каналами.

На Каракульдарье имеется несколько водозаборов и ирригационные каналы (наиболее крупный из них Шахруд с головным гидроузлом) и три сброса - правобережный Махан, левобережный Джайхун и из Куюмазарского водохранилища. Каракульдарья заканчивается веером из четырех каналов - Тайкыр, Уйгур, Б.Тарнау и Н. Гуздюш, которые в значительной степени подпитываются водами Амударьи из Амукаракульс-

кого канала.

Потребности водопользования в бассейне р. Зарафшан сделали необходимым для эксплуатационных органов водного хозяйства составление русловых балансов. Развитие сети эксплуатационной гидрометрии позволило составить их по участкам реки с 1928 г. Количество участков в разное время было неодинаковым. Наиболее полно русловой баланс Зарафшана по II участкам освещен за период с 1938 по 1963 год с исключением военных лет.

Расчеты руслового баланса р.Зарафшан на протяжении почти 500 км показали, что в целом по реке имеется устойчивая русловая приточность, в меженный период (X-IУ) изменяющаяся в весьма широких пределах - от 1-2 до 50-70 м^3/се с преобладающей величиной 35-40 м^3/сек. В паводковый (вегетационный) период отмечаются устойчивые русловые потери - от 5-10 до 100 м^3/сек. Если выразить русловую приточность в стоках воды, то в период X-IУ приточность составит 90-700 млн. м^3 и в период У-IX потери равны 350-950 млн.м^3.

Формирование русловой приточности на всем протяжении реки вполне соответствует гидрологическим, геологическим, гидрогеологическим и водохозяйственным условиям бассейна, где водные ресурсы интенсивно используются на орошаемое земледелие.

Расчеты руслового баланса р. Зарафшан позволили выявить и количественно оценить русловую приточность. Анализ стоковых данных реки, материалов о режиме грунто-

ных вод, режиме заборов на орошение и боковой приточности по сбросам и коллекторам привел к выводу, что русловая приточность положительного знака количественно характеризует ресурсы дополнительных вод в бассейне реки, которые формируются за счет выклинивания подземных, а также возвратных вод с полей орошения.

Дополнительные воды Зарафшанской долины в зависимости от распределения их по территории разделяются на русловые, поступающие непосредственно в Зарафшан, как в естественную дрену, и внутрисистемные, формирующиеся в зонах командования оросительных каналов. Внутрисистемные собираются коллекторно-дренажной сетью и отводятся по крупным коллекторам и сбросам в реку.

Дополнительные и возвратные воды, русловые и внутрисистемные исследовались раздельно.

Русловые дополнительные и возвратные воды. Поскольку русловая приточность р. Зарафшана количественно характеризует дополнительные и возвратные воды, возникла необходимость в достаточно полном анализе ее режима с учетом гидрологических, геологических, гидрогеологических и других условий бассейна.

Далее дается анализ русловым дополнительным и возвратным водам только для первого балансового участка ; по остальным же приводятся результативные данные и краткие характеристики.

Геологические и гидрогеологические особенности первого балансового участка обусловили естественную сезон-

ную зарегулированность стока. Мощные галечниковые отложения на Самаркандском конусе выноса - естественное подземное водохранилище ёмкостью 450-500 млн.м^3, заполняемое фильтрующимися паводочными водами реки и опорожняемое в межень.

Установлено, что подземное водохранилище заполняется в течение около четырех месяцев, с третьей декады мая по вторую декаду сентября включительно. При расходах в реке до 200 м^3/сек она является естественной дреной, грунтовые воды питают её ; при больших же расходах река пополняет запасы грунтовых вод. Расчеты руслового баланса показали,что при расходах в реке около 200 м^3/сек потери близки к нулю, при 300 м^3/сек они составляют 6-7%, при 400 - I0, при 500 I2 и при 600 м^3/сек около I5%.

Для первого балансового участка, имеющего 23-летний ряд наблюдений, получены следующие среднемноголетние характеристики : годовой сток р. Зарафшан ниже устья р. Магиандарьи 4,85 км^3, забор воды на орошение 2,40 км^3 русловые потери 0,305 км^3, дополнительные воды (русловая приточность) 0,I42 км^3.

Известно,что дополнительные воды состоят из возвратных вод и подземных, питающих реку в меженный период. Весьма важно разделить их на две составляющие, однако решить эту задачу трудно.

Решением уравнения частного баланса определена количественная характеристика грунтового питания реки за счет аккумуляции воды в подземной ёмкости в 38 млн.м^3.

Расчеты показали, что почти вся масса аккумулированной воды в подрусловом водохранилище (за счет фильтрации из реки в паводок) расходуется на испарение и частично проходит транзитом вниз по долине. Доля же грунтового питания реки в межень оценивается в 38-40 млн.м^3.

Следовательно, подавляющая часть русловой приточности в межень сформирована за счет возвратных вод,средняя величина которых приближенно равна 100 млн.м^3, что составляет около 4% от забранных 2396 млн.м^3 на орошение.

На объединенном П-Ш балансовом участке, как и на предшествующем, природные условия предупредили естественное регулирование стока. Все три балансовых участка находятся в пределах Самаркандского конуса выноса. Подрусловая регулирующая ёмкость заполняется при высоком стоке (У-Х) и срабатывается в межень (XI-IУ).

Данные наблюдений за период в 15 лет показывают, что при расходах воды в р. Зарафшан (ст.Самаркандская)более 160 м^3/сек, река заполняет подземное водохранилище ёмкостью 0,4 км^3, которое срабатывает в межень. Русловые потери на участке в среднем составляют 176 млн.м^3, а дополнительные воды - 233 млн.м^3.

Решение уравнения частного баланса показало, что грунтовое питание реки на данном участке ничтожно, почти вся зарегулированная часть подземных и некоторая часть возвратных вод расходуется на испарение. Это обстоятельство позволяет сделать вывод, что вся масса дополнительных вод сформирована возвратными, величина которых приближенно оценивается в 250 млн.м^3, или 20% от 1259 млн.м^{3}воды, заб-

ранной на орошение.

Подобные расчеты и анализ были сделаны и по остальным балансовым участкам р. Зарафшана, в результате которых было выяснено, что на всем протяжении реки, там, где она используется на орошение, суммарный сток русловых возвратных вод составляет около 0,6 км^3, I0% от суммарного забора на орошение. По отдельным участкам он распределяется следующим образом[I]:

Номер участка	Сток русловых возвратных вод, млн. м^3	Процент от водозабора
I	I00	4
П-Ш	250	20
IУ	I00	60
У	32	I0
УI	65	3
УП	I7	6
Всего	564	I0

Внутрисистемные дополнительные и возвратные воды. По природным условиям (геоморфологическим, геологическим, гидрогеологическим и др.) образование внутрисистемных дополнительных вод возможно на всех балансовых участках но не в одинаковой мере. Там, где имеется развитая коллекторная сеть и отмечено большое количество выклинивающихся вод в виде родников и так называемых карасу, внутрисис-

I. Часть возвратных вод поступает с вышележащего участка

темные дополнительные воды проявляются весьма отчетливо. Некоторая часть этих вод используется на орошение, учесть ее невозможно. Большая же часть поступает по коллекторно-дренажной сети в реку или сбрасывается в понижения и песчаные пространства.

По имеющимся многолетним данным, на первом балансовом участке внутрисистемные дополнительные воды оцениваются среднегодовым расходом 5 $м^3$/сек, на объединенном П-Ш участке - I7 $м^3$/сек, на IУ величина их ничтожно мала, на У около I,9 $м^3$/сек, на УI - 5,0 $м^3$/сек и на УП приблизительно 2,5 $м^3$/сек.

Генетически внутрисистемные дополнительные воды формируются возвратными и отчасти грунтовыми. Если учесть потери на испарение с зеркала грунтовых вод и повторное использование возвратных, то можно считать, что дополнительные внутрисистемные воды, поступающие в коллекторы, в основной массе представляют собой внутрисистемные возвратные воды. Количественная оценка их достаточно достоверна, так как она дана с некоторым преуменьшением из-за недоучета части возвратных вод по мелким коллекторам, родникам и отдельным выклиниваниям (карасу).

Режим внутрисистемных возвратных вод I и П-Ш участков иллюстрируется графиком (рис.6).

По всем балансовым участкам внутрисистемные возвратные воды оцениваются суммарной средней годовой величиной в I,0 $км^3$, т.е. около I6% от забора воды на орошение. Распределение их по участкам приведено в таблице I0.

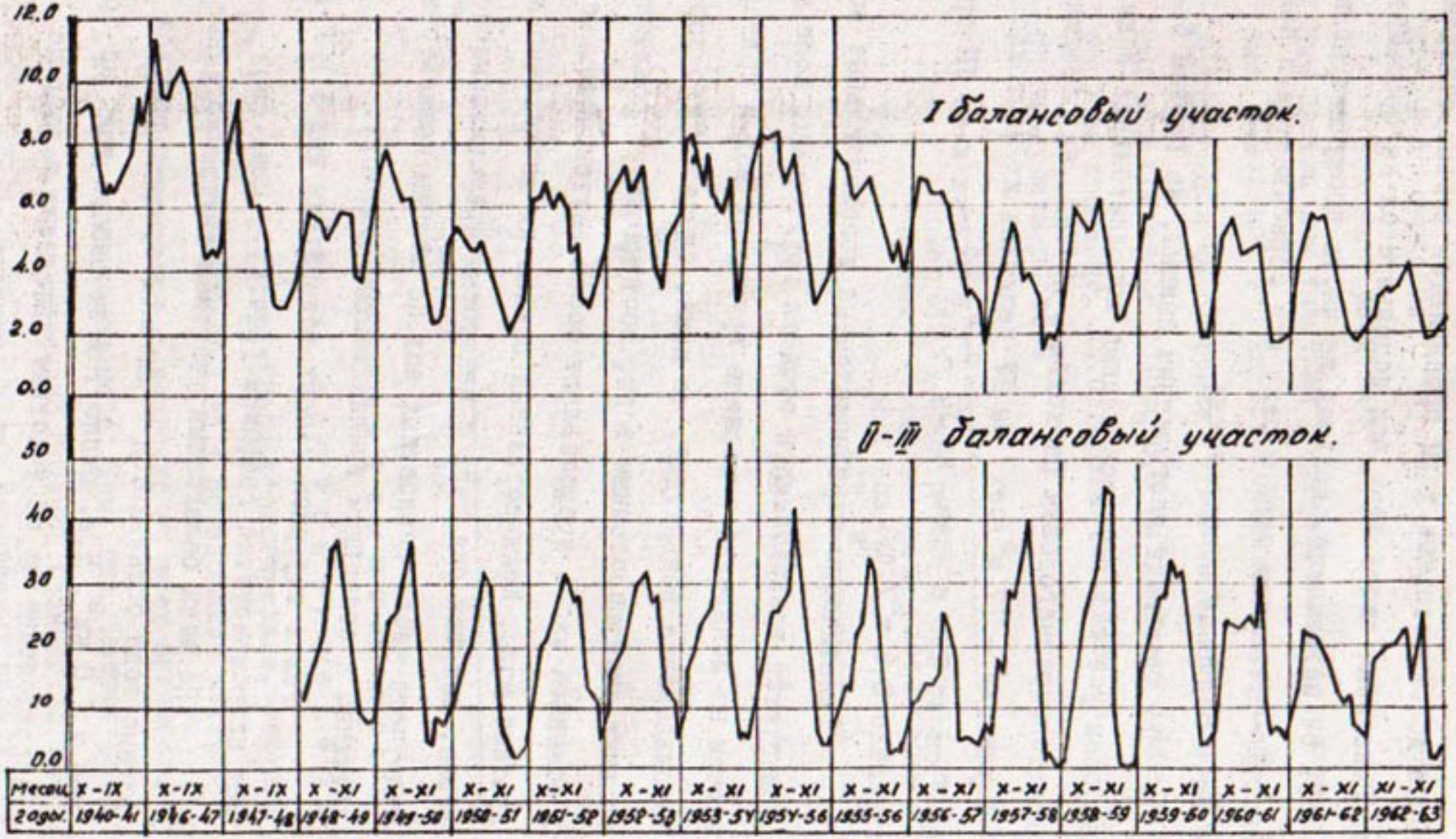


Рис. 6. Гидрографы внутрисистемных возвратных вод на I и II-III балансовых участках р. Зарафшан.

Таблица I0

Номер участка	Сток внутрисистемных возвратных вод, млн. м³	Процент от водозабора
I	I63	7
П-Ш	540	43
IУ	-	-
У	58	I8
УI	I56	8
УП	78	28
Всего	995	I6

Общие ресурсы возвратных вод в бассейне р. Зарафшан складываются из русловых и внутрисистемных и выражаются величиной I,6 км³, т.е. 26% от забора воды на орошение.

Балансовые участки на р.Зарафшан, их число и протяженность в течение времени изменялись в зависимости от потребностей и возможностей эксплуатационных органов водного хозяйства. Поэтому было бы более правильно, характеристики возвратных вод относить не к балансовым участкам, а к их бассейнам питания.

По природным условиям Зарафшанская долина имеет два типа бассейнов питания возвратных вод: первый в пределах Самаркандской области, включающий русловые участки с I по IУ и второй на территории Бухарской области, охватывающий русловые участки У - УП. При таком подходе в среднем течении р. Зарафшан (Самаркандская обл.) возвратные воды составляют I,2 км³, или 30% от водозабора на орошение и в низовьях (Бухарская обл.) соответственно 0,4 км³, или I5%.

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

Результаты исследований возвратных вод в верховьях р.Амударьи позволяют сделать некоторые предварительные обобщения и выводы .

I. Из большого числа факторов,принимающих участие в формировании стока возвратных вод, главнейшими являются гидрологические (стоковые данные за фазы,годы и многолетние), гидрогеологические (изменение фазовых и годовых запасов грунтовых зод и их химического состава для зон, связанных с речной, оросительной и коллекторно-дренажной сетью)и водохозяйственные (заборы воды на орошение и на промывки).

2. В пределах одной речной системы могут быть выделены несколько типов бассейнов питания возвратных вод. Первый на землях, расположенных на конусах выносов с мощными аллювиальными отложениями в их вершинах, уменьшающимися в периферии. Они прикрыты мелкоземами и подстилаются непроницаемыми или слабопроницаемыми горными породами. Эти бассейны характеризуются поступлением возвратных вод в естественную и искусственную гидрографическую сеть в пределах командования оросительных систем.

Второй тип по устройству рельефа представляет слабопокатую равнину в долинах рек и межгорных котловин, сложенных отложениями средне- и слабопроницаемых пород с водоупорами на значительной глубине. Возвратные воды поступают в русла рек и каналов на нижележащие земли.

Третий тип бассейнов относится к слабоволнистой или покатой равнине в степях и полупустынях, сложенных

мощными отложениями мелкоземов слабой водопроницаемости. Возвратные воды погружаются на большую глубину и уходят далеко от своих источников питания с выходами в отдельные водоемы (моря, озера), впадины или заболоченные пространства.

3.Независимо от типа бассейна, возвратные воды подразделяются на русловые, поступающие непосредственно в реки, как в естественные дрены, и внутрисистемные, формирующиеся в зонах командования оросительных каналов и отводимые по коллекторно-дренажной сети в реки или за пределы орошаемой территории в естественные понижения.

Внутрисистемные возвратные воды свойственны всем трем типам бассейнов, а русловые лишь первым двум.

4.Количество возвратных вод в зависимости от природных условий изменяется в широких пределах - от 15 до 40% и более от величины водозабора на орошение. Орошаемые земли, имеющие хорошую естественную дренированность и развитую коллекторно-дренажную сеть, характеризуются высоким процентом возвратных вод. В противоположность этому, земли со слабопроницаемыми почво-грунтами, даже при наличии достаточной водоотводящей сети, имеют весьма малую величину возвратных вод.

5. По предварительным данным, величина внутрисистемных возвратных вод количественно оценивается в размере 50-100% от их общего количества, на долю русловых возвратных вод приходится не более 30-40%.

6.Приближенно можно считать, что на орошаемых землях, расположенных в предгорьях и относящихся к I типу бас

сейнов питания возвратных вод (р.Кафирниган, верховья р.Сурхандарьи) величина последних составляет 35-45% от водозабора (на орошение промывки), в бассейнах П типа в среднем течении рек (Вахш , Зарафшан, Сурхандарья) около 30% и в бассейнах П-Ш типа в низовьях рек (р. Зарафшан) - 15-20%.

ЛИТЕРАТУРА

I. Аскоченский А., Дунин-Барковский Л. - Комплексное использование речных бассейнов в республиках Средней Азии. Доклады ООН, Женева, 1962.

2. Адылов А.А. - Использование плановой безнапорной фильтрации при наличии испарения и транспирации с поверхности грунтовых вод в орошаемых районах. Изв. АН УзССР, серия техн. наук, 2, 1964 .

3. Бедер Б.А. - Артезианские воды Юго-Западного Узбекистана, Труды САИГИМСа, вып. 2, Ташкент.

4. Балашова Е.Н., Житомирская О.М., Семенова О.А. - Климатические описания республик Средней Азии. Гидрометиздат, Л , 1960 .

5. Горшков Г.П., Якушева А.Ф. - Общая геология МГУ, 1957 .

6. Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов Узбекской, Киргизской, Таджикской и Туркменской ССР. Первый этап 1966-1970 гг. УзИНТИ, Ташкент, 1965 .

7. Дунин-Барковский Л.В. - Физико-географические основы проектирования оросительных систем. Сельхозгиз, М, 1960 .

8. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. - Методические основы построения водохозяйственных балансов. Труды Гидропроекта, Сб. 12 изд. Энергия, М.Л., 1964.

9. Куделин Б.И. - Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод, МГУ, 1960.

10. Кене В - Учение о грунтовых водах. Госстройиздат, М.Л., 1932 .

11. Кенесарин Н.А., Ходжибаев Н.Н. - О типах режима грунтовых вод межгорных впадин. Доклады АН УзССР, №11, 1961.

12. Крылов М.М. - Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. Доклады АН УзССР, Ташкент, 1959.

I3. Ланге О.К., Яншина М.С. - Гидрогеологическая характеристика бассейна р.Зарафшан, АН СССР, М. I954.

I4. Ланге О.К. - Подземные воды СССР, часть П, Подземные воды Сибири и Средней Азии, МГУ,I963.

I5. Ляпин А.Н., Челюканов М.Д. - Изучение техники полива по бороздам (методические указания). Ин-т научн.техн.инфор.УзССР, Ташкент, I965.

I6. Милькис Б.Е. - Испарение с поверхности Катта-курганского водохранилища , Изв.АН УзССР, вып.6 I960.

I7. Макаренко Ф.А. - О закономерностях подземного питания рек. Докл.АН СССР, т.57, №5, I947.

I8. Овчинников А.М. - Общая гидрогеология, Госгеолиздат, М., I955.

I9. Полубаринова — Кочина П.Я. - Теория движения грунтовых вод. Госиздат техн. Теор.литер.,М., I952 .

20. Попов О.В. - Общие закономерности формирования подземного стока в реки на территории СССР . Труды ГГИ, вып. I22 Л.,I965.

2I. Раткович Д.Я. - Ориентировочный водохозяйственный баланс РСФСР. Водное хозяйство.Рассельхозиздат, М., I964.

22. Решеткина Н.М. - Регулирование и использование грунтовых вод долин р.Зарафшан. Изд. АН УзССР №5 , Ташкент, I952.

23. Светицкий В.П. - Дополнительные водные ресурсы Ферганской долины. Вопросы гидротехники, вып.20, Ташкент, I964 .

24. Султанходжаев А.М., Дусходжаев Х. Хусанова Л. - Об основном очаге разгрузки подземных вод Сыр-Дарьинского артезианского бассейна, Докл. АН УзССР, №9,I962 .

25. Седенко М.В. - Гидрогеология и инженерная геология, Госгеолиздат, М., I962.

26. Шульц В.Л. - Реки Средней Азии. Гидрометиздат,Л., I965.

27. Щеглова О.П. - О классификации рек Средней Азии по типу их питания.Докл.АН УзССР,№II,I96I.

В.К. ТЯН

ВЗАИМОСВЯЗЬ НАНОСНОГО РЕЖИМА ИСТОЧНИКА ОРОШЕНИЯ И ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Большая мутность р.Амударьи и малые уклоны орошаемой территории способствуют интенсивному заилению оросительной сети, очистка которой от заиления составляет основную часть эксплуатационных затрат. Уже сейчас на системы, забирающие воду из р.Амударьи, приходится более 30 млн.м^3 ежегодной очистки от наносов. В этих условиях разработка эффективных методов борьбы с заилением каналов имеет важное народнохозяйственное значение. Борьба с заилением каналов амударьинских оросительных систем ведется в основном путем осаждения избыточной мутности в различных отстойниках.

Несмотря на наличие отстойников, каналы оросительной сети интенсивно заиляются, особенно внутрихозяйственные. В основном очистка каналов механизирована, но все же значительный объём земляных работ производится вручную.

Для ликвидации ручного труда при очистке каналов или доведения ее до минимальной величины необходимо обеспечить такую степень осветления потока в отстойниках,при которой выходящая из него мутность соответствовала бы транспортирующей способности защищаемых каналов низшего порядка при отсутствии размыва старших каналов. Это может быть достигнуто рациональным размещением отстойчиков различных порядков и назначением оптимальной степени осветления потока в них. Для обоснованного выбора отстойников необходимо знать наносный режим всех звеньев оросительной сети в зависимости от наносного режима источника орошения.

Существующие методы расчета отстойников исходят из транспортирующей способности защищаемой сети и среднемноголетнего наносного режима источника орошения. Такое положение приводит к переосветлению потока в годы с малой мутностью, что влечет за собой необходимость очистки излишних объёмов из отстойников, зарастание каналов или размыв, а в годы с большой мутностью - заиление защищаемой сети.

В настоящей работе предлагается расчетная зависимость, позволяющая определить наносный режим оросительных систем в зависимости от наносного режима источника орошения. Назначение степени осветления потока по предлагаемой зависимости позволит дифференцировать выходящую из отстойника мутность, насколько это позволят конструкция и эксплуатационные качества самого отстойника и уровень развития метода прогнозирования наносного режима источника орошения.

Данными для вывода и проверки расчетной зависимости послужили исследования 1961г. на оросительных системах им.Ленина, Кызкеткен, а также 1963 и 1964 гг. на Ташсакинской, Пахта-Арнинской оросительных системах, проведенные автором под руководством И.И.Горошкова. Кроме того, были использованы материалы изучений (1952 г.) И.И.Горошкова на Кызкеткенской оросительной системе и данные экспериментов (1951 г.), А.В.Ефремова на Бассага-Керкинской оросительной системе.

Цель исследований 1951-1952 гг.- установление транспортирующей способности оросительной сети. Для этого вы-

бирались прямолинейные, не заросшие, по возможности без отводов участки с постоянным поперечным сечением, которые удовлетворяли бы условиям установившегося режима с критическим насыщением потока наносами. В опытах 1961-1964 гг. предусматривалось выявление наносного режима оросительных систем во взаимосвязи с наносным режимом источника орошения. Для этого были намечены ряд створов наблюдений, приуроченные к существующим гидрометрическим постам службы эксплуатации, узлам вододеления, головам отводов и к местам резкого изменения гидравлических элементов с тем,чтобы по возможности полнее охватить наблюдениями различные звенья оросительной сети.

Пробы взвешенных наносов отбирали последовательно, начиная от створа у головного водозабора, с учетом времени добега воды до нижерасположенных створов. Таким образом, последующие изменения мутности источника орошения не влияли на результаты исследований.

Из данных наблюдений за режимом мутности в звеньях оросительной сети отбирали только те, которые удовлетворяли условиям предельного насыщения потока наносами, что определялось постоянством мутности ρ между соседними створами. Наряду с постоянством мутности принималось во внимание и постоянство средней гидравлической крупности. Однако этот критерий не был решающим, так как погрешности в определении средней гидравлической крупности имеют значительную величину, что связано как с несовершенством метода фракционного анализа, так и влиянием различных случайных факторов при отборе проб.

За расчетные принимали значение мутности и размеры наносов выходного створа, их соотносили со средним гидравлическим элементом всего участка.

Отобранные данные (отдельно за каждую дату) наносили на график с прямоугольными координатами : по оси ординат откладывали значения нагрузки потока наносами $\lambda = \partial P \vec{u}$ а по оси абсцисс - произведения средней скорости потока, гидравлического радиуса и вертикальной составляющей скорости $\vartheta R w$ (рис.I).

Для примера приведены данные по Ташсакинской оросительной системе за I8 июня, 9 июля и 9 сентября I963г. (табл.I). На графике мы имеем незначительное количество точек за каждую дату. Это объясняется невозможностью дважды провести исследования при одном и том же наносном режиме источника орошения.

Так как отобранные данные соответствуют предельному насыщению потока наносами, можно принять,что абсолютная величина вертикальной составляющей скорости равна средней гидравлической крупности.

На рис.I точки, нанесенные отдельно за каждую дату, располагаются по параболе, которую можно выразить уравнением

$$\lambda = K(\vartheta R w)^n.$$

Найденные известным в математической статистике методом показатель степени " n " для всех кривых равен 0,5, а параметр "К" для данных за I8 июня составляет 2,7, за 9 июля- 2,2, 9 сентября - I,4.

При сопоставлении значений параметра "К" за различные даты видно, что величина его изменяется пропорционально го-

ловной мутности ρ_o , которая за эти же даты имеет следующие значения :

I8 июня	-	4,32 кг/м^3
9 июля	-	3,50
9 сентября	-	2,20

Анализ вышеприведенных данных показал, что отношение параметра "К" к головной мутности за каждую дату - постоянная величина, равная 0,63. Исходя из этого, можно написать уравнение, справедливое для семейства кривых :

$$\delta\rho\bar{u} = 0{,}63\rho_o (vRw)^{0.5}, \qquad (I)$$

где ρ - мутность в канале, кг/м^3,

$\bar{u}$ - средняя гидравлическая крупность ,мм/сек,

$\delta = \frac{\gamma_н - \gamma_в}{\gamma_н}$ - коэффициент Архимеда,

$\gamma_н$ и $\gamma_в$ - соответственно удельный вес наносов и воды (для амударьинских наносов $\gamma_н$ = 2,72, тогда δ =0,63),

ρ_o - мутность источника орошения, кг/м^3,

v - средняя скорость потока на участке, м/сек,

R - гидравлический радиус, м ,

w - вертикальная составляющая скорости.

Решая равенство (I) относительно ρ и зная,что δ = 0,63 , $w = \bar{u}$, имеем

$$\rho_к = \rho_o \sqrt{\frac{vR}{\bar{u}}} \qquad (2)$$

Полученная расчетная зависимость позволяет определить то количество наносов, которое устойчиво транспортируется различными звеньями оросительной сети в зависимос-

Гидравлические элементы и наносные характеристики звеньев каналов Ташсакинской оросительной системы.

Таблица I

Номер створа	I8 июня					
	Мутность (ρ), кг/м^3	Средняя гидравл. крупность ($\tilde{u}=w$), мм/сек	Скорость (v), м/сек	Гидравлический радиус (R), м	Нагрузка потока ($\lambda=\delta\rho\tilde{u}$)	vRw
I	4,32	2,02	I,20	2,I8	5,54	5,30
2	4,27	I,70	0,84	2,I6	4,60	3,08
3	3.6I	I,40	0,577	I,67	-	-
4	3,I4	I,48	0,59	I,74	2,95	I,52
5	3,26	0,98	0,85	I,40	2,03	I,I6
6	3,46	I,II	0,63	I,02	-	-
7	3,80	0,98	0,7I	0,80	2,36	0,55
8	3,90	I,36	0,55	I,I4	0,36	0,97
9	I,69	0,905	0,22	0,I8	0,97	0,036
I0	I,40	0,79	0,I5	0,28	0,703	0,033
II	-	-	-	-	-	-
I2	-	-	-	-	-	-
I3	-	-	-	-	-	-
I4	-	-	-	-	-	-
I5	-	-	-	-	-	-
I6	2,3I	-	0,I67	0,24	-	-
I7	2,I8	2,I5	0,094	0,35	2,95	0,07

Примечание: I - Ташсака, голова; 2 - Ташсака, I6 км; 3 - Шават, 34 км; 4 - Шават, 47 км; 5 - Шават 42 км; 6 - Куловат, голова; 7 - Куловат, конец отстойника; 8 - Куловат, ПК I60; 9 - Ит-Яб, голова; I0 - Ит-Яб, конец; II - Кенегес, голова; I2 - Кенегес, 6 км; I3 - Кенегес I6 км; I4 - Аяк-Яб, голова; I5 - Аяк-Яб, середина; I6 - Левый, голова; I7 - Левый, конец.

Продолжение

Номер створа	9 июля					
	мутность (ρ), кг/м^3	Средне-гидравлическая крупн. ($\bar{a}$; w) мм/сек	Скорость (v) м/сек	Гидравлический радиус (R), м	Нагрузка потока ($\lambda = \delta\rho\bar{u}$) кг/м^2.сек	vRw
I	3,50	2,90	I,33	2,50	6,45	2,60
2	3,92	I,82	0,9I2	2,45	4,52	4,07
3	2,88	I,30	0,66	I,65	-	-
4	2,29	0,95	0,64	I,88	I,98	I,I4
5	3,07	I,04	0,845	I,49	2,03	I,33
6	3,0I	0,93	0,6I	I,I6	I,78	0,78
7	2,84	0,73	0,44	I,23	I,3I	0,39
8	3,I8	0,54	0,545	I,37	-	-
9	2,24	0,92	0,I9	0,I9	I,3I	0,033
I0	2,08	0,4I	0,I6	0,I9	0,54	0,0I25
II	2,40	0,67	0,6I	I,07	I,02	0,437
I2	2,48	0,8I	0,486	0,82	I,27	0,32
I3	2,I6	0,48	0,23	0,59	0,66	0,065
I4	I,92	0,57	0,226	0,4I	0,695	0,053
I5	I,82	0,56	0,28	0,3I	0,65	0,049
I6	-	-	-	-	-	-
I7	-	-	-	-	-	-

ти от величины мутности источника орошения.

Проверка расчетной зависимости (2) по имеющимся материалам полевых исследований показала, что изменение мутности в различных звеньях оросительной сети зависит не только от наносного режима источника орошения и гидравлических элементов каналов, но и от к.п.д.оросительной системы до расчетного сечения.

Влияние к.п.д. системы на характер изменения мутности в звеньях оросительной сети устанавливали из условия

$$K_\eta = \frac{\rho_0 \sqrt{\frac{vR}{u}}}{\rho_к}$$

Из всего количества данных по каждому створу определяли его среднеарифметическое значение (табл.2). Затем среднеарифметическое значение K_η и соответствующий этому створу коэффициент полезного действия системы наносились на график $K_\eta = f(\eta)$.

Нанесенные на график (рис.2) точки довольно хорошо располагаются по кривой, которую можно выразить уравнением гиперболы :

$$K_\eta = \frac{\eta - 0.45}{0.44\eta + 0.03} \qquad (3)$$

Введя в уравнение (2) параметр, учитывающий к.п.д.системы (3) получим

$$\rho_\varphi = \frac{\rho_0}{K_\eta}\sqrt{\frac{vR}{u}} = \rho_0 \frac{0.44\eta + 0.03}{\eta - 0.45}\sqrt{\frac{vR}{u}} \qquad (4)$$

Здесь η - коэффициент полезного действия и

K_η - параметр, учитывающий к.п.д.системы до расчетного сечения.

Таблица 2

Осредненные значения гидравлических элементов и наносные характеристики Амударьинских ирригационных систем

Номер участка	Длина участка (l), км	Расход (Q), $м^3$/сек	Скорость (v), м/сек	Гидравлический радиус (R), м	Мутность при наблюдении ($\rho_н$), кг/$м^3$	Средняя гидравлическая крупн. ($\bar{u}$), мм/сек	Мутность вычисл. ($\rho_в$), кг/$м^3$	Параметр зависящий от к.п.д. K_η	К.П.Д. η
			Ленинская оросительная система 1961 г.						
I	3,0	78,15	0,63	2,25	2,37	I,36	2,67	I,II	0,99
2	7,0	79,II	0,77	2,54	2,83	I,60	2,88	I,II	0,97
3	8,0	2,74	0,37	0,90	2,9I	I,48	I,38	0,47	0,59
4	5,0	I,67	0,34	0,78	2,37	I,27	I,I5	0,47	0,55
			Кызкеткенская 1961 г.						
5	25,0	I08,2	0,73	2,7I	2,23	I,50	2,40	I,07	0,93
6	30,0	36,4	0,66	I,64	3,25	I,90	3,I6	0,84	0,80
7	5,0	I,7	0,37	0,63	2,76	2,68	I,77	0,64	0,6I
8	2,0	0,6	0,34	0,47	2,I3	I,I2	I,25	0,58	0,6I

Примечание: I - Ленина, ПК I-ПК 30; 2 - Ленина, ПК 30-Джанаяб; 3 - Ак-Яб, голова-середина; 4 - Ак-Яб, середина-конец; 5 - Кызкеткен, голова-развилка; 6 - Кегейли, голова-граница; 7 - Октябрь-Арна, голова-середина; 8 - Октябрь-Арна, середина-конец.

Продолжение

Кызкеткенская 1952 г.

26	116,5	0,96	2,11	4,49	1,62	4,76	1,08	0,995
27	118,3	1,0	2,22	4,82	1,44	6,77	1,15	0,95
28	44,73	0,798	1,90	4,60	1,44	4,53	0,98	0,855
29	9,65	0,59	1,09	5,51	1,18	4,11	0,76	0,76
30	7,30	0,57	0,97	4,98	1,27	3,24	0,65	0,645
31	3,97	0,475	0,89	4,13	1,16	2,73	0,66	0,645
32	4,2	0,494	0,92	4,35	1,26	2,88	0,66	0,645
33	3,35	0,52	0,69	5,93	1,12	2,90	0,49	0,61
34	1,40	0,50	0,46	6,56	1,31	2,29	0,38	0,57
35	1,48	0,396	0,57	3,86	1,02	2,04	0,53	0,60
36	0,024	0,26	0,095	3,10	0,70	0,67	0,22	0,51
37	0,099	0,35	0,183	5,41	1,09	1,07	0,20	0,50
38	0,067	0,32	0,134	4,38	0,98	0,924	0,213	0,50

Примечание: 26 - Кызкеткен, ПК 18+50-ПК 30; 27 - Кызкеткен, ПК 168+65 - ПК 176+26;
28 - Кегейли, ПК 177 - ПК 190; 29 - Кегейли, 68 км, ПК 16+3 - ПК 5+68;
30 - Ленин-Яб, ПК 2+50 - ПК 23; 31 - Октябрь-Арна, ПК-16 ПК 25+38;
32 - Октябрь-Арна, ПК 3 - ПК 0+41; 33 - Октябрь-Яб, ПК 3+31 - ПК 34+50
34 - Киров-Ача, ПК 33+31 - ПК 40; 35 - Киров-Яб, ПК 2+40 - Пк 13;
36 - Отвод Джилв.Яба на ПК 30+50; 37 - Отвод Ленин-Яба на ПК 14+42;
38 - Отвод Ленин-Абада на ПК 8+91

Продолжение

Пахтаарнинская 1964 г.

9	0,6	19,91	0,66	1,21	2,09	1,15	2,33	1,13	0,92
10	0,8	16,08	0,57	1,28	2,42	1,28	2,34	0,985	0,874
11	6,0	0,365	0,43	0,26	1,32	0,67	1,15	0,86	0,73
12	0,3	0,013	0,16	0,092	1,12	0,18	0,79	0,70	0,66

Ташсакинская 1963-1964 г.г.

13	42	77,2	0,70	4,60	2,89	1,37	3,07	1,05	0,79
14	33	64,17	0,70	2,03	3,10	1,38	3,20	1,02	0,885
15	4	10,76	0,54	1,13	2,46	0,96	2,38	0,94	0,89
16	12	8,42	0,51	1,14	2,85	1,11	2,59	0,92	0,845
17	0,5	0,075	0,19	0,22	1,62	0,65	0,94	0,59	0,62
18	6,0	3,59	0,51	0,85	2,41	1,06	2,15	0,895	0,825
19	0,6	0,26	0,26	0,40	1,55	0,98	1,40	0,69	0,69
20	1,0	0,085	0,17	0,22	1,13	0,81	0,80	0,69	0,66
21	1,4	0,092	0,20	0,268	1,65	1,23	0,72	0,47	0,57

Бассагакеркинская 1951 г.

22	6,5	0,638	0,27	0,56	1,26	0,65	1,43	1,09	0,925
23	0,57	0,20	0,18	0,38	1,20	0,30	1,55	1,24	0,91
24	2,8	0,785	0,44	0,42	3,12	0,51	2,18	0,89	0,77
25	0,46	0,227	0,20	0,27	1,33	0,28	1,48	1,07	0,76

Примечание: 9- Боз-Яб, ПК-0 ПК-6; 10-Боз-Яб, ПК 0-8; 11-Ходжа-Забир, голова-конец; 12-Левый, голова-конец; 13-Шават, 47-42 км; 14-Палван-газават, 34-67 км; 15-Куловат, голова-конец отстойника; 16-Куловат, конец отстойника - ПК 160; 17-Тут-Яб, голова-конец; 18- Кенегес, голова 6 км; 19-Аяк-Яб, голова-середина; 20-Аяк-Яб, середина-конец; 21-Туяк-Яб, голова-конец; 22-Межколхозный канал I уч. г/п 3-4; 23-Колхозный канал I уч. г/п 5-6; 24-Межколхозный канал II уч. г/п 2-3; Колхозный канал II уч. г/п 4-5.

Продолжение *таблицы I*

Номер створа	9 сентября					
	Мутность (ρ), кг/м^3	Средне-гидравл. крупн. ($\bar{u}=w$), мм/сек	Скорость (v), м/сек	Гидравл. радиус (R), м	Нагрузко потока ($\lambda=\delta\rho\bar{u}$), кг/м^2.сек	v
I	2,20	I,8I	I,20	2,I8	2,50	4,
2	2,46	2,75	0,8I	I,94	-	-
3	2,43	2,I0	0,96	I,62	3,24	3,
4	I,62	I,0I	0,66	I,82	-	-
5	I,40	0,85	0,86	I,59	-	-
6	I,37	I,84	0,I64	0,24	-	-
7	0,97	0,08	0,I38	0,26	-	-
8	I,62	0,50	0,44	0,835	0,5I5	0,
9	I,63	0,66	0,302	0,705	0,685	0,
I0	0,95	2,I0	0,I7I	0,69	-	-
II	I,0I	0,09	0,093	0,427	-	-
I2	0,75	0,07	0,253	0,I95	-	-
I3	0,79	0,I6	0,I62	0,333	0,08	0,
I4	0,75	2,56	0,246	0,27I	I,22	0,
I5	-	-	-	-	-	-
I6	-	-	-	-	-	-
I7	-	-	-	-	-	-

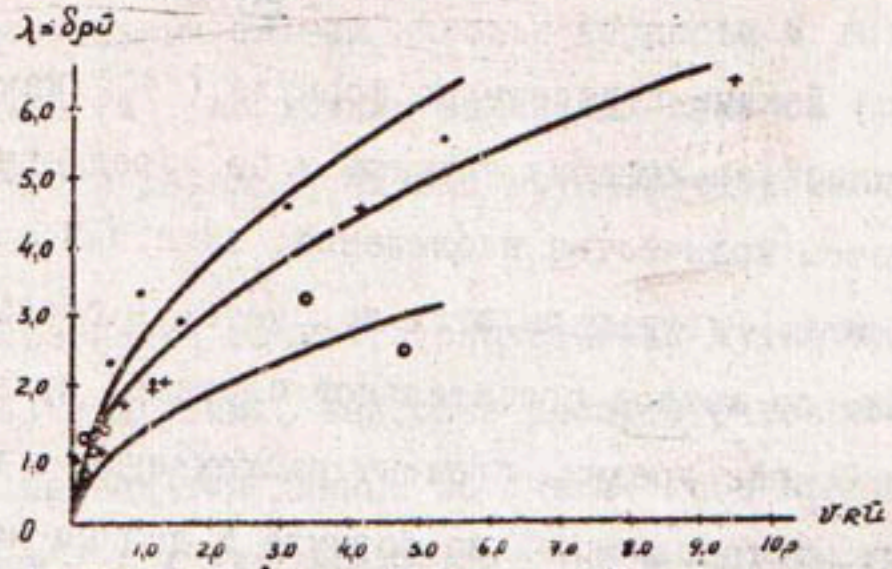


Рис.1. График $\lambda = K\ (VRw)^{n}$
Зависимость нагрузки потока от гидравлических элементов каналов: I-I8 июня; 2-9 июля; 3-9 сентября.

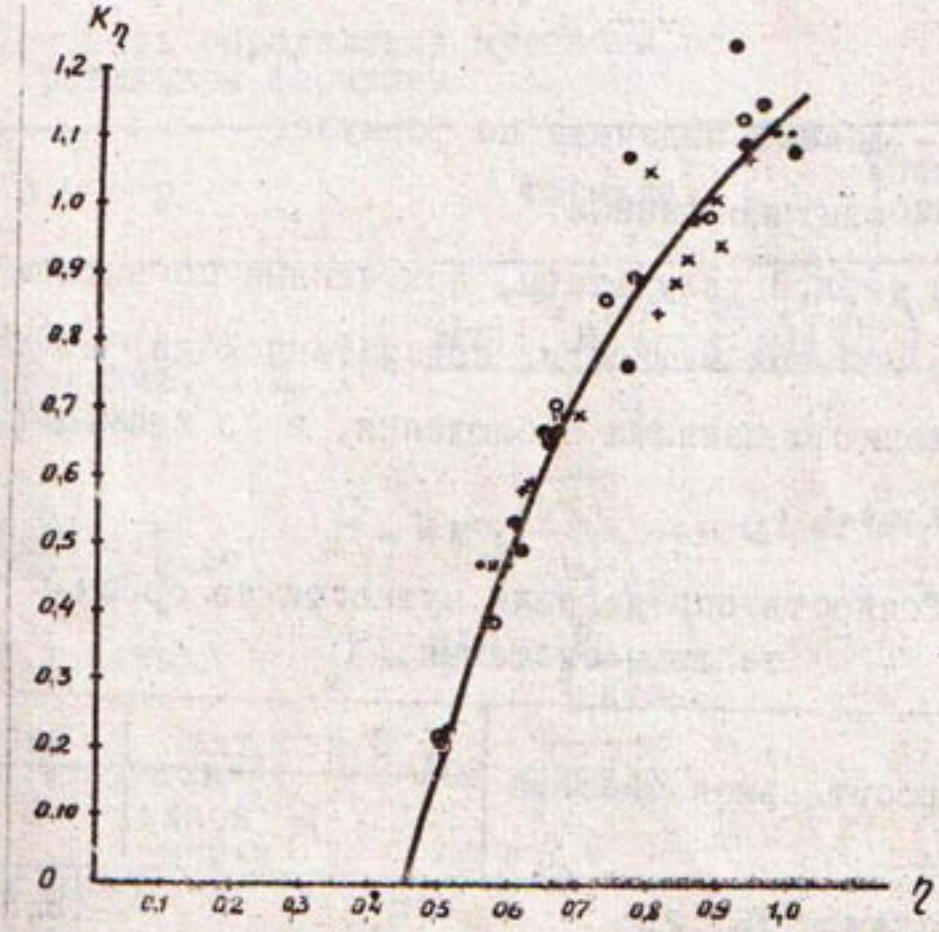


Рис.2. График $K_\eta = f\ (\eta)$. Зависимость параметра от к.п.д. системы: • - Ленинская оросительная система 1961 г.; + - Кызкеткенская оросительная система 1961 г.; ∘ - Пахтаарнинская оросительная система 1964 г.; × - Ташсакинская оросительная система 1963-1964 гг.; • - Кызкеткенская оросительная система 1952 г.; • - Бассагакеркинская оросительная система 1951 г.

Данные подсчета по формуле (4) каждого опыта осреднялись по каждому участку и по осредненным величинам, с учетом количества наблюдений, вычислялся процент расхождения. Результаты этих подсчетов в обобщенном виде, отдельно по каждой оросительной системе, приводятся в таблице 3, где средний процент расхождения в выявлении мутности, установленной по формуле и данным наблюдения, определялся из отношения

$$P = \frac{\rho_ф - \rho_н}{\rho_н} 100\% \qquad (5)$$

где

$\rho_ф$ - данные подсчета по формуле,

$\rho_н$ - опытные данные

В табл.3 результаты, полученные со знаком (+), показывают избыток мутности, подсчитанной по формуле (4), по сравнению с данными наблюдения, а со знаком (-) -недостаток ее.

Таблица 3

Точность определения мутности по оросительным системам

Оросительная система	С избытком		С недостатком	
	%	колич. данных	%	колич. данных
Ленинская, 1961 г.	+16,8	6	-13,3	5
Кызкеткенская, 1961г.	+22,3	5	-22,5	4
Пахтаарнинская, 1964г.	+22,8	6	- 9,5	8
Ташсакинская, 1963-64гг.	+20,0	19	-16,7	22
Кызкеткенская, 1952г.	+17,9	45	-15,6	50
Бассага-Керкинская, 1951г.	+32,0	16	-28,0	9
Среднее	+21,2	97	-16,6	98

Для наглядности на графике $\rho_ф = f(\rho_н)$ нанесены значения мутности, полученные при наблюдениях на

каналах оросительных систем низовья Амударьи и вычисленные по формуле (4), по данным единичных замеров (рис.3). Как видно, точки довольно близко группируются около прямой.

Для сравнения точности определения мутности по уравнению (4) с другими, наиболее распространенными формулами нами приводятся данные подсчета, произведенные А.В.Ефремовым / I / для Кыз-кеткенской и Бассага-Керкинской оросительных систем (табл.4), а также по формуле Ю.Г.Иваненко / 3 /.

Таблица 4

Точность определения мутности по различным формулам

Автор	Формула	Общие средние отклонения,%
САНИИРИ (А.Н. Гостунский, И.И. Горошков)	$\rho = \frac{6420\, i^{3/2} R^{1/2} (1 - \frac{v_0}{v}) A \left(\frac{R}{h_{cp}}\right)^4}{\bar{u}}$	+ 38,7 - 25,3
Е.А.Замарин (ГОСТ-3908-47)	$\rho = 11 v \sqrt{\frac{vRi}{\bar{u}}}$ при $0,4 \leq \bar{u}$	+ 0 - 76,2
А.Г.Хачатрян	$\rho = 0,69 \frac{v^{3/2}}{\sqrt[3]{R\bar{u}}}$	+ I4,4 - 4I,8
С.Г.Чекулаев	$\rho = 400 \sqrt{vRi}$	+ 34,I - 42,4
Г.О.Хорст	$\rho = \frac{40\, vRi}{\bar{u}}$	+ 27,9 - 55,4
Г.Ө.Хорст	$\rho = \frac{45\, v^{3/2} R^{1/2} i}{\bar{u}}$	÷ 2I,I - 48,6
С.А.Гиршкан	$\rho = \frac{d}{\bar{u}} Q^{0,4} \cdot i_0$	+ 35,6 - 59,5
С.Х.Абальянц	$\rho = 18 \frac{v^3}{R\bar{u}}$	+ 4I,7 - 40,0

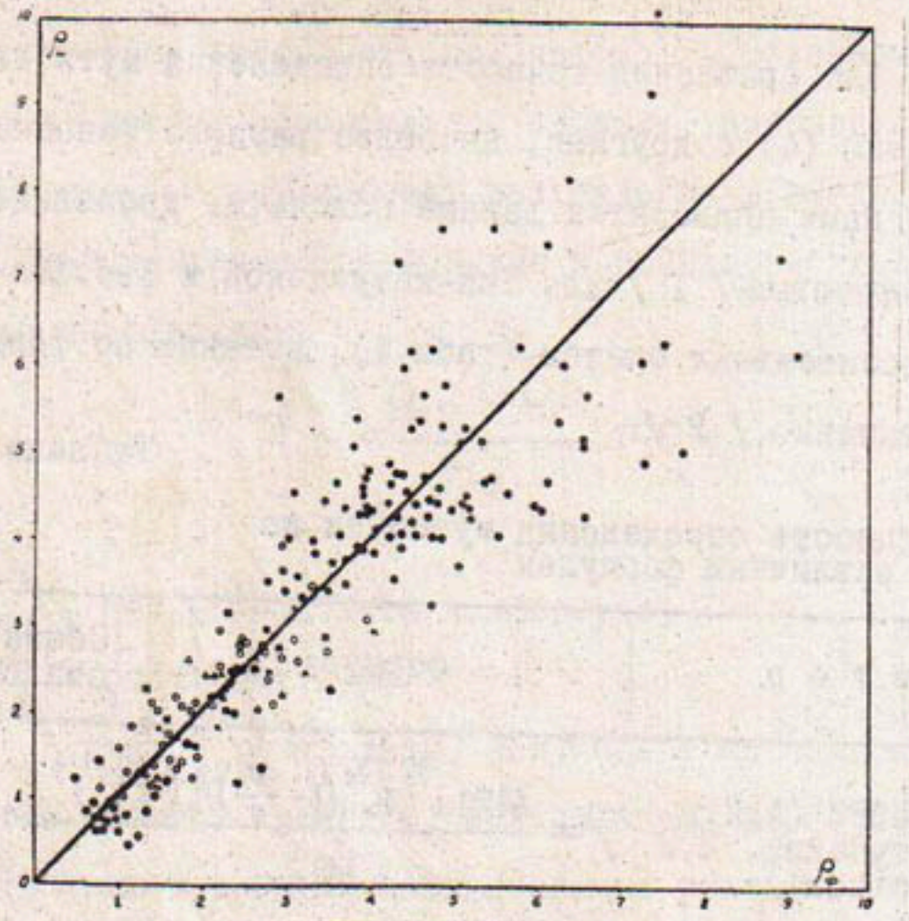


Рис.3. Вычисленные и полученные под наблюдением значения мутности амударьинских оросительных систем : X - Ленинская о.с. 1961 г., ■ - Кызкеткенская о.с. 1961 г., Δ - Пахтаарнинская о.с. 1964 г.; o - Ташсакинская о.с. 1963-1964 гг.; ● - Кызкеткенская о.с. 1952 г.; ⊗ - Бассагакеркинская о.с. 1951 г.

Автор	Формула	Общие средние отклонения, %
Дополненная формула ГОСТА	$\rho = 11\upsilon\sqrt{\frac{\upsilon R i}{\bar{u}}}\cdot\left(\frac{400}{Q}\right)^{0,2}$	+ 29,7 - 30,9
Ю.Г.Иваненко	$\rho = \frac{57\gamma^2\upsilon^3}{(\gamma_1-\gamma)\bar{u}\cdot C^2\cdot h_{cp}}\left(1-\frac{i_{кр}}{i}\right)$	+ 19,7 - 11,8
Формула (4)	$\rho = \frac{\rho_0}{K_\eta}\sqrt{\frac{\upsilon R}{\bar{u}}}$	+ 21,2 - 16,6

КПД каналов амударьинских оросительных систем

Потери воды на единицу длины в каналах амударьинских оросительных систем определяли по формуле акад.А.Н. Костякова / 4 / :

$$\delta = \frac{1.9}{Q^{0,4}} \qquad (6)$$

которая рекомендуется для средних по водопроницаемости грунтов; а общие потери, как для отдельных участков, так и для всей оросительной системы, устанавливали по /рис.4/ схематической карте ирригационной сети низовий Амударьи. Причем, кпд каналов Кызкеткенской оросительной системы в изучениях 1951 г. были приняты на основании данных, приведенных в научно-технических отчетах И.И.Горшкова и А.В.Ефремова за эти же годы.

В табл. 2 приведены кпд оросительной сети до расчетного сечения и соответствующие им параметры K_η .

Принятая в наших расчетах формула акад.Костякова, для определения потери воды в каналах дает некоторое за-

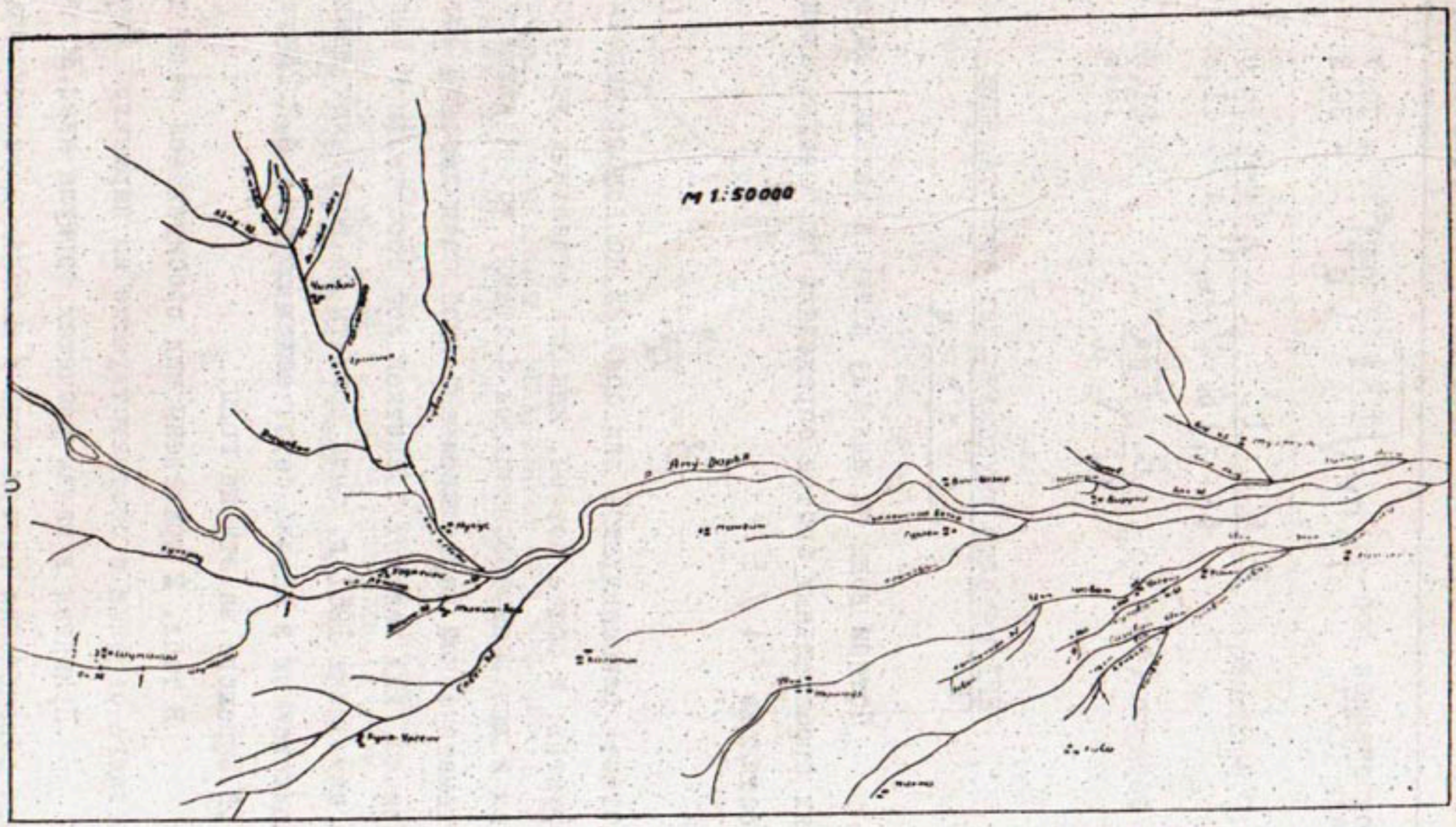


Рис.4. Схематическая ирригационная карта низовья р.Амударьи.

вышение устанавливаемой величины для амударьинских оросительных систем. Так, по данным С.Л.Киркина / 2 / параметр "А" - числитель правой части формулы (6) - для Бассага-Керкинской оросительной системы в среднем равен - I,6, для канала Шават Ташсакинской оросительной системы - I,2 , канала Кызкеткен - I,4.

В научно-техническом отчете А.В.Ефремова за I953г. для Бассага-Керкинской оросительной системы и Н.Бекимбетова за I96I г. для Кызкеткенской оросительной системы этот параметр близок (с недостатком) к I,9.

Из изложенного выше видно,что для всех оросительных систем к.п.д. несколько занижен ; это нашло свое отражение в завышении расчетного значения мутности,вычисленной по формуле (4), по сравнению с наблюдениями (табл.3).

Принятая головная мутность в оросительных системах

При выводе и проверке расчетной зависимости (4) за начальную принималась мутность, непосредственно поступившая в головной канал оросительной системы.

Во всех оросительных системах, за исключением Кызкеткенской, за расчетное принималось значение мутности, замеренной на головном гидрометрическом посту (Ташсакинская о.с., I963-I964 гг. и Кызкеткинская о.с.,I96I г.) или мутности начального участка подводящего канала (им.Ленина I96I г., Пахтаарнинской о.с.I964 г.,Бассага-Керкинской о.с. I95I г.).

По Кызкеткенской о.с. (1952 г.) за расчетную принималась средняя мутность по двум створам, расположенным по ПК 6+80 и ПК 18+50. В величине мутности на этих створах за 25 июня имелось большое расхождение , в то время как за другие даты этого не наблюдалось. Следовательно, здесь была допущена ошибка в лабораторном анализе или небрежность во взятии проб. Поэтому, не отдавая предпочтение ни одному из этих створов, мы приняли их средние величины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремов А.В. - Результаты проверки формул транспортирующей способности потока. Труды САНИИРИ № 91, Ташкент, 1958.

2. Миргин С.Л. - Коэффициент полезного действия оросительных систем Средней Азии и пути его повышения. Труды Арало-Каспийской экспедиции, вып. III. М., 1954.

3. Иваненко Ю.Г. - Обобщенное уравнение транспортировки потоком влекомых и взвешенных наносов. Изв.АН УзССР №6, 1964.

4. Костяков А.Н. - Основы мелиорации. Сельхозгиз, 1960.

И.А.Енгулатов, Е.Калханов

Неустановившаяся фильтрация воды из каналов при наличии испарения

В данной статье рассматривается случай, когда поток грунтовых вод находится в предельном состоянии в смысле расходования его на испарение (Δ₀) .

В последующие этапы времени за счет фильтрации воды из каналов грунтовые воды поднимаются и расходуются на испарение. Интенсивность испарения по мере приближения этих вод к дневной поверхности возрастает, а скорость подъёма уменьшается, и в некоторый момент времени уровень грунтовых вод достигает стабильного положения.

Последнее может установиться на глубине ниже или выше критической, рекомендуемой для конкретных условий местности. В этих условиях задача сводится к прогнозу трех положений, имеющих важное водохозяйственное значение:

а)определение той глубины,на которой грунтовые воды могут быть стабилизированы под влиянием приходно-расходных факторов (фильтрация воды и испарение) ;

б)установление времени достижения уровнем грунтовых вод критического положения после ввода в эксплуатацию оросительных каналов с тем,чтобы своевременно принять меры для предотвращения дальнейшего повышения горизонта грунтовых вод ;

в)выяснение динамики потерь воды на фильтрацию из оросительных каналов в начальный момент их эксплуатации.

Решить поставленную задачу можно путем применения уравнения неустановившегося движения с постоянно действующим фактором испарения на полях $(-q)$.

Неустановившуюся фильтрацию при наличии испарения грунтовых вод в плоской системе координат (поток одномерный) можно определить по уравнению

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \mathcal{D}^2 \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} - \frac{q}{m} \; ; \qquad (I)$$

где $\mathcal{D}^2 = \frac{K T_{cp}}{m}$;

K - коэффициент фильтрации водоносного слоя ;

m - свободная порозность ;

T_{cp} - средняя мощность потока грунтовых вод ;

t - время, отсчитываемое от исходного положения, когда грунтовые воды залегают на глубине Δ_0 (рисунок I);

q - интенсивность испарения грунтовых вод, определяемая по формуле С.Ф.Аверьянова :

Здесь $$q = q_0 \left(1 - \frac{\Delta}{\Delta_0}\right)^{\beta} \qquad (2)$$

q_0 - максимальная интенсивность испарения с поверхности почвы при высоком стоянии грунтовых вод (она может быть принята равной испаряемости) ;

Δ_0 - предельная глубина грунтовых вод, выше которой происходит испарение ;

β - показатель степени, который в обычных условиях $\beta > 1$

Введя зависимость (2) в уравнение (I) получим :

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \mathcal{D}^2 \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} - \frac{q_0}{m} \left(1 - \frac{\Delta}{\Delta_0}\right)^{\beta} \qquad (3)$$

При $\beta > 1$ зависимость (3) превращается в нели-

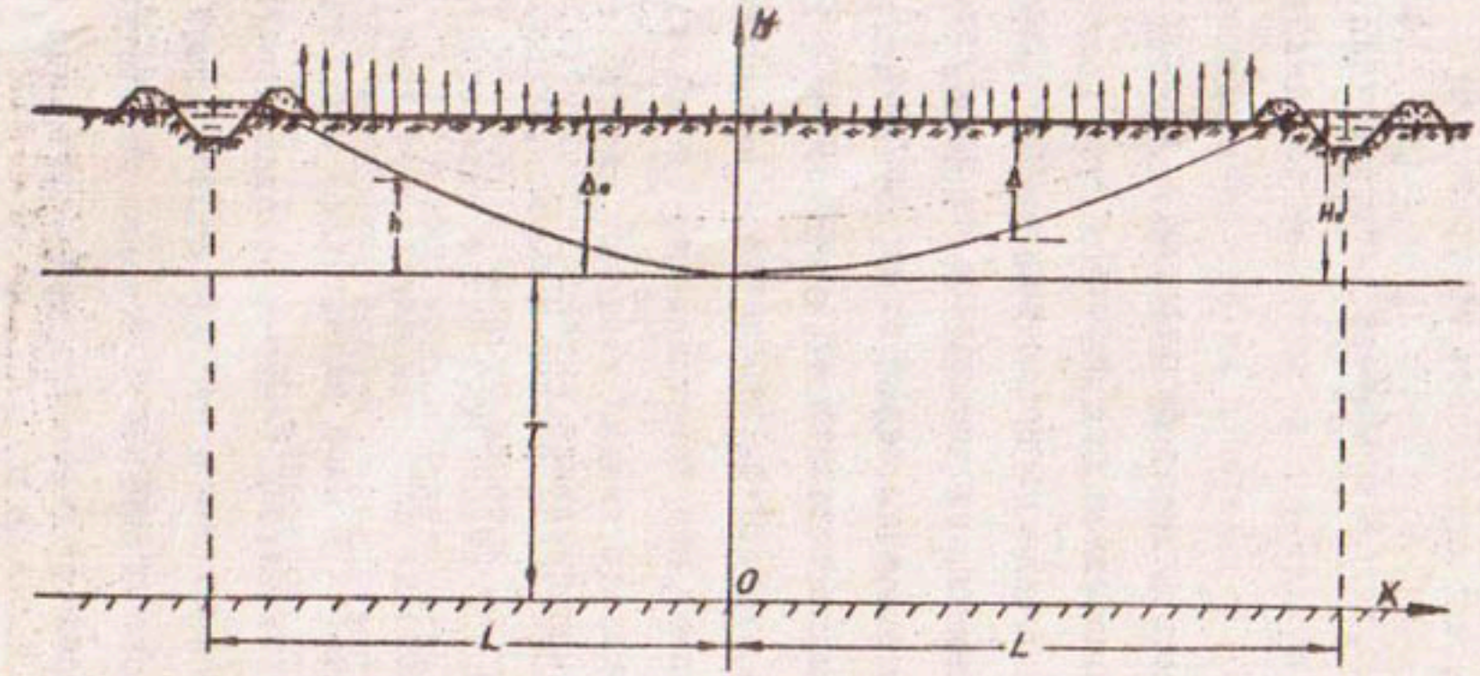


Рис.I. Расчетная схема фильтрации воды из каналов

нейное уравнение, решение которого сопряжено с большими трудностями. Мы считаем, что уравнение (2) с некоторыми погрешностями можно привести к показателю степени $\beta = 1$, тогда проблема разрешима.

В уравнение (3) введем относительные величины:

$$\bar{h}(\bar{x},\bar{t}) = \frac{h(x,t)}{H_0}; \quad \bar{X} = \frac{x}{L}; \quad \bar{t} = \frac{t}{\tau}; \quad \tau = \frac{m L^2}{K T_{ср}}$$

(τ - время стабилизации) . Получим :

$$\frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{t}} = \frac{\partial^2 \bar{h}}{\partial \bar{x}^2} - \frac{q_0 L^2}{K T_{ср} H_0}\left(1 - \frac{\Delta}{\Delta_0}\right). \qquad (4)$$

Формула (4) после подстановки значений $\eta_0 = \frac{q_0 L^2}{K T_{ср} H_0}$

$\Delta = H_0 - h$ примет вид

$$\frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{t}} = \frac{\partial^2 \bar{h}}{\partial \bar{x}^2} - \eta_0\left(1 - \frac{1-\bar{h}}{\Delta_0 / H_0}\right). \qquad (5)$$

Дальнейшее преобразование

$$\left(1 - \frac{\Delta}{\Delta_0}\right) = \left(1 - \frac{1-\bar{h}}{\Delta_0 / H_0}\right) = \sigma(\bar{x}\bar{t})\, e^{-\frac{\eta_0 H_0}{\Delta_0}\cdot \bar{t}} \qquad (6)$$

приводит зависимость (5) к простейшему уравнению теплопроводности :

$$\frac{\partial \sigma}{\partial t} = \frac{\partial^2 \sigma}{\partial \bar{x}^2} \qquad (7)$$

Последнее уравнение решаем последовательным методом при следующих начальных и граничных условиях :

1. $\bar{t} = 0$; $\bar{h} = 0$; $\sigma = \sigma_0 = 1 - \frac{H_0}{\Delta_0}$ на всей числовой оси, т.е. $-1 \leqslant \bar{x} \leqslant +1$;

2. $\bar{t} > 0$; $\bar{h} = 1$ $\sigma = e^{\frac{\eta_0 H_0}{\Delta_0}\cdot \bar{t}}$ при $\bar{X} = \pm 1$ (8)

3. $\bar{t} > 0$; $\frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{x}} = 0$; при $\bar{X} = 0$

При указанных условиях (8) уравнение (7) будет иметь следующее решение:

$$\bar{\sigma}(\bar{x},p)=\left[\frac{1}{p-a}-\frac{\sigma_0}{p}\right]\frac{ch\bar{x}\sqrt{p}}{ch\sqrt{p}}+\frac{\sigma_0}{p} \qquad (9)$$

Учитывая разложение вида

$$\frac{1}{ch\sqrt{p}}=2\left(e^{-\sqrt{p}}-e^{-3\sqrt{p}}+e^{-5\sqrt{p}}-e^{-7\sqrt{p}}+\ldots\right),\text{ получим}$$

$$\frac{ch\bar{x}\sqrt{p}}{ch\sqrt{p}}=\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}e^{-(2n-1-\bar{x})\sqrt{p}}+\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}e^{-(2n-1+\bar{x})\sqrt{p}}$$

При совместном решении уравнений (9) и (10) имеем:

$$\bar{\sigma}(\bar{x},p)=\left(\frac{1}{p-a}-\frac{\sigma_0}{p}\right)\left[\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}e^{-(2n-1-\bar{x})\sqrt{p}}+\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}e^{-(2n-1+\bar{x})\sqrt{p}}\right]+\frac{\sigma}{p}$$

(1.104)

Переходя от изображения к оригиналу и учитывая подстановку (6), получим общее решение равенства (7) :

$$h(\bar{x},\bar{t})=1-\frac{\Delta_0}{H_0}+\frac{\Delta_0}{2H_0}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\left\{\exp\left[-\sqrt{a}(2n-1-\bar{x})\right]\times erfc\left(\frac{2n-1-\bar{x}}{2\sqrt{\bar{t}}}-\sqrt{a}\right.\right.$$

$$+\exp\left[\sqrt{a}(2n-1-\bar{x})\right]\times erfc\left(\frac{2n-1-\bar{x}}{2\sqrt{\bar{t}}}+\sqrt{a\bar{t}}\right)\Big\}+\frac{\Delta_0}{2H_0}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\Big\{\exp\Big[-\sqrt{a}(2n-1+\bar{x})\Big]$$

$$\times erfc\left(\frac{2n-1+\bar{x}}{2\sqrt{\bar{t}}}-\sqrt{a\bar{t}}\right)+\exp\left[\sqrt{a}(2n-1+\bar{x})\right]\ erfc\left(\frac{2n-1+\bar{x}}{2\sqrt{\bar{t}}}+\sqrt{a\bar{t}}\right)\Big\}-$$

$$-\left(\frac{\Delta_0}{H_0}-1\right)e^{-a\bar{t}}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\left[erfc\left(\frac{2n-1-\bar{x}}{2\sqrt{\bar{t}}}\right)+erfc\left(\frac{2n-1+\bar{x}}{2\sqrt{\bar{t}}}\right)\right]+$$

$$+e^{-a\bar{t}}\left(\frac{\Delta_0}{H_0}-1\right) \qquad (11)$$

где $erfc(x)=1-\Phi(x)$,

$\Phi(z)$ функция Крампа, значение которой имеется в таблицах и справочниках ;

$$a = \frac{q_0 L^2}{K T_{ср} \cdot \Delta_0} = \frac{Q_0^2}{Q_{0\partial}^2} ;$$

$Q_0 = L \cdot q_0$ - максимальное испарение с поверхности земли, равное испаряемости ;

$Q_{0\partial} = \sqrt{K \cdot T_{ср} \Delta_0 q_0}$ - расход из одиночного канала в одну сторону для установившегося режима / I /.

Проверка решения (II) состоит в выяснении соответствия его начальному и конечному условиям.

Действительно, соответствующие подстановки дают :

а) при $\bar{t} = 0$ $\quad \bar{h}(\bar{x}, 0) = 0$;

б) при $\bar{x} = 1$ $\quad \bar{h}(1, \bar{t}) = 1$

Производная по X из зависимости (II) имеет следующие градиенты :

посредине , между каналами $\left.\frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{x}}\right|_{\bar{x}=0} = 0$;

в створе канала $\left.\frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{x}}\right|_{\bar{x}=1} = \frac{\Delta_0 \cdot \sqrt{a}}{H_0} \cdot \Phi(\sqrt{a\bar{t}}) +$ (12)

$$+ \frac{1}{2\sqrt{\pi \bar{t}}} \cdot e^{-a\bar{t}} + \frac{\Delta_0 \sqrt{a}}{H_0} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left[\exp(-2n\sqrt{a}) \operatorname{xerfc}\left(\frac{n}{\sqrt{\bar{t}}} - \sqrt{a\bar{t}}\right) - \right.$$
$$\left. - \exp(2n\sqrt{a}) \operatorname{xerfc}\left(\frac{n}{\sqrt{\bar{t}}} + \sqrt{a\bar{t}}\right) \right] + \frac{1}{\sqrt{\pi t}} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot e^{-\left(\frac{n^2}{\bar{t}} + a\bar{t}\right)} ;$$

Расход же воды на фильтрацию из оросительного канала в обе стороны (при X= $\pm$ I) в этом случае определяется из выражения

$$Q_{\bar{x}=1} = \frac{2K T_{ср} H_0}{L} \left(\frac{\partial h}{\partial \bar{x}}\right)_{\bar{x}=1} = \frac{2K T_{ср} H_0}{L} \left\{ \frac{\Delta_0 \sqrt{a}}{H_0} \cdot \Phi(\sqrt{a\bar{t}}) + \right.$$
$$+ \frac{1}{2\sqrt{\pi \bar{t}}} e^{-a\bar{t}} + \frac{\Delta_0 \sqrt{a}}{H_0} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left[\exp(-2n\sqrt{a}) \operatorname{xerfc}\left(\frac{n}{\sqrt{\bar{t}}} - \sqrt{a\bar{t}}\right) - \right.$$

$$-\exp\left(2n\sqrt{a}\right)\operatorname{erfc}\left(\frac{n}{\sqrt{t}}+\sqrt{a\bar{t}}\right)\Big]+\frac{1}{\sqrt{\pi\bar{t}}}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\cdot e^{-\left(\frac{n^2}{\bar{t}}+a\bar{t}\right)}\Bigg\} \quad (13)$$

Из (I3) следует, что при $\bar{t}\longrightarrow 0$ $Q_{\bar{x}=1}\longrightarrow\infty$,

а при $\bar{t}\to\infty$ $Q_{\bar{x}=1}=Q_{\infty}\left[1+2\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n e^{-2n\sqrt{a}}\right]$

Это обстоятельство показывает, что потери воды на фильтрацию по мере эксплуатации канала убывают, что сообразуется с реальной действительностью.

Дифференцирование уравнения (II) по времени $\bar{t}$ приводит к формуле скорости подъёма грунтовых вод, которая для $X = 0$ имеет вид

$$V(0,\bar{t})=V_{\bar{x}=0}=\frac{1}{2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}(2n-1)}{\bar{t}\sqrt{\pi\bar{t}}}\cdot e^{\left[-(2n-1)^2/4\bar{t}-a\bar{t}\right]}$$

$$+2a\left(\frac{\Delta_0}{H_0}-1\right)e^{-a\bar{t}}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\operatorname{erfc}\left(\frac{2n-1}{2\sqrt{\bar{t}}}\right)-a\left(\frac{\Delta_0}{H_0}-1\right)e^{-a\bar{t}}$$

Из выражений (II), (6) следует, что при $\bar{t}\to\infty$ уровень грунтовых вод устанавливается на глубине Δ, которая определяется по формуле

$$\Delta=\Delta_0\left(1-2\varphi\right) \quad (15)$$

где: $$\varphi=\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\,e^{-\sqrt{a}\,(2n-1)}$$

Функция (φ) быстро сходится к пределу, и в расчетах можно ограничиться значением $n = 3$.

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. А в е р ь я н о в С.Ф. - Фильтрация из каналов и ее влияние на режим грунтовых вод. Сб."Влияние оросительных систем на режим грунтовых вод, Изд-во АН СССР,I956 .

2. П о л у б а р и н о в а - К о н ч и н а П.Я.- О динамике грунтовых вод при поливах. ПММ т.ХУ, вып.6, I95I.

3. Л ы к о в А.В. - Теория теплопроводности, М., ГТТИ, I952.

В.Н.МАШКОВ

К ВОПРОСУ ВЫБОРА И РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ВОДОПОДЪЕМНЫХ СРЕДСТВ НА ПУСТЫННЫХ ПАСТБИЩАХ УЗБЕКИСТАНА

Пустынные и полупустынные пастбища, занимающие около 65% территории Узбекистана, - основная кормовая база овцеводства. Кормовые запасы на территории этих пастбищ позволяют содержать 8-10 млн. голов овец (в приведенном исчислении).

Узбекским пастбищно-мелиоративным строительным трестом построено на территории этих пастбищ в целях водоснабжения более 3,5 тыс.инженерных шахтных колодцев и более 800 буровых скважин, причем, около 250 скважин самоизливающиеся. Территория пастбищ, обводненная этими водоисточниками, составляет более 20 млн.га. Кроме того, около 3 млн.га пустынных пастбищ обводнено колодцами старого типа и родниками.

Ввиду малого дебита колодцев старого типа и бесплановости строительства в отдельных местах сеть их сильно загущена. При реконструкции водопойных пунктов на таких территориях постройка одного инженерного колодца создает возможность отказаться от эксплуатации двух, трех, а иногда и более, колодцев старого типа.

Поэтому несмотря на то, что за последние 10 лет на территории пастбищ Узбекистана было построено около 3 тыс.инженерных водопойных пунктов и обводнено несколько миллионов гектаров пастбищ, число эксплуатируемых водоисточников из года в год сокращается и, по-видимому, при полном обводнении пастбищ республики будет составлять около 5тыс.вместо 8-10 тыс. до начала строительства инженерных колодцев.

Эксплуатация колодцев старого типа неэкономна, так как подъем воды ковгой, к которому они приспособлены, обходится более чем в два раза дороже механизированного и, кроме того, эти колодцы с креплением шахты стволами местных кустарников требуют систематического ухода и определенного режима эксплуатации.

Не вызывает сомнения, что колодцы старого типа в будущем ликвидируются.

На территории Узбекистана необводненных пастбищ осталось около 2,9 млн.га[I)]. Это в основном территории, на которых разведочное бурение пока не дало положительных результатов ввиду отсутствия подземных вод или очень глубокого их залегания, а также в случае их сильной минерализации. Большинство этих пастбищ расположено в центральной и юго-западных частях Кызылкумов .

В зависимости от природных условий водоснабжение пастбищ на этих территориях будет, по-видимому, осуществляться путем строительства водопроводов, сбора атмосферных осадков, подвоза воды на автомашинах, строительства опреснительных установок или какой-либо комбинацией из этих способов.

Кроме того, будет продолжаться разведка подземных вод путем бурения скважин большой глубины.

Существенное увеличение числа шахтных колодцев за счет обводнения этих пастбищ маловероятно. Средняя нагрузка на один инженерный водопойный пункт составляет около 2000 овец (приведенных). Примерно такая же нагрузка

I) Пустынные пастбища КК АССР, расположенные на плато Усть-Урт, в статье не рассматриваются.

сохранится, по-видимому, и после обводнения всей территории пастбищ и завершения реконструкции водоисточников на массивах, обводненных с помощью колодцев местного типа.

Кормовые запасы на обводненных территориях пастбищ Узбекистана используются практически полностью. Увеличение поголовья овец возможно в основном только за счет обводнения новых территорий пастбищ и улучшения способа их эксплуатации или выращивания дополнительных кормов в зоне орошаемого земледелия.

Однако, параллельно освоению новых пастбищных массивов идет процесс отчуждения эксплуатируемых пастбищ под орошаемые земли (Голодная и Каршинская степи и др.). Поэтому значительный прирост естественных кормовых запасов на пустынных пастбищах Узбекистана в ближайшие 10 лет маловероятен. По данным Гипрозема УзССР и УзНИСТ, в ближайшие 10 лет поголовье овец, обеспеченное подножным кормом, будет увеличено не больше чем на 15-20%.

Одним из основных вопросов водоснабжения пастбищ является механизация подъема воды из шахтных колодцев и буровых скважин (не самоизливающихся).

Опыт, проведенный на пустынных пастбищах республик Средней Азии и Казахстана, показал, что применение ленточных и шнуровых водоподъемников с приводом от двигателей внутреннего сгорания позволяет сократить расходы на водопой овец в два и более раза. В последние годы на пастбищах в небольших масштабах используются также передвижные водоподъемные установки, практикуется перевозка воды в автоцистернах, прокладка трубопроводов, устанавливаются электропогружные насосы, а также поплавковые насосы с электроприводом, ветроводоподъемники и т.п.

За основной критерий при выборе способа механизации водоснабжения на участке пастбищ или на пастбищном массиве, по нашему мнению, следует принимать стоимость водопоя овец, выпасаемых на этом участке или массиве при осуществлении того или иного варианта механизированного водоснабжения.

При расчете стоимости водоснабжения по различным вариантам механизации следует учитывать как эксплуатационные затраты, так и капитальные вложения, необходимые для осуществления этих вариантов. Вариант выбирается по минимуму расчетных затрат, т.е. к эксплуатационным расходам прибавляются капитальные затраты, помноженные на коэффициент эффективности капитальных вложений. Коэффициент эффективности - величина обратная сроку окупаемости.

Варианты сравниваются, исходя из условия, что каждый из них должен обеспечивать ежедневное снабжение водой водопойного пункта в заданном объеме.

Вопросы влияния указанных факторов на выборы вариантов механизации водоснабжения на пустынных пастбищах прорабатывались в лаборатории гидромашин САНИИРИ в 1961-1963гг.[I)]

Ниже приведены основные положения и выводы из этих проработок, которые были использованы при составлении принципиальной схемы размещения средств механизации водоподъема на пастбищах Узбекистана.

I) В.Н.Машков. "Некоторые вопросы выбора рационального варианта механизации водоподъема на пустынных пастбищах", Вопросы гидротехники, выпуск 35.

* В.Н.Машков "О выборе некоторых параметров ветроводоподъемных установок для пустынных пастбищ Средней Азии".

Основной тип водоисточников на пустынных пастбищах Средней Азии и Казахстана - шахтные колодцы, на которых базируется более 80 % водопойных пунктов.

За эталон сравнения принят водопойный пункт, оборудованный ленточным водоподъемником с приводом от двигателя внутреннего сгорания, получившим наибольшее распространение при механизации подъема воды из указанных колодцев. Эксплуатация такого водоподъемника производится чабанами, а техобслуживание и ремонт разъездными механиками.

Наибольшее распространение при механизации водоподъема из шахтных колодцев на пустынных и полупустынных пастбищах Средней Азии и Казахстана получили водоподъемники (ленточные) с приводом от двигателя внутреннего сгорания (ЗИД - 4,5).

Водоподъемные установки с ленточными подъемниками обладают следующими особенностями :

а) они могут быть эффективно использованы на всем диапазоне глубин колодцев, имеющихся на пастбищах Средней Азии и Казахстана. Причем, с увеличением глубины колодца к.п.д. водоподъемников повышается ;

б) наличие взвешенных частиц не влияет на их работу и долговечность;

в) срабатывание статического запаса воды в водосборной части колодца не приводит к срыву работы водоподъемника, так как он плавно снижает производительность до величины дебита шахтного колодца при динамическом уровне воды, совпадающем, примерно, с осью блока нижнего натяжного устройства, а затем продолжает работать с производительностью, равной этому дебиту;

г) конструкция ленточного водоподъемника позволяет эксплуатировать его без технического ухода и надзора в течение длительного времени (одного года);

д) надежность работы всех узлов ленточного водоподъемника обеспечивает его нормальную работу в условиях пустынных пастбищ без ремонта в течение 5 и более лет;

е) монтаж и демонтаж не требуют проведения каких-либо работ в шахте колодца или переделок на оголовке (ленточный водоподъемник не укрепляется жестко на оголовке колодца): он настолько прост, что может быть произведен чабанской бригадой в течение I-2 час.

Стоимость подъема воды из шахтных колодцев с помощью ветроводоподъемных установок в значительной степени зависит от глубины колодца. В условиях ветровых режимов пустынных пастбищ Узбекистана такие установки целесообразно использовать на шахтных колодцах глубиной до 25-30 м (эталон сравнения - ленточные водоподъемники с приводом от ДВС).

Наиболее рациональная форма применения ветроводоподъемных установок - компоновка их с тепловым резервом.

Коэффициент полезного действия водоподъемного оборудования не может являться определяющим при выборе типа агрегата для механизации подъема воды из шахтных колодцев на пустынных пастбищах в случае установки их на каждом колодце.

Основной критерий при выборе типа водоподъемного оборудования и способа его эксплуатации - стоимость заданного объема воды на водопойном пункте при учете как эксплуатационных затрат, так и капитальных вложений, необходимых для осуществления принятого способа механизации.

На пустынных пастбищах Средней Азии и Казахстана распространены три схемы эксплуатации механизированных водопойных пунктов: а) эксплуатация водоподъемного агрегата, установленного на шахтном колодце; б) передвижных водоподъемных установок, обслуживающих несколько водопойных пунктов; в) группы водопойных пунктов, на которые вода подвозится автоцистернами с базового источника.

Стоимость воды при втором и третьем способе в значительной степени зависит от расстояния между водопойными пунктами и состояния дорог, их соединяющих, так как последние предопределяют скорость движения автотранспорта.

При расстоянии между колодцами более 7 км в подавляющем большинстве случаев экономически целесообразен первый способ эксплуатации при условии использования ленточного водоподъемника или ветроводоподъемного агрегата с тепловым резервом.

На пастбищных массивах, где состояние дорог между водопойными пунктами не позволяет развивать автотранспорту скорость выше 20 км/час, развозка воды и применение передвижных водоподъемных установок экономически выгодно только при расстояниях, не превышающих 5 км.

При освоении новых массивов вариант механизации подъема воды с помощью передвижных подъемных установок должен быть рассмотрен в случае значительной кормовой емкости при возможном заборе подземных вод с помощью шахтных колодцев с большим статическим запасом в водосборной части.

Вариант механизации водопойных пунктов путем транспортирования воды в автоцистернах при освоении новых массивов должен быть рассмотрен в случаях: а) отсутствия каких-либо водоисточников на данном массиве; б) необходимости забора глубоко залегающих подземных вод с помощью колодцев большой глубины на пастбищах большой кормовой емкости.

Передвижные водоподъемные установки и перевозка воды в автоцистернах могут быть эффективно использованы на сезонных пастбищах и на скотопрогонных трассах.

Принципиальная схема распределения средств механизации водоснабжения на пастбищах Узбекистана представляет собой приложение результатов вышеизложенных положений к конкретным условиям пустынных пастбищ Узбекистана.

По мнению УзНИСТ, обводненной территорией на пастбищах Узбекистана следует считать участок пастбищ, расположенный в радиусе 6 км от водопойного пункта. Полностью обводненным массивом считается территория пастбищ, внутри

которой отсутствуют места, расположенные далее 6 км от водоисточника.

Сеть инженерных колодцев и скважин на пастбищах Узбекистана распределяли исходя из этих положений. Однако рельефные, хозяйственные и особенно гидрогеологические условия вынуждены сгущать сеть водопойных пунктов и в основном на участках сезонных пастбищ с большой кормовой емкостью. На некоторых участках по IO и более водоисточников, расположенных на расстоянии не превышающем 5 км друг от друга (рис. I)[I)]

Наиболее густую (со средним радиусом отгона менее 3 км) сеть водопойных пунктов имеют пастбища, расположенные севернее Самаркандской (площадью - примерно 0,3 млн. га), а также Кашкадарьинской области (прилегают к Каршинскому оазису с севера и юга; площадью - 0,8 млн.га).

Пастбища со средним радиусом отгона менее 4 км находятся на востоке Бухарской области в районе, прилегающем с северо-запада к Бухарскому оазису, и на большей части Каршинской степи.

Густота сети в западной части Бухарской области несколько ниже, чем в восточной; радиус отгона здесь в среднем составляет 4,5 + 5,5 км, за исключением пастбищного массива, прилегающего с востока к оазисам низовья Амударьи.

Территории необводненных пастбищ в основном расположены внутри обводненных массивов; наиболее удаленные от

I) Вопросы распределения средств механизации водоснабжения на пастбищах Самаркандской, Сырдарьинской, Ташкентской, Андижанской и Ферганской областей УзССР в статье не рассмотрены, ввиду того, что пустынных пастбищ в этих областях нет, а площадь полупустынных пастбищ по отношению к площади пастбищ рассматриваемых областей относительно малы.

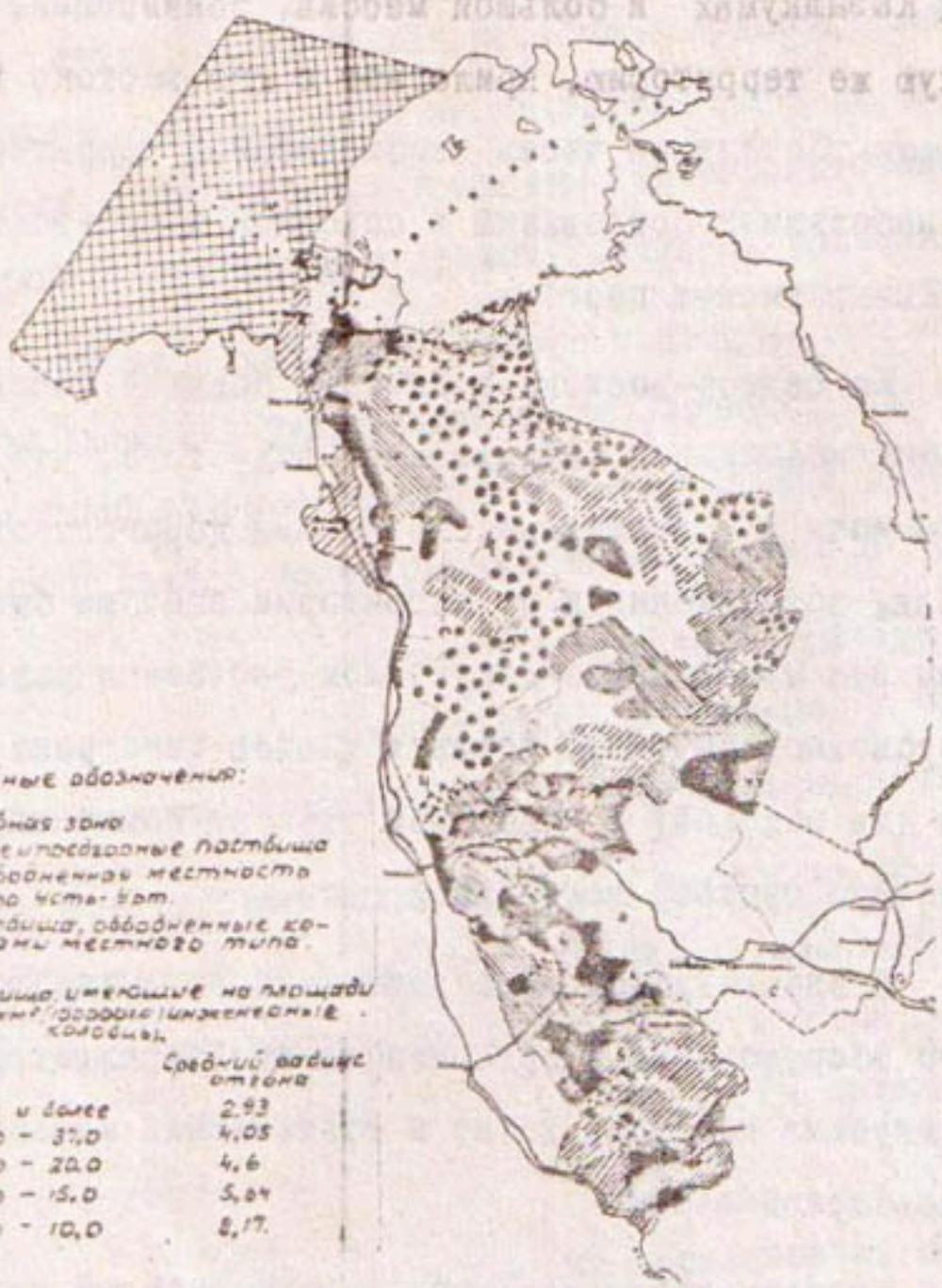


Рис.I. Схематическая карта плотности размещения водоисточников на пастбищах Бухарской, Сурхандарьинской обл. и Каракалпакской АССР

водоисточников точки находятся не далее чем в 30-40 км. Два довольно значительных (каждый, примерно, по I млн.га) необводненных пастбищных массива расположены в центральных Кызылкумах и большой массив, занимающий, примерно, такую же территорию, прилегает с юго-востока к Хорезмскому оазису. Остальная часть необводненной территории вкраплена небольшими островками в основном в юго-восточной части Кызылкумских пастбищ.

На северо-востоке последних большой массив обводнен самоизливающимися скважинами. Ввиду того, что такие скважины хотя и совершенные, но весьма дорогостоящие сооружения, водоисточники по территории пастбищ были распределены при максимально-допустимом расчетном радиусе отгона. Безусловно, качество водоисточников (неограниченный дебит для водопоя) в некоторой степени компенсирует недостаточную густоту водопойной сети.

В значительной мере влияющими на выбор водоподъемного оборудования и организацию его эксплуатации являются глубина колодца, дебит и статический запас воды в его водосборной части.

Распределение колодцев, расположенных на пустынных пастбищах Узбекистана по их глубинам, приведено в табл.I

При использовании ленточных водоподъемников с приводом от двигателей внутреннего сгорания для подъема воды из шахтных колодцев на пустынных пастбищах глубина колодца мало влияет на стоимость подъема воды, и для расчетов она может быть принята постоянной. Это объясняется тем, что капитальные вложения не изменяются при

увеличении глубины колодца (за исключением стоимости рабочего органа), а эксплуатационные затраты также возрастают весьма незначительно, так как для подъема воды из колодцев глубиной до 70 м (т.е. практически на всем диапазоне глубин) применяются ленточные водоподъемники с приводом от одного и того же двигателя ЗИД-4,5. Двигатели меньшей мощности мало пригодны для использования их на пустынных пастбищах и поэтому почти не применяются.

При использовании конного привода производительность водоподъемника будет изменяться, примерно, обратно пропорционально глубине колодца. При длительной работе средняя по силе лошадь может развивать мощность 0,3-0,4 л.с.

Ограниченная мощность при конном приводе стимулирует использование водоподъемных механизмов с высоким к.п.д, таких как тихоходные нории и насосы вытеснения.

При глубине колодца до 5 м ленточный подъемник с конным приводом позволяет откачивать необходимое количество воды для водопоя одной отары (5 $м^3$) за время, зоотехнически необходимое (I ÷ I,5 часа) для проведения нормального водопоя.

По технико-экономическим показателям, на колодцах глубиной до 5 м водоподъемники с конным приводом - наиболее эффективное средство механизации подъема воды при обеспечении одинаковой надежности работы привода по сравнению с водоподъемниками, работающими от двигателей внутреннего сгорания. Колодцы такой глубины на пустынных пастбищах Узбекистана составляют всего 2-3% от их общего числа.

Таблица

Наименование областей и КК АССР	Глубина колодцев, м								
	до 5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-70
Бухарская	I,7	6,9	7,I	8,6	I2,8	I4,4	24,6	9,9	9,9
Сурхандарьинская	3,9	22,7	I8,9	I5,8	I4,0	8,0	IC,0	3,0	2,3
КК АССР	-	7,0	I0,5	I2,I	I5	I3,8	25	I2,I	5,5
Итого по основной зоне пустынных пастбищ УзССР	2,2	II,I	I0,4	I0,6	I3,5	I2,6	20,6	8.2	7,6

На колодцах от 5 до I0 м конный привод может быть эффекти использован при условии обеспечения высоких к.п.д. его и водоп емника. Колодцев такой глубины значительно больше, чем до 5 м, они составляют уже более I0%.

На более глубоких колодцах использование тяговой силы лош ди или верблюда для подъема воды с помощью ковги становится эф фективнее, но наиболее рационально в таких случаях применять м точные водоподъемники с приводом от двигателей внутреннего сго ния.

Эффективность использования ветроводоподъемников для подъ ма воды из шахтных колодцев на пустынных пастбищах в значитель ной степени зависит от глубины колодца. Чем глубже колодец, тем большая мощность требуется от ветродвигателя для подъема необ димого количества воды при данном ветровом режиме.

Мощность ветроводоподъемника растет пропорционально квад ту диаметра ветроколеса или ометаемой им площади и повышается с увеличением высоты башни.

Пропорционально увеличению диаметра колеса и высоты баш растут вес ветроводоподъемника и его стоимость.

С другой стороны, повышение мощности ветродвигателя позволяет расширить диапазоны рабочих скоростей ветра при работе его на колодце той же глубины, что увеличивает число часов его полезной работы и сокращает длительность простоев в период слабых ветров. Сокращение длительности простоев позволяет уменьшить объем аккумулирующих бассейнов, т.е. сократить капитальные затраты при механизации водопойного пункта. Оптимальное соотношение мощности ветродвигателя и объема аккумулирующего бассейна можно выбрать путем анализа ветрового режима в районе водопойного пункта. Однако при любом варианте стоимость поднятой воды на водопойном пункте, оборудованном ветроводоподъемником, растет пропорционально увеличению глубины колодца.

Технико-экономическое сравнение вариантов использования ветроводоподъемных агрегатов и ленточных водоподъемников с приводом от двигателей внутреннего сгорания показало, что на пастбищах Узбекистана целесообразно применять ветроводоподъемники с диаметром колеса не более 4 м, мощность которых позволяет использовать их в районах с благоприятным ветровым режимом на колодцах глубиной до 25 ÷ 30 м,[I]) составляющих более I/3 от их общего числа.

При механизации подъема воды из колодцев небольшой глубины, по-видимому, будет целесообразно применять передвижные водоподъемные установки, так как время, затрачиваемое на опускание и подъем водоподъемного агрегата, на каждом водопойном пункте в этом случае будет незначительным

I) Подробнее этот вопрос изложен в статье того же автора К вопросу выбора некоторых параметров ветроводоподъемных установок для пустынных пастбищ Средней Азии, "Вопросы гидротехники", вып. 35.

и почти не отразится на сменной (или суточной) производи тельности указанной установки.

При механизации водоподъема из глубоких шахтных кол цев рентабельно устанавливать водоподъемники стационарно и обслуживать их передвижной электростанцией во избежани снижения сменной производительности при большой затрате времени на опускание и подъем водоподъемного агрегата.

При развозке воды автоцистернами от базового источника (высокодебитных колодцев) до водопойных пунктов, не имеющих своих источников, глубина колодца (базового водоисточника) не влияет на стоимость механизированного водоснабжения, так как затраты на подъем воды составляют незначительную долю от расходов на ее транспортировку.

Таким образом, исследования показали, что водоподъемники с конным приводом могут быть рационально использованы на колодцах глубиной до 10 м, ветроводоподъемники – 25-30 м, ленточные с приводом от двигателей внутреннего сгорания (ЗИД-4,5, мощность 4,5 л.с.) – до 70 м.

На колодцах глубиной более 70 м целесообразно использовать ленточные водоподъемники с приводом от двигателей внутреннего сгорания мощностью 6 л.с. и более.

На схеме (рис.2) представлено ориентировочное распределение пастбищ Каракалпакии, Бухарской и Сурхандарьинской областей по глубинам расположенных на них шахтных колодцев.

Центральная и южная части пастбищ Бухарской области представляют довольно пеструю картину: глубина колодцев на большей части территории колеблется от 5 до 30 м; пас

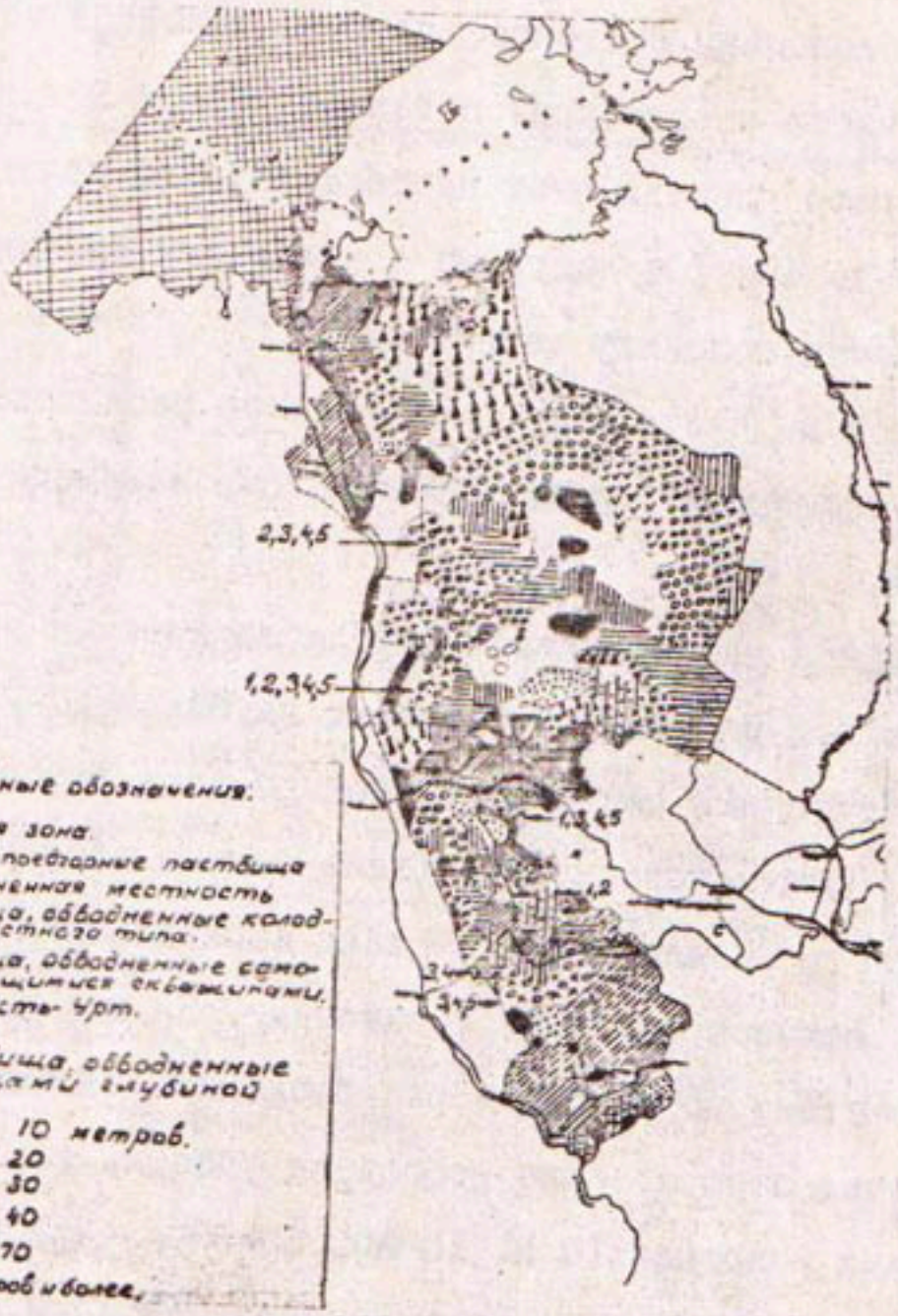


Рис.2. Зоны глубин шахтных колодцев на пастбищах Бухарской, Сурхандарьинской областей и Каракалпакской АССР (схематическая карта)

бища с более глубоким залеганием подземных вод - отдельные, относительно небольшие участки. В северной части Бухарской области расположены пастбища, глубина колодцев на которых на болшей части территории составляет более 30м. Примерно на одной трети площади этих пастбищ глубины колодцев составляют от 30 до 40м ; а пастбища с колодцами глубиной 40-70м занимают почти половину территории.

В этой же части Бухарской области расположена зона пастбищ с колодцами глубиной более 70м, занимающая около 0,4 млн.га.

В южной части Бухарской области имеется небольшой массив (около 0,2 млн.га) с колодцами глубиной 40-70 м.

В восточной части Бухарской области глубина колодцев составляет почти повсеместно (весь северо-восток) 20-40м. Большая часть Кызылкумских пастбищ Каракалпакии обводнена самоизливающимися буровыми скважинами. На юго-западе распределение пастбищ по глубинам расположенных на них колодцев представляет относительно небольшие участки (0,I-0,2 млн.га) с глубинами колодцев I0 м, I0-20, 20-30 и 40-70м.

Подавляющее большинство колодцев на пустынных и полупустынных пастбищах Сурхандарьинской области имеет глубину менее 30м. Более глубокие колодцы составляют менее 20%.

В табл. 2 приведены данные о дебитах и статических запасах воды в водосборных частях (I870) шахтных колодцев, расположенных на пустынных пастбищах Узбекистана ; об остальных I075 колодцах, числящихся по кадастру УзПМСТ такие сведения отсутствуют. При составлении итоговой части таблицы эти колодцы были распределены по графам дебитов и запасов воды в том же процентном отношении, что и колодцы, параметры которых были известны.

Таблица 2

Объем воды в водосборной части колодцев, м³	Удельный дебит, л/сек										Свыше 0,7	Итого	%	Итого	%
	до 0,1	0,1-0,15	0,15-0,2	0,2-0,25	0,25-0,3	0,3-0,35	0,35-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7					
	Количество шахтных колодцев														
до 0,5	4	2			I							7	0,375	I7	0,6
0,5-I,0	II	3	4				I	3			2	24	I,3	77	2,7
I,0-I,5	9	8	3	6	9	2	7	6	2	I	I3	66	3,5	I6I	5,5
I,5-2,0	II	2I	I7	I7	25	30	I3	II	4	6	I0	I55	8,3	267	9,I
2,0-2,5	2I	I5	32	32	32	I7	I3	I3	4	4	I9	202	I0,2	262	9,8
2,5-3,0	I5	I4	3I	40	26	I2	I0	I7	5	6	22	I98	I0,6	305	9,8
3,0-3,5	24	I8	36	27	24	7	7	I0	9	I0	26	I98	I0,6	339	II,5
3,5-4,0	I5	9	62	43	3I	II	9	II	5	II	36	243	I3,7	365	I2,4
4,0-4,5	9	4	32	24	2I	8	6	6	4	9	37	I60	8,5	232	7,9
4,5-5,0	I2	II	36	25	20	7	7	22	2	I4	27	I83	9,8	26I	8,8
свыше 5,0	42	53	67	46	45	20	22	I8	I7	I7	87	434	23,2	66I	22,4
Итого по колодцам с известными дебитами	I73	I58	320	260	234	I04	95	II7	52	78	279	I870	I00	2947	I00
%	9,2	8,4	I7,I	I3,9	I2,5	5,6	5,I	6,3	2,8	4,2	I4,9	I00			
Итого	280	25I	522	4I0	375	I70	I44	I77	78	I20	420	2947			
%	9,5	8,5	I7,7	I3,9	I2,7	5,6	4,7	6,I	2,7	4,I	I4,5	I00			

Разнообразные средства механизации водоподъема и способы их эксплуатации предъявляют и различные требования к дебитам и запасам воды в водосборной части шахтных колодцев.

При развозке воды автоцистернами базовый водоисточник (шахтный колодец) должен обладать дебитом, обеспечивающим снабжение водой 5-8 водопойных пунктов. Запас воды в колодце в этом случае не играет решающей роли, так как водоподъемное оборудование должно работать в течение длительного времени (смены или даже суток).

При передвижных водоподъемных установках решающее значение имеет запас воды в водосборной части лодца, потому что для обеспечения эффективной эксплуатации необходимо, чтобы она за смену могла обслужить как можно больше колодцев, а это возможно только при большой производительности водоподъемного оборудования.

Обеспечить большую производительность водоподъемного агрегата за счет дебита вряд ли возможно, так как дебиты колодцев свыше 2 л/сек встречаются крайне редко. Запас воды в водосборной части колодцев, обеспечивающий разовый водопой, позволяет использовать оборудование любой производительности.

Несоответствие параметров колодцев предъявляемым требованиям резко сказывается на эффективности передвижной водоподъемной установки.

При обслуживании водоподъемников чабанами требования : параметрам шахтных колодцев могут быть снижены: такие

установки обычно рассчитаны на подъем воды для одной ота ры (5 м^3) в течение I-I,5 час., и в этом случае дебит и запас воды в колодце примерно, равнозначны.

Кроме того, при такой системе обслуживания, в случа если колодец имеет более низкие параметры, не представляет особых затруднений (хотя это и нежелательно) одному членов чабанской бригады пустить в работу водоподъёмник заблаговременно, до прихода отары на водопой.

Наиболее низкие требования к параметрам колодцев на пустынных пастбищах должны предъявляться при использован в качестве водоподъемных средств ветроводоподъемных агре гатов. Это объясняется тем, что стоимость I м^3 воды, под нятой ветроводоподъемником, не зависит от числа часов ег работы за время суток, так как в процессе работы они не требуют присутствия человека.

Поэтому в районах, где гидрогеологические условия не позволяют строить колодцы с дебитом и статическим запасо воды в водосборной части, достаточными для эффективной р боты водоподъемных средств с приводом от двигателей внут реннего сгорания, применение ветроводоподъемных установ даст возможность увеличить эффективность механизации во доподъема.

Изучение показало, что для ветроэнергетических усло вий пустынных пастбищ Узбекистана обеспечение бесперебой ного водоснабжения на большинстве водопойных пунктах при применении ветроводоподъемников требует установки около водоисточников наземных аккумулирующих бассейнов емкость около 40 м^3. Технико-экономическим сравнением различных

вариантов использования ветроводоподъемников было установлено, что в этих условиях целесообразны ветроводоподъемные агрегаты с тепловым резервом в виде двигателей внутреннего сгорания.

Двигатели внутреннего сгорания небольшой мощности, применяемые на пастбищах для привода водоподъемных средств, имеют относительно небольшое число гарантированных часов работы (моторесурс) до первого ремонта.

Для наиболее распространенного на пастбищах двигателя ЗИД-4,5 гарантированное число часов работы до первого ремонта составляет 500-700 час. Фактическое число часов работы двигателя до выхода его из строя при эксплуатации на пустынных пастбищах без квалифицированного ухода и надзора весьма редко превышает гарантированный моторесурс. На колодцах, обеспечивающих водопой более двух отар овец, двигатели внутреннего сгорания зачастую выходят из строя не отработав одного сезона. Ремонт двигателя связан со значительными транспортными расходами (приезд механика) или необходимостью на каждом водопойном пункте иметь резервный двигатель во избежание нарушения режима нормального водоснабжения.

Ветроводоподъемники в современном исполнении - машины весьма долговечные. Моторесурс их исчисляется десятками тысяч часов.

Двигатель внутреннего сгорания, агрегатированный с ветроводоподъемником, работает только в период безветрия. В течение года для основных районов пустынных пастбищ Узбекистана такой двигатель, соединенный с ветроводоподъемником, работает не более 70-100 час., т.е. он может эксплуатироваться без ремонта 5-7 лет.

Как показали расчеты, некоторое увеличение капитальных затрат при механизации водоподъема с помощью ветроводоподъемных агрегатов в основных районах отгонного животноводства Узбекистана в подавляющем большинстве случаев компенсируется снижением эксплуатационных затрат. Кроме того, резко растет надежность водоподъемной установки, что очень важно, так как ущерб от перебоя в водоснабжении отар (обычно неучитываемый) нередко значительно превышает все затраты на механизацию водопойных пунктов.

Таким образом, ветроводоподъемные агрегаты с тепловым резервом, по нашему мнению, - весьма перспективное средство механизации водоснабжения из шахтных колодцев на пустынных пастбищах Узбекистана.

На рис.3 представлены изолинии среднегодовых скоростей ветра и районы с преобладанием осеннего и зимнего минимума интенсивности его.

На большей части территории пустынных пастбищ Бухарской области среднегодовые скорости ветра составляют 4 - 5 м., и только на юге и востоке несколько меньше 4 м.

Почти на всей территории пустынных пастбищ Бухарской области наблюдается осенний минимум интенсивности ветра. Исключение составляют восточные районы, где наименьшие ветры отмечаются в зимний период.

В северной части Кызылкумских пастбищ Каракалпакии среднегодовые скорости ветра более 5 м/сек, в южной, так же как и в Бухарской, области - несколько меньше 5 м/сек. Как и в Бухарской области, на пастбищах КК АССР наблюдается осенний минимум интенсивности ветра.

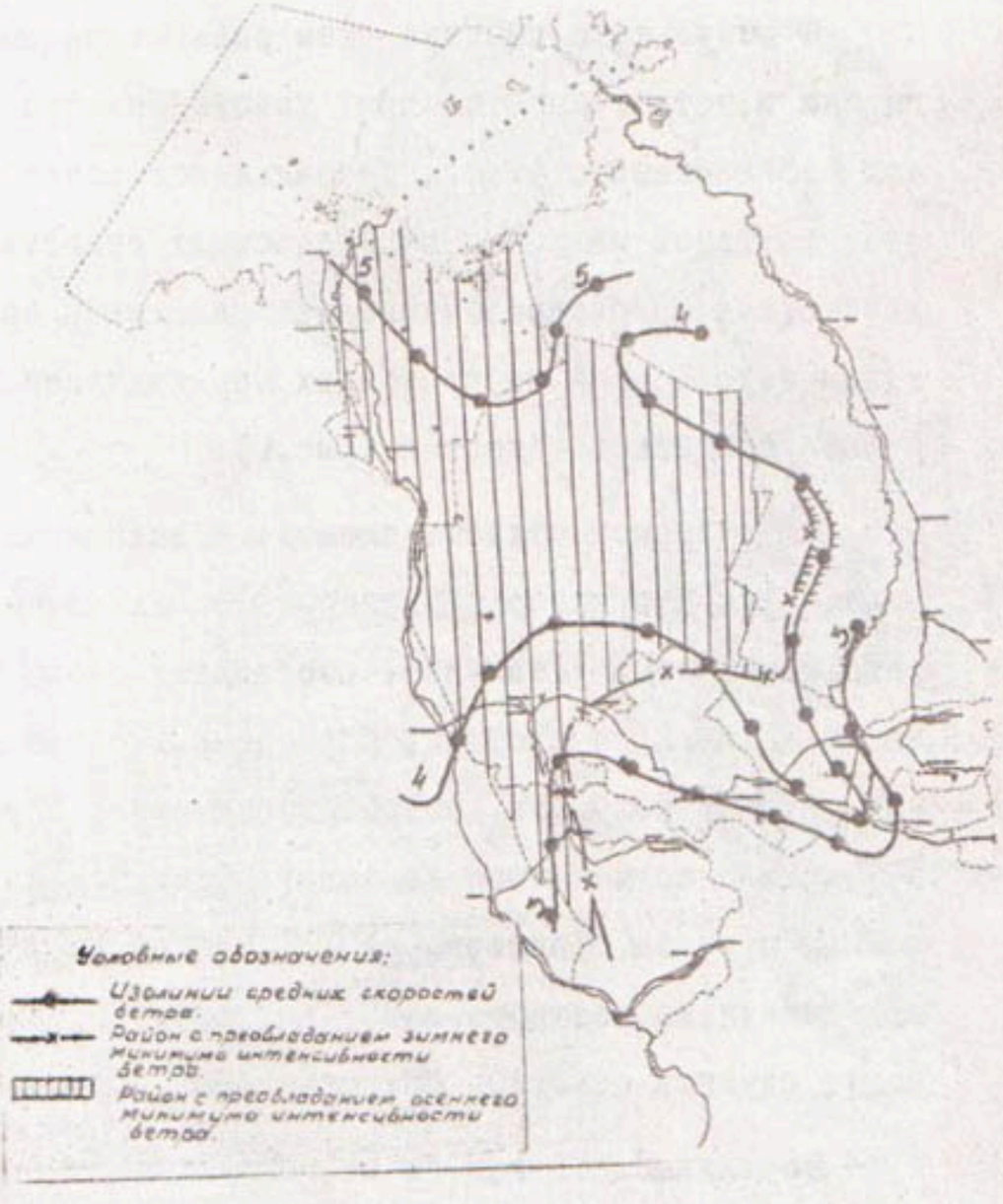


Рис.3. Схема основных характеристик интенсивности ветра на территории пустынных пастбищ Узбекистана

Среднегодовые скорости ветра на территории Сурхандарьинской области ниже, чем в Бухарской и Каракалпакии - 2-3 м/сек. В восточной части области отмечается осенний минимум интенсивности ветра, а в западной - зимний.

В результате анализа схем размещения колодцев, их глубин и ветроэнергетических условий на пустынных пастбищах Узбекистана с учетом основных положений о влиянии этих факторов на выбор водоподъемных средств была составлена схема ориентировочного распределения средств механизации водоподъема на пастбищах Каракалпакии, Бухарской и Сурхандарьинской областей (рис.4).

В Бухарской области площадь обводненных пастбищ, природные условия которых благоприятны для использования ветроводоподъемных установок, составляет около 4 млн.га. Из них на 2 млн. га пастбищ, обводненных с помощью инженерных шахтных колодцев, ветроводоподъемные агрегаты могут эффективно применяться на подавляющем большинстве водопойных пунктов. Примерно на 0,9 млн.га пастбищ, обводненных колодцами местного типа, ветроводоподъемники также могут служить основным средством механизации водоподъема.

Остальные 1,1 млн.га слагаются из отдельных участков, расположенных на пастбищных массивах, природные условия которых позволяют использовать ветроводоподъемные агрегаты только на части (примерно на половине) из числа имеющихся шахтных колодцев.

Такие участки в основном встречаются в центральной части Кызылкумов, где на отдельных массивах наряду с наличием большого числа колодцев глубиной до 30 м, имеются на небольшом расстоянии от них более глубокие колодцы.



Рис.4. Зоны рационального использования различных способов механизации водоснабжения на пастбищах Бухарской, Сурхандарьинской областей и Каракалпакской АССР

Кроме того, примерно в этом же районе расположены пастбища наиболее пригодные для использования в осенне-зимний период: ветроэнергетические условия, несмотря на удовлетворительные среднегодовые скорости ветра, снижают эффективность использования ветроводоподъемных установок, ввиду того, что на этой территории пастбищ наблюдается осенний минимум интенсивности ветра.

Пастбища Бухарской области, на которых для механизации водоподъема из шахтных колодцев экономически целесообразно использовать ленточные водоподъемники с приводом от двигателей внутреннего сгорания, расположены, в основном, в северной части Бухарской области, и площадь их составляет примерно 5 млн.га. Из них около 0,4 млн.га - пастбища с глубиной шахтных колодцев более 70 м, и для механизации водоподъема здесь необходимо устанавливать ленточные водоподъемники, агрегатированные двигателями внутреннего сгорания мощностью 6 л.с. и более.

Кроме того, I,I млн.га площади[I)] представляют собой отдельные участки на пастбищных массивах со смешанным использованием ленточных водоподъемников с приводом от двигателей внутреннего сгорания и ветроводоподъемных агрегатов.

Пастбища, обводненные колодцами местного типа, на которых могут быть рационально использованы ленточные водоподъемники, занимают около 0,3 млн.га.

I) При расчете потребности в средствах механизации условно принято, что на территории пастбищ (2,2 млн.га) со смешанным использованием ветро- и ленточных водоподъемников с приводом от двигателей внутреннего сгорания на 50% водоисточников устанавливаются ветроводоподъемники, а на остальных - ленточные с приводом от двигателей внутреннего сгорания.

Территория пастбищ в Бухарской области, на которой возможно экономичное применение водоподъемников с конным приводом (в случае, если будут разработаны водоподъемники такого типа, приспособленные к работе в условиях пустынных пастбищ) равна 0,37 млн.га. Около 0,25 млн.га этих пастбищ расположена в центре Кызылкумов, а остальная часть - отдельными участками на юге Бухарской области.

На юго-востоке Бухарской области имеется массив площадью около 0,4 млн.га, где густая сеть шахтных колодцев позволяет для механизации водоподъема эффективно использовать передвижные водоподъемные установки.

Однако эти пастбища находятся в районе барханных песков, где передвижение автотранспорта, ввиду отсутствия дорог, весьма затруднительно, и для рационального использования передвижных водоподъемных установок необходимо использовать специальный транспорт высокой проходимости.

Такие агрегаты можно применять на отдельных участках пастбищ на юге Бухарской области; площадь их равна, примерно, 0,25 млн.га.

Таким образом, общая площадь пастбищ Бухарской области, на которой можно эффективно использовать передвижные водоподъемные установки, составляет около 0,65 млн.га.

Перевозка воды в автоцистернах при сложившейся сети шахтных колодцев рациональна только при наличии дорог высокой проходимости и расстояниях между водоисточниками менее 6 км, что соответствует в расчетном случае кормовой емкости - I овца на I,6 га пастбищ. Таких условий на пастбищах Бухарской области нет. Перевозка воды в автоцистернах эффективна только в отдельных случаях - на пастбищах,

обводненных колодцами местного типа, параметры которых не позволяют рационально использовать средства механизации. Сугубо ориентировочно, площадь таких пастбищ составляет 0,1-0,2 млн.га.

В центральной части Кызылкумов имеются два необводненных пастбищных массива общей площадью около 2 млн.га. Все попытки обводнения их с помощью шахтных колодцев и буровых скважин окончились пока неудачно из-за неблагоприятных гидрогеологических условий. Отдельные участки этих пастбищ могут быть обводнены с помощью транспортировки воды в автоцистернах из граничащих с ними водоисточников.

Ввиду того, что по своим параметрам не все водоисточники, граничащие с указанными необводненными массивами, могут быть использованы в качестве базовых для транспортировки воды в автоцистернах, определение возможной площади рационального обводнения этих массивов таким путем требует детальных проектных проработок.

По предварительным подсчетам, площади этих пастбищ составляют 0,4-0,6 млн.га при использовании автоцистерн большой грузоподъемности (5-10 т).

Самоизливающимися скважинами на территории Бухарской области обводнено около 0,6 млн.га.

Большая часть пастбищ Каракалпакской АССР (около 3 млн га) обводнена самоизливающимися скважинами. Площадь пастбищ, где экономически целесообразно применение ветроводоподъемников, составляет около 1,5 млн.га. Из них примерно 0,9 млн.га обводнено колодцами местного типа.

Пастбища, на которых могут быть рационально использованы ленточные водоподъемники, в КК АССР расположены в западной части Кызылкумов; площадь их немногим более 0,4 млн.га. Пастбища с близким залеганием подземных вод (до 10 м), где могут быть использованы водоподъемники с конным приводом, занимают здесь всего около 0,15 млн.га.

Природные условия пустынных пастбищ Каракалпакии и также расположения водопойных пунктов на них в основном не благоприятны для использования передвижных водоподъемных установок и транспортировки воды в автоцистернах. Эти способы водоподъема могут применяться, по-видимому, только в отдельных случаях на небольших участках, выявление которых возможно только при детальных проектных проработках, и нами они не учитываются.

Ветроэнергетические условия пастбищ Сурхандарьинской области из-за незначительных среднегодовых скоростей ветра (3 - 3,5 м/сек) и летне-осеннего минимума интенсивности его мало пригодны для использования ветроводоподъемных агрегатов. Ввиду малого числа часов работы в году, ветроводоподъемники не смогут конкурировать в этих условиях с ленточными водоподъемниками с приводом от двигателей внутреннего сгорания.

Площадь пастбищ, на которых могут быть эффективно использованы ленточные водоподъемники с приводом от двигателей внутреннего сгорания, в Сурхандарьинской области составляет около 1 млн.га. Пастбища, пригодные для рационального использования водоподъемников с конным приводом, занимают территорию около 0,15 млн.га и представляют собой отдельные участки в различных частях пастбищных массивов. Пастби-

ща, прилегающие с севера и юга к Каршинскому оазису, имеют довольно густую сеть водопойных пунктов.

Дороги между водопойными пунктами большую часть времени года обладают удовлетворительной проходимостью для автотранспорта. Все это создает благоприятные условия для применения передвижных водоподъемных установок.

Территория пастбищ, на которых благодаря небольшим расстояниям между колодцами возможно рациональное применение передвижных водоподъемных установок, в Сурхандарьинской области занимает около 0,8 млн.га. Однако часть этих пастбищ расположена в предгорных районах и в районах, где передвижение автотранспорта затруднительно и, кроме того, не все шахтные колодцы на территории этих пастбищ обладают достаточными дебитами и запасами воды в водосборной части для эффективной работы передвижных водоподъемных установок. Поэтому площадь пастбищ, где передвижные насосные установки будут обладать очевидным преимуществом по сравнению с ленточными водоподъемниками, вряд ли составит более 0,4 млн.га.

Если принять урожайность пустынных пастбищ по всей территории Бухарской, Сурхандарьинской областей и КК АССР равной 2,0 ц/га, количество корма, поедаемое в среднем одной овцой - 8 ц, то при расчетной нагрузке на водопойный пункт 2000 овец территория пастбищ, прилегающих к этому пункту будет составлять 8 тыс.га.

При сделанных допущениях потребность в различных средствах механизации подъема воды из шахтных колодцев на пустынных пастбищах КК АССР, Бухарской и Сурхандарьинской областей может быть охарактеризована данными, приведенными в табл.3.

Как видно из таблицы, фактическое количество инженерных шахтных колодцев превышает расчетные почти в I,5 раза. Это в основном объясняется наличием довольно значительного числа шахтных колодцев инженерного типа, которые по своим параметрам не могут обеспечить нормальный водопой принятого в расчете поголовья овец, базирующегося на одном водоисточнике (2000 голов), в особенности при сезонном использовании пастбищ, когда потребление воды на водопойном пункте возрастает по сравнению с расчетным обратно пропорционально продолжительности сезона выпаса на участке к длительности года.

Кроме того, загущенность сети шахтных колодцев на отдельных участках пастбищ, приписанных к колхозам (не Госземфонда), объясняется относительной бесплановостью их строительства.

Как известно, на малодебитных колодцах с небольшим статическим запасом воды в водосборной части наиболее эффективное средство механизации подъема воды - ветроводоподъемные агрегаты. На таких колодцах, если даже глубина их несколько превышает экономически целесообразный предел высоты подъема с помощью ветроводоподъемников или они расположены в районе с не совсем благоприятным ветровым режимом, установка на них указанных агрегатов все же будет во многих случаях экономически оправданной.

Поэтому на большой части малодебитных колодцев, благодаря которым возникла относительно большая разница (698) между фактическим количеством шахтных колодцев на пастби-

Таблица 8

Средства механизации	Бухарская область			Каракалпакская АССР			Сурхандарьинская область			Итого			Водоисточники, %
	Площадь, тыс. га	Расчетное количество водоисточников	Количество водоподъемных агрегатов	Площадь пастбищ, тыс.га	Расчетное количество водоисточников	Потребное количество водоподъемных агрегатов	Площадь пастбищ, тыс. га	Расчетное количество водоисточников	Потребное количество водоподъемных агрегатов	Площадь пастбищ, тыс. га	Расчетное количество водоисточников	Потребное количество водоподъемных агрегатов	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
Ветроводоподъемники	3937	492	492	I450	I82	I82	-	-	-	5387	674	674	34,5
В том числе на шахтных колодцах старого типа	I2I8	I52	I52	860	I07	I07	-	-	-	2078	259	259	I8,2
Ленточные водоподъемники с приводом от ЗИД-4,5	5688	720	720	406	5I	5I	956	I20	I20	7050	89I	89I	48,7
В том числе на шахтных колодцах старого типа	680	85	85				200	25	25	880	II0	II0	5,6
Ленточные водоподъемники с приводом от ДВС N = 6л.с.	375	47	47							375	47	47	2,4
Передвижные водоподъемные установки	668	88	2I				807	I00	25	I475	I83	46	9,5
Перевозка воды в автоцистернах	600	75	25							600	75	25	3,8
Водоподъемники с конным приводом	368	46	46	I38	I7	I7	I38	I7	I7	644	80	80	4,I
ИТОГО	II636	I478		994	250		I90I	237		I553I	I950		
В том числе колодцы инженерного типа	9743	I236		590	I43		756	2I2		I2578	I59I		I00
В том числе колодцы местного типа	I893	237		860	I07		200	25		2953	369		
Фактическое наличие колодцев инженерного типа	I558				II6			6I5			2289		
Отношение фактического числа инженерных шахтных колодцев к расчетному	I,26				0,8I			2,9			I,44		

щах и расчетным, экономическая целесообразность применения ветроводоподъемных агрегатов, по-видимому, наиболее вероятна.

Из 670 тыс.га пастбищ, где расстояния между водоисточниками позволяют при обеспечении нормальной скорости передвижения автотранспорта по грунтовым дорогам рационально использовать передвижные водоподъемные установки, около 400 тыс.га приходятся на участок пастбищ в юго-восточных Кызылкумах, расположенный в зоне песчаных барханов. Скорости передвижения автотранспорта даже повышенной проходимости в этих районах весьма малы - среднем 10-15 км/час. Поэтому передвижные водоподъемные агрегаты могут здесь эффективно применяться, по-видимому, не более чем на 50% территории.

Площадь пастбищ, на которых возможно рациональное использование водоподъемников с конным приводом, составляет, примерно, 650 тыс.га и состоит из отдельных небольших участков, разбросанных по всей территории. Для обводнения этих участков требуется, при принятых осреднениях, около 80 водопойных пунктов.

Даже при сезонном использовании пастбищ и пониженной нагрузке число необходимых водоподъемных установок на один водопойный пункт вряд ли составит более 160 шт.

При таком малом количестве водоподъемников с конным приводом использовать их на пастбищах Узбекистана не целесообразно, так как экономический эффект от их применения по сравнению с механизированным водоподъемом с помощью ветродвигателей и двигателей внутреннего сгорания весьма невелик в особенности на колодцах глубиной 5-10 м. и вряд ли сможет компенсировать неудобства, связанные с налажи-

нием эксплуатации этих специфических водоподъемных механизмов. Инженерных колодцев глубиной менее 5 м. на рассматриваемой территории пастбищ насчитывается всего около 50 (табл.I).

На пастбищах Бухарской области и КК АССР в зоне мелких шахтных колодцев будет, по-видимому, целесообразно использовать не водоподъемники с конным приводом, а ветроводоподъемные агрегаты, а на пастбищах Сурхандарьинской области - ленточные водоподъемники с приводом от двигателей внутреннего сгорания.

С учетом специфики природных условий, сложившейся сети и качества шахтных колодцев ориентировочная потребность в средствах механизации водоподъема на пастбищах Бухарской и Сурхандарьинской областей и КК АССР приведена в табл. 4.

Таким образом, на подавляющем большинстве шахтных колодцев, расположенных на пустынных пастбищах, наиболее эффективным средством механизации водоподъема являются ленточные водоподъемники и ветроводоподъемные агрегаты (с тепловым резервом) при эксплуатации их чабанами, с периодическим механическим уходом и надзором, осуществляемым разъездными механиками хозяйств.

Таблица 4.

Средство механизации водоснабжения	Бухарская область	КК АССР	Сурхандарьинская область	Всего
	Потребность, шт.			
Ветроводоподъемники	800	200	-	1000
Ленточные водоподъемники с приводом от ЗИд-4,5	820	80	300	1200
Ленточные водоподъемники с приводом от двигателей внутреннего сгорания = 6 л.с.	70	-	-	70
Передвижные водоподъемные установки	15	-	25	40
Большегрузные автоцистерны	25	-	-	25

ВЫВОДЫ

1. Анализ природных условий основных районов пустынных пастбищ Узбекистана, влияющих на выбор рациональных средств механизации водопойных пунктов, а также параметров расположенных на них шахтных колодцев, позволил ориентировочно определить потребность в различных средствах механизации водоподъема и выявить основные районы преимущественного использования водоподъемных установок.

Безусловно действительное распределение средств механизации водоподъема будет несколько отличаться от рекомендуемого в данной статье, так как в процессе проектных проработок выявятся природные и хозяйственные факторы, которые потребуют в некоторых случаях иных решений.

Поэтому результаты проработок, приведенные в статье, следует рассматривать как решение задачи выявления рацио-

нальных средств и способов механизации водоподъема для различных районов пастбищ Узбекистана (районирование) лишь в первом приближении.

2. Основное и наиболее универсальное средство механизации подъема воды из инженерных шахтных колодцев на пустынных пастбищах Узбекистана - ленточные водоподъемники с приводом от двигателей внутреннего сгорания.

3. Водоисточники (шахтные колодцы), на которых экономически целесообразно механизировать подъем воды с помощью ветроводоподъемных агрегатов с тепловым резервом, составляют на пастбищах Узбекистана около 40% от всего их числа.

Организация серийного выпуска ветроводоподъемных агрегатов с тепловым резервом и их широкое использование на пустынных пастбищах позволит:

а) увеличить число механизированных водопойных пунктов за счет малодебитных шахтных колодцев (в основном старого типа) с небольшим статическим запасом воды в их водосборной части, механизация водоподъема из которых с помощью водоподъемников с приводом от двигателей внутреннего сгорания нерациональна;

б) поднять коэффициент использования дебита на малодебитных колодцах, что позволит повысить до нормальной нагрузку на водопойные пункты, базирующиеся на малодебитных колодцах с малым статическим запасом воды в водосборной части;

в) повысить надежность работы механизированных водопойных пунктов и сократить издержки по их эксплуатации за

счет увеличения срока службы средств механизации, сокращения затрат на техническое обслуживание (ветроводоподъемники требуют значительно меньше технического ухода, чем ДВС) и упрощения ремонтной службы ввиду отсутствия необходимости экстренного выезда механика при наличии в водоподъемном агрегате дублирующего двигателя. Вероятность выхода из строя одновременно двух двигателей (ветродвигателя и резервного ДВС) весьма мала.

4. Количество колодцев, подъем воды из которых экономически целесообразно механизировать с помощью передвижных водоподъемных установок и водоподъемников с конным приводом, на пастбищах Узбекистана составляет не более I5%. Существующие водоподъемные агрегаты этих типов мало пригодны для эксплуатации. Разрабатывать специальные агрегаты для пастбищ Узбекистана при столь небольшой потребности вряд ли целесообразно.

В случае разработки высоко эффективных передвижных водоподъемных установок и водоподъемников с конным приводом для пастбищ Казахстана, где потребность в них весьма значительна, они могут быть использованы и на пастбищах Узбекистана.

Перевозка воды в автоцистернах от базового источника к водопойным пунктам, ввиду малой кормовой емкости пустынных пастбищ в Узбекистане, может быть экономически целесообразна во вновь осваиваемых районах пастбищных массивов (на период освоения) и на участках пастбищ, где отсутствуют источники водоснабжения.

М.А. ПИНХАСОВ

СОСТОЯНИЕ МАШИННОГО ВОДОПОДЪЕМА В ОРОШАЕМЫХ РАЙОНАХ УЗБЕКИСТАНА

На государственных гидромелиоративных системах Узбекистана по состоянию на первое января 1965 г. находились в эксплуатации 272 оросительные насосные станции и установки.

В одних случаях эти станции предназначены для подачи воды на орошение на протяжении всего вегетационного периода, в других - только для обеспечения водой систем , испытывающих недостаток в воде весной, когда горизонты воды в источниках падают, или летом, в период массовых поливов, когда не хватает воды для всех орошаемых площадей. Они действуют периодически, и задача их состоит в подпитывании.

Такого характера станции и установки, применяемые на оросительных системах, составляют более 90% всех водоподъемных устройств (табл. 1).

Таблица 1

Характер водоподачи	Число станций и установок	Процент к итогу
Насосные станции и установки с полной водообеспеченностью	27	9,0
То же на подпитывании	245	91,0
И т о г о	272	100,0

Подавляющее большинство насосных станций и установок сосредоточено в КК АССР - 193 или 71%, в остальных областях их насчитывается 79, или 29% к общему итогу. Все насосные установки в КК АССР функционируют исключительно для подпитывания.

В 1964 г. машинами орошалась площадь 50 266 га. Полная водообеспеченность более половины ее (27,5 тыс.га) приходится на Бухарскую область, где вступили в строй насосные станции, Алатская и Каракульская на Амукаракульском машинном канале, которые впервые начали перекачивать амударьинскую воду в долину Зарафшана - Каракульский оазис.

На втором месте по площади машинного полива с полным водообеспечением орошаемых площадей стоит Андижанская область. Оросительные насосные станции этой области обслуживают I4,7 тыс.га земель.

В основном водоподъем осуществляется здесь следующими насосными станциями: Тюрякургэнской - 4,5 тыс.га, Мингбулакской - 2,6, Чартакской - 2,3, Маданиятской - I,6 тыс.га, всего 75% от площади машинного орошения области.

Соотношение площадей машинного орошения с полным водообеспечением по областям видно из данных табл. 2

Таблица 2

Область	Площадь машинного орошения, га	Проценты к итогу
Бухарская	27540	54,7
Андижанская	I4740	29,3
Ташкентская	5486	I0,9
Сурхандарьинская	I300	2,7
Кашкадарьинская	I200	2,4
И т о г о	50266	I00,0

Площади, требующие подпитывания как в весенний, так и вегетационный периоды, сосредоточены в КК АССР, Андижанской и Ферганской областях (табл. 3).

Таблица 3

Область	Площадь подпитывания, га	Проценты к итогу
КК АССР	62000	6I,9
Андижанская	I4598	I4,6
Ферганская	I5860	I5,8
Хорезмская	6800	6,8
Самаркандская	998	0,9
И т с г о	I00256	I00,0

В КК АССР действует небольшая группа относительно мощных насосных станций. Так, станции марки завода "Свой" орошают 20 тыс.га, "Кенегес" и "Суали" - по 5 тыс.га каждая, плавучая насосная станция НЭК-I0 (Чехословакия) - 28 тыс.га. Работают насосные установки общей площадью подпитывания 9 тыс.га.

Орошаемые площади подпитываются здесь главным образом в конце марта - начале мая, в период промывных, а также вегетационных поливов, когда горизонт воды в р.Амударье падает.

В Ферганской долине работают недавно построенные оросительные насосные станции: Фрунзенская, обслуживающая 6,5 тыс.га; № 6 - 4,8 тыс.га, Куйганъярская, Московская, Мархаматская - свыше 14 тыс.га.

Объем воды, поданной всеми насосными станциями и установками на оросительных системах в 1964 г. составил 1138 млн.м^3, из них основная доля приходится на КК АССР, где на подпитывание каждого гектара подавалось до 7,7 тыс.м^3, или 43% от общей оросительной нормы (18,0 тыс.м^3). Распределение машинной водоподачи видно из табл. 4.

Таблица 4

Характеристика водоподачи	Объем воды, млн.м^3	Средняя оросительная норма (брутто) м^3/га
Машинное орошение (полная водообеспеченность)	468,2	9300
То же (подпитывание)	670,1	6700
В том числе:		
КК АССР	480,0	7750
Остальные области	190,1	5000

Огромно значение построенных Амубухарского и Амукаракульского машинных каналов. В 1965 г. только насосные станции на этих каналах перекачали из р.Амударьи в Бухарский и Каракульский оазисы около 840 млн.м^3, из которых объем двойной перекачки составил 65% или 543 млн.м^3.

Чтобы представить значение величины этой водоподачи, надо отметить, что в 1965 г. без работы Амубухарских и Амукаракульских насосных станций недобор воды в оросительные системы Бухарского оазиса составил бы 1325,4 млн.м^3, следовательно, водоподъем из р.Амударьи с помощью насосных станций покрыл указанный недобор на 62%. Таким образом, насосные станции

сыграли исключительно важную роль в покрытии дефицитов воды в маловодный 1965 г.

УзССР обладает 272 насосными станциями и установками, имеющими межхозяйственное значение и находящимися в ведении государственных оросительных систем. В основном это дизельные насосные станции и установки, составляющие 80% от всего количества, остальные 20% - электрифицированные насосные станции.

Почти все насосные станции и установки с дизельными двигателями работают на подпитывание орошаемых площадей.

Распределение насосных станций и установок по характеру водоподачи и виду двигателей видно из табл. 5.

Таблица 5

Характер водоподачи	Насосные станции и установки					
	с электрифицированным приводом		с дизельным приводом		Итого	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
На полное орошение	19	36,0	8	3,6	27	10,0
На подпитывание	34	64,0	211	96,4	245	90,0
И т о г о	53	100,0	219	100,0	272	100,0

В 1965 г. на всех станциях было установлено 1012 двигателей : 368, или 36,3% электрических, 644, или 63,7% дизельных.

Наличие насосных установок в указанный период по маркам насосов характеризуют данные табл. 6.

Таблица 6

Наименование марок насосов	К-во, шт.	Проценты к итогу	Производительность одного насоса, $м^3$/сек
I	2	3	4
ПГ-35, ПГ35х2, ПГ35М	596	58,8	0,1-0,3
ЦДН, НДС, НДВ	187	18,7	0,2-1,5
ОП5, ОП6, ОП10, ОП11	26	2,6	5,5-20,0
56В-17	9	0,9	7,8-8,0

I	2	3	4
ЗОПРВ-60	4	0,4	2,2
АТН-I0, АТН-I4	I22	I2,0	0,02-0,
ЭЦАВ-I2	22	2,I	0,07
Завода "Фойт"	4	0,4	I8,5
4К-В	3	0,3	0,2
HSK-I0 (чехословацкие плавучие насосные станции)	39	3,8	2,5
И т о г о	I0I2	I00,0	

Из табл. 6 видно, что около 60% установок составляют малопроизводительные агрегаты с насосами ПГ35; I4,I % - насосы АТН и ЭЦАВ, которые применяются при откачке грунтовод на скважинах вертикального дренажа, и только 8% - крупные агрегаты с насосами ОП, ЗОПР-В, 56В-I7 большой производительности (до 20 м^3/сек).

Распределение насосных агрегатов по областям характеризуется следующими данными:

Области	Кол-во, шт	Проценты к итогу
КК АССР	I09	I0,8
Андижанская	402	39,7
Ферганская	I84	I8,I
Сырдарьинская	I48	I4,6
Ташкентская	55	5,4
Бухарская	46	4,6
Хорезмская	46	4,6
Самаркандская	I2	I,2
Сурхандарьинская	6	0,6
Кашкадарьинская	4	0,4
И т о г о	I0I2	I00,0

Как видно из приведенных данных, наибольшее количество насосных агрегатов сосредоточено в Ферганской долине - 57,8%, Сырдарьинской области - I4,6% и КК АССР - I0,8%. В Ферганской долине из эксплуатируемых 586 насосных агрегатов 539, или 92%, составляют малопроизводительные насосы ПГ35, ПГ35х2, ПГ35М с дизельным приводом.

В Сырдарьинской области из I48 насосов I26, или 85% представлены насосами АТНI4 и ЭЦАВ, установленными на скважинах вертикального дренажа, остальные I5% - насосы марки ПГ35.

Из 39 крупных насосов марки ОП5, ОП6, 56Б-I7 и ЗОПР-В60 28, или 88% сосредоточены в Бухарской области, на Амубухарском и Амукаракульском машинных каналах, которыми по проекту будут орошаться до I59 тыс.га земель (табл. 7).

Таблица 7

Станция	Высота подъема воды, м	Количество насосов		Производит. насосн. станции, м³/сек	Мощн. электродвигателей, тыс. квт	Возможная орошаемая площадь, тыс.га
		Общее	Предназначенных для одновременной работы			
Хамзинская	48	9	8	66,4	45	I14
Кукмазарская	20,8 I8,4	3 3 6	2 3 5	40 60 I00	30,0	
Алатская	8,I	7	6	36	5,6	45
Каракумская	5,5 7,8	4 2 6	4 2 6	28,4	3,6	

Известно, что насосные станции и установки с дизельными двигателями менее экономны. Это объясняется тем, что, во-первых, затраты на приобретение и доставку дизельного топлива значительно превосходят затраты на потребление электроэнергии, во-вторых, численность персонала при обслуживании насосных агрегатов с дизельным приводом агрегатов в несколько раз больше, чем у агрегатов с электроприводом.

В I964 г. из 7II двигателей 588, или 82,7% были дизельными. Необходимы организация электропитания и замена дизельных двигателей на электрические.

Проработки Андижанского областного управления "Сельхозтехника" совместно с САНИИРИ показали, что уже в I966 г. в Андижанской области, где сосредоточено около 50% всех тепловых двигателей, можно было бы организовать электропитание и заменить не менее I60 дизельных двигателей на электрические.

Так, на [illegible]ганъярской насосной станции с тремя перемычками установлен[illegible]7 насосов марки ПГ35х2 с дизельными двигателями. Рядом со станцией проходят высоковольтные линии электропередач напряжением 6 и 10 киловольт. Заменив дизельные двигатели на электрические и построив трансформаторную подстанцию, можно организовать электропитание насосных установок.

Поскольку к насосным станциям прикреплены большие орошаемые площади, правильно было бы уменьшить число малопроизводительных насосных установок за счет увеличения производительности каждого насоса.

Особо следует остановиться на [illegible] вопросе, связанном с развитием машинного водоподъема в оросительных районах Узбекистана. Это вопрос о динамике текущих затрат, связанных с эксплуатацией оросительных систем.

Если на протяжении первых четырех лет последнего пятилетия (1961-1965 гг.) ежегодное увеличение эксплуатационных затрат составляло 4-13%, то в 1965 г. они резко возросли:

Год	Эксплуатационные затраты, тыс.руб.	Проценты к предыдущему году
1961	25415,0	104,0
1962	27398,2	107,0
1963	29825,3	107,0
1964	30904,0	113,0
1965	39457,9	128,0

Как видно, из сказанного выше, всего лишь за один год (1965) текущие затраты увеличились более чем на 8,5 млн. руб. Анализ эксплуатационных расходов по каждому в отдельности элементу показал, что такое резкое увеличение произошло в основном за счет эксплуатации насосных станций. Так, в 1964 г. затраты на содержание и капитальный ремонт насосных станций составили 2935,9 тыс.руб., в 1965 г. - 7892,9 тыс. руб. (269% к 1964 г.). Следовательно, затраты на эксплуатацию насосных станций возросли почти в три раза и увеличились на 4957 тыс.руб.

За счет каких насосных станций прибавились эксплуатационные затраты, можно видеть из сопоставления расходов по обла-

стям. Если в среднем по всем областям они поднялись на 28%, то по Бухарской области в 1965 г. возросли в 2,3 раза: в 1964 г. эксплуатационные затраты здесь равнялись 3104,2 тыс.руб., в 1965 - 7133,2 тыс.руб., т.е. 230% к 1964 г.

Таким образом, с вводом насосных станций на Амубухарском машинном канале в число действующих основных фондов, затраты на эксплуатацию оросительных систем Бухарской области возросли более чем на 4 млн.руб. Это не могло не отразиться и на экономических показателях. Так, если себестоимость оросительной воды (без амортизационных отчислений) за 1961-1964 гг. колебалась в пределах 0,078-0,090 коп/м^3, то в 1965 г. она увеличилась по сравнению с 1964 г. более чем на 40%, что видно из следующих данных:

Год	Себестоимость 1 м^3 воды, коп/м^3	Показатель 1965 г. в % к соответствующим годам
1961	0,079	140,0
1962	0,090	123,5
1963	0,085	131,0
1964	0,078	142,0
1965	0,111	-

Как видно, себестоимость единицы воды в 1965 г. возросла по сравнению с предыдущими годами на 23-42%. В годы истекшего пятилетия самый значительный объем забранной воды из источников орошения был в 1964 г. (39,6 млрд.м^3) или на 4 млрд. м^3 больше, чем в 1965 . Если исходить из уровня этого водозабора, то себестоимость единицы воды в 1965 г. составляет 0,1 коп/м^3, или на 28% выше, чем в 1964 г.

Чтобы получить полную себестоимость орошаемой воды, необходимо учесть амортизацию основных ирригационно-мелиоративных фондов, которая на государственных оросительных системах не начисляется.

По данным Г.Я.Дзевенского [1], доля амортизации на ирригационных системах составляет 33,5%. Исходя из этого процента амортизации, полная себестоимость 1 м^3 воды, забираемой из источников в 1965 г., составляет 0,15 коп.

---

1. Автоматизация ирригационных систем Узбекистана и методы определения ее экономической эффективности.

Анализ себестоимости воды по областям показал, что наибольшее ее увеличение последовало в Бухарской области за счет ввода в действие насосных станций на Амубухарском машинном канале. Здесь себестоимость забора I м³ воды в 1965г. составила 0,269 коп., т.е. возросла против 1964 г. почти в 3 раза (табл. 8).

Таблица 8

Область	Себестоимость I м³ воды, коп		Увеличение (+) или уменьшение (-), % к 1964 г.
	1964	1965	
Ташкентская	0,063	0,084	+33,3
Сырдарьинская	0,045	0,058	+28,9
Ферганская	0,061	0,071	+16,0
Андижанская	0,095	0,117	+23,2
Самаркандская	0,079	0,112	+57,2
Бухарская	0,092	0,269	+292
Кашкадарьинская	0,070	0,113	+ 90
Сурхандарьинская	0,050	0,066	+ 32
Хорезмская	0,109	0,104	- 4,5
КК АССР	0,098	0,134	+ 36
Итого по УзССР	0,078	0,111	+ 42,4

В расчетах себестоимости воды на государственных оросительных системах не учитываются амортизационные отчисления. Между тем эти затраты занимают значительный удельный вес в себестоимости единицы воды.

Анализ себестоимости I м³ воды по Баяутской электрифицированной насосной станции показал, что удельный вес амортизационных отчислений основных фондов составляет 27-30% от общих затрат.

Учитывая наличие мощных насосных станций (на Амубухарском, Амукаракульском, Ширабадском каналах), а также перспективу машинного орошения Джизакской и Фаришской степей, в районах Северной Ферганы, где будут построены крупные насосно-оросительные станции, необходимо поставить вопрос о включении в структуру эксплуатационных затрат амортизационных отчислений для создания фондов возмещения.

В.М.МАСЛЕННИКОВ, Л.Н.ПОБЕРЕЖСКИЙ

О СООТВЕТСТВИИ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПОЛИВА ВОДНОМУ РЕЖИМУ ПОЧВ И РАСТЕНИЙ

Наряду с развитием основных способов полива в последние годы все более интенсивно разрабатываются агрегаты для внутрипочвенного орошения растений. Наиболее удачные машины такого рода разработаны на Украине [3, 21, 26 и др.]. При их использовании поливная вода поступает в корнеобитаемую зону через специальные сошники, причем, подача воды обеспечивается до глубины 50 см.

Очевидно, что использование того или иного агрегата для внутрипочвенного полива должно в первую очередь соответствовать закономерностям водного режима растений. Интенсивность водопотребления хлопчатника зависит от фазы его развития [6, 23, 24], агромелиоративных условий [10, 16], сортовых особенностей [19], предшественников [17], теплового режима [4] и других факторов.

Установлено, что диапазон оптимального увлажнения почвы находится между величинами ее наименьшей влагоемкости и влажности разрыва капиллярной связи, т.е. является функцией водно-физических свойств почвы. Следовательно, применение того или иного способа полива не влияет на содержание продуктивной влаги в почве. Сказанное подтверждается, например, опытами Н.А.Мельниковой [20], проведенными в Бухарской области. Результаты наших многолетних исследований позволяют заключить, что общее водопотребление хлопчатника, орошаемого по бороздам и дождеванием, одинаково [18 и др.]. При этом оросительные нормы составляют в среднем, по данным С.Н.Ры-

жова 23, 7-8 тыс.м^3/га.

Допускается, что при внутрипочвенном поливе растений возможно некоторое снижение общего расхода воды за счет уменьшения физического испарения с поверхности почвы, но масштабы этого снижения пока окончательно не выяснены.

В 1962г. Н.Д.Холиным и Г.Л.Шендриковым [27] предложен способ механизации полива гидробурными агрегатами, основанный на принудительном впрыскивании оросительной воды и создании изолированных очагов увлажнения. Последние создаются путем разового впрыскивания воды в каждую скважину под давлением 3-5 атм. до момента выхода ее на поверхность почвы.

Полученная С.П.Писанко и М.И.Верховским [22] существенная экономия оросительной воды при орошении хлопчатника гидробурами относилась Н.Д.Холиным и Г.Л.Шендриковым за счет интенсивной внутрипочвенной конденсации атмосферных паров. Эта точка зрения, поддержанная В.В.Звонковым [9] и позднее И.А.Кузнецовым [18], основывалась главным образом на опытах И.И.Жигалова [7], результаты которого опубликованы лишь спустя 5 лет после постановки эксперимента.

И.И.Жигалов проводил испытания в Таджикистане на четырех делянках площадью 4х4 м каждая. При нормах впрыскивания 270-780 г (10-30 м^3/га) гидробуром в каждую скважину И.И.Жигалов получил в очагах увлажнения прирост влаги 110-250 г, или 15-32% от поданных норм воды. В среднем он исчисляет прибавку воды в 20%, относя ее за счет внутрипочвенной конденсации паров воздуха, и отмечает при этом преобладающую роль термической конденсации. Однако возможности такого процесса, по данным самого автора, обеспечивают-

ся лишь при условии использования оросительной воды с температурой ниже I2°, что в условиях поливного земледелия Средней Азии невероятно.

Не может иметь существенного значения и термокапиллярный перенос влаги в сторону понижающихся температур, вызванных очагом увлажнения, поскольку этот перенос, ничтожный при максимальной гигроскопичности почвы, возрастает до влажности завядания, после чего вновь снижается [5]. Запас же влаги в очаге увлажнения должен быть всегда выше влажности завядания, чтобы обеспечить нормальную жизнедеятельность растений.

Конденсация вплоть до настоящего времени - предмет дискуссии.

Известно, какую большую роль отводил ей А.Ф.Лебедев [I5]. Но не ново также, что более поздние исследования положений А.Ф.Лебедева не подтвердились. Например, А.М.Бялый [I, 2], пользуясь методикой А.Ф.Лебедева поглощения почвой воды из атмосферы не обнаружил совсем.

Ошибочность многих положений А.Ф.Лебедева убедительно доказал П.И.Колосков [II, I2], показав физическую невозможность процесса внутрипочвенной конденсации. По данным П.И.Колоскова, зона наиболее низких температур воздуха при наличии растительного покрова лежит на некоторой высоте над поверхностью почвы и зависит от высоты и густоты растительности. В этой зоне и происходит процесс конденсации атмосферной влаги.

Количественно оценить роль конденсации в водном балансе почв можно на основании данных М.З.Журавлева

[8], А.П.Лаврова [I4], В.Е.Сочеванова [25] и др. Согласно этим данным прибавка воды за счет конденсации в различных физико-географических и климатических зонах не превышает I,5 мм/мес.

Следовательно, нет никаких оснований ожидать экономии воды за счет конденсации и, тем более, рассчитывать на этой основе технико-экономические показатели гидробура.

Для проверки высказанных соображений, а также оценки практического значения орошения хлопчатника гидробурами, нами в I96I-I965гг. были проведены специальные исследования.

Работы проводились в двух повторностях на участках площадью 50-I20 $м^2$ и средним уклоном до 0,I, располагались на территории Научно-исследовательской станции по технике орошения САНИИРИ (Ташкентская область). Объемный вес почвы в среднем для верхнего метрового слоя составил I,22г/$см^3$; наименьшая влагоемкость - 2I% от абсолютно сухого веса почвы.

В течение всего периода орошения хлопчатника (май-сентябрь) раздельно по вариантам и повторностям опыта учитывали воду взвешиванием гидробурного агрегата до и после полива и пропуском воды через дозаторы.

Поливы проводились в постоянные скважины, располагавшиеся против каждого букета растений по схеме 60х45см, причем, выход воды на поверхность почвы не допускался и скважины прикрывались после каждого полива.

Постановка эксперимента с различными вариантами (табл. I) позволяет выявить целесообразность поливов способом гидромеханизации при весьма широком диапазоне

водопотребления хлопчатника.

Таблица I

Состав опытов с орошением хлопчатника гидробурами, проведенных в I964 и I965гг.

Год	Номер опыта	Показатель	Вариант опыта I	2	3	4
I964	I	Оросит.норма, м³/га	2000	3000	4000	-
			I937	2843	376I	5625
	2	Число поливов	7	II	I5	22
I965	I	Оросит.норма, м³/га	2050	2838	4I9I	5353
		Число поливов	8	I2	I6	20
	2	Оросит.норма, м³/га	3708	3736 x)	28I5	28II x)
		Число поливов	I4	38	II	38

ПРИМЕЧАНИЕ x) Варианты с однократным впрыскиванием поливных норм.

Исходя из приведенных выше средних оросительных норм, применяемых в данных условиях, нами планировались варианты с нормами не ниже 2000 м³/га, так как меньшие недостаточны для получения удовлетворительного урожая. Не включались также варианты с нормами выше 5500 м³/га: в этом случае нецелесообразно было бы использовать испытываемую технику полива.

Результаты исследований по технике орошения гидробурами показали, что средняя продолжительность однократного впрыскивания воды не превышает 7,8 сек. при расходе 0,434 л/сек. В этом случае поливная норма превышала 3-4 л/скв. (I30 м³/га). Изменение указанных параметров

от максимальных величин при первых поливах (0,539-0,548 л/сек) к минимальным при последних (0,423 л/сек) объясняется процессом кальматации почвы в очагах увлажнения за счет вымывания грунта из камер впуска воды.

Сказанное подтверждается и опытом безнапорной подачи воды в скважины гидробура.

Сопоставление результатов исследований за 2 года (табл. 2) позволяет заключить, что продолжительность впрыскивания сокращается в зависимости от предшественников и составляет по обороту пласта 1,4-4,9 сек. (сокращение на 33-14%) и на старопашке - 4,3-7,5 сек.(на 5-39%). Нормы расхода воды соответственно снижаются на 12-27%, не превышая 2,5-3 л на скважину, а поливные оказываются крайне недостаточными (не более 100 $м^3$/га). К тому же они неизбежно уменьшаются по мере приближения от пласта люцерны к старопашке. Это обусловливает необходимость увеличения частоты поливов, что ведет к нерациональному расходованию оросительной воды.

В связи со сказанным в дальнейшем мы решили исследовать метод многократного инъецирования воды в скважину после первого впрыскивания. Поливная норма при этом способе - не менее 300 $м^3$/га (8-9 л/скв), а продолжительность впрыскивания и расход воды гидробуром существенно увеличиваются (табл. 3).

Указанный метод, однако, не имеет существенных преимуществ по сравнению с обычной технологией, так как требует примерно вдвое больше затрат времени для полива той же нормой (табл. 4).

Попутно установлено, что орошение гидробуром неиз-

Таблица 2.

Изменения продолжительности однократного впрыскивания воды (разовая инъекция) в почву при поливах хлопчатника гидробуром

Год	Предшественники	Условные номера вариантов	Количество проведенных поливов	Поливные нормы			Продолжительность впрыскивания поливной нормы		Расход воды	
				м³/га	литров на одну скважину	% к 1964 г.	сек.	% к 1964 г.	л/сек	% к 1964 г.
1964	Люцерна прошлых лет	I	22	I26	3,4		7,8		0,434	
		2	I5	I27	3,4		7,9		0,436	
1965	Хлопчатник I-го года (орошался гидробуром)	3	20	-	-		4,9	62	-	-
		4	I2	-	-		4,4	56	-	-
	Старопашка (орошалась по бороздам)	5	38	98	3,0	88	7,5	95	0,40	92
		6	38	74	2,5	73	4,8	6I	0,5I	II7

бежно приводит к внутрипочвенной эрозии, величина которой зависит от водно-физических свойств почвы и уклона участка.

Таблица 3

Продолжительность однократного впрыскивания (разовая инъекция) на делянках при поливах хлопчатника нормами не менее 8-9 л/скважину

Поливная норма			Продолжительность однократного впрыскивания по скважинам		
м³/га	Литров на скважину		основным	дополнительным	средняя
	от-до	средняя			
163	3,9-4,9	4,4	11,2	10,2	10,7
192	5,0-5,6	5,2	12,6	8,2	11,3
215	5,7-6,2	5,8	-	6,1	-
263	6,3-7,9	7,1	15,3	8,8	9,7

ПРИМЕЧАНИЕ: по каждой норме полива 500-1000 определений.

Рассмотрение биологических показателей развития и урожая хлопчатника (табл. 5) позволяет заключить, что в условиях высокоплодородного фона участка при 7, 11, 15 и 22 поливах гидробуром и оросительных нормах 1937, 2848, 3761 и 5625 м³/га обеспечен урожай, соответственно 21,7, 24,3, 29,6 и 32,5 ц/га. При этом хлопчатник израсходовал 3576, 2967, 2763 и 2512 м³/га естественных влагозапасов почвы, т.е. 42-65% общего водопотребления по вариантам. Последнее равно, соответственно, 5513, 5811, 6524 и 8137 м³/га.

При повторных испытаниях в 1965г. на том же участке и при тех же оросительных нормах урожай хлопчатника

Таблица 4

Характеристика различных технологий производства полива гидробуром в обеспечении поливных режимов хлопчатника

Год	Предшественник	Условный номер варианта	Кратность впрыскивания поливной нормы	Оросительная норма, м³/га	Количество поливов	Поливные нормы		Продолжительность впрыскивания поливной нормы в скважину, сек		
						м³/га	литров на одну скважину	первоначальная	последующая по мере впитывания оставшейся нормы	Общая
1964	Люцерна прошлых лет	I	Многократная	3732	I5	249	9,22	9,8	46,2	56
		2	-"-	720	3	240	9,22	I3,8	23,2	37
		3	Однократная	277I	22	I26	3,4	7,8	-	7,8
1964	То же	4	-"-	I954	I5	I27	3,4	7,9	-	7,9
	Хлопчатник I-го года (орошался гидробуром)	5	Многократная	5353	20	288	8,95	4,9	32,5	5I,2
1965		6	-"-	2839	I2	255	8,0	4,4	36,7	49,2
	Старопашка (орошалась по бороздам)	7	Однократная	3736	38	98	3,0	7,5	-	7,5
1965		8	-"-	28II	38	74	2,5	1,8	-	1,8

снизился на I6-47%, причем, главным образом за счет сокращения числа коробочек и уменьшения среднего их веса. Одновременно ухудшилось качество волокна и семян.

Почвенно-гидрологические условия опытов I964 и I965гг. были идентичны (рис. I). К периоду массового плодообразования (конец июля - начало августа) влажность верхнего метрового слоя почвы во всех вариантах снижалась до физиологически неусвояемого запаса. И при таком увлажнении поливы гидробуром нормами 250-300 $м^3$/га не смягчали сколько-нибудь существенно дефицита влаги в очагах увлажнения (рис. 2). Очевидно, по этой причине в период с третьей декады июля и до начала сентября в I4-I7 час. ежедневно на хлопчатнике всех вариантов отмечался обратимый процесс легкого подвядания листьев, нередко сопровождавшийся сбрасыванием завязей и усыханием листьев нижнего яруса.

На основании сказанного можно сделать вывод, что гидробуры, как средство внутрипочвенного полива, практического значения при орошении хлопчатника не имеют. В связи со сложностью и трудоемкостью производства работ при отсутствии реальной экономии оросительной воды, а также по причине внутрипочвенной эрозии использование гидробуров в условиях интенсивного орошения полевых и технических культур нецелесообразно.

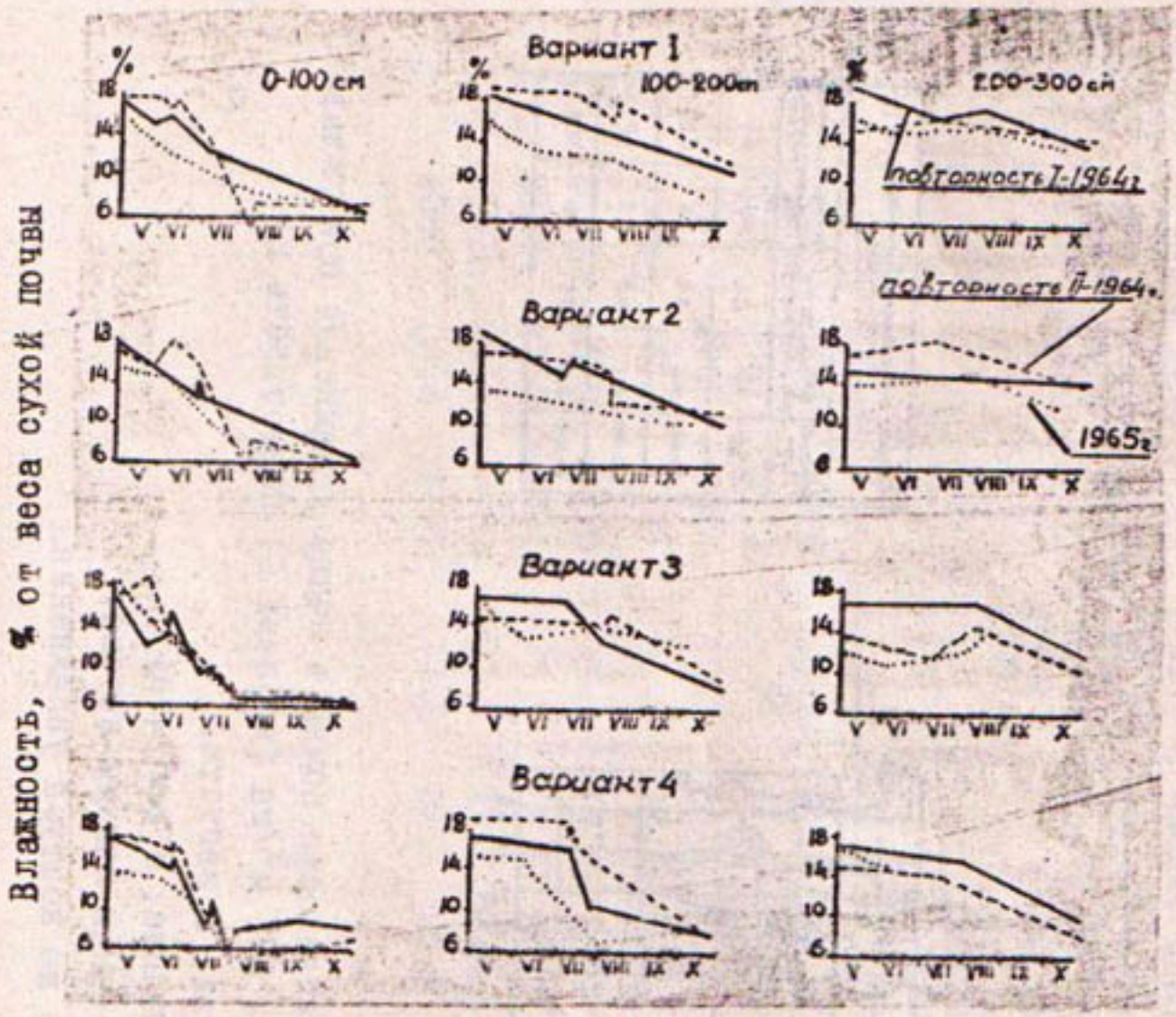
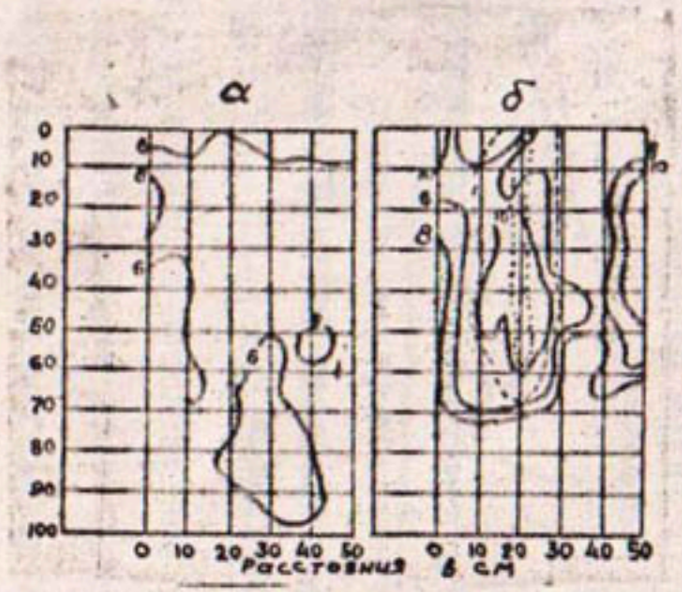


Рис. I. Динамика влажности почвы под хлопчатником по годам и вариантам опыта



Средние показатели влажности по горизонтам

Горизонт см	до полива	после полива	запасы влажности	
			%	м³/га
0-30	7.1	8.5	1.4	54
30-60	8.6	8.2	1.6	52
60-100	6.1	6.3	0.2	10
0-100	6.5	7.5	1.0	123

Рис.2. Динамика влажности почвы в очаге увлажнения при поливе гидробуром нормой 285 м³/га (вариант 2, повторность 2) :

а) до полива, 5 августа;

б) после полива, 8 августа;

. . . . границы камеры впуска;

– – – – то же контура увлажнения.

Таблица 5

Основные показатели урожайности и водопотребления хлопчатника, орошавшегося гидробуром в I964 и I965гг.

Год	Предшественники	Номер варианта	Расход воды, тыс. м³/га: оросительной	из запасов почвы	Всего	Густота стояния растений, тыс/га	Урожай надземной массы, ц/га: хлопок	листья, стебли, ветки створки	всего	Водопотребление на единицу сухого веса, л/кг: всего	хлопок-сырец	листья, стебли, ветки створки	Затрата влаги на 1 ц хлопка м³
I964	Люцерна прошлых лет, орошавшаяся по бороздам	I	I937	3576	55I3	80,3	2I,7	37,4	59,I	935	345	590	25I
		2	2343	2967	58II	79	24,8	36,9	6I,7	942	377	565	234
		3	376I	2763	6524	77,2	29,6	64,5	94,I	693	222	47I	220
		4	5625	25I2	8I37	8I,5	32,5	60,5	93	873	306	567	256
I965	Хлопчатник I-го года, орошавшийся гидробуром	I	2050	2670	4720	79,3	I3,7	33,8	47,5	995	287	708	345
		2	2838	2I53	499I	73,9	I4,6	29,7	44,3	II30	372	758	343
		3	4I9I	20II	6202	73,8	23,9	37,5	6I,4	I00I	39I	607	260
		4	5353	23I8	767I	77,I	27,2	29,6	56,8	I35I	648	703	288

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. БЯЛЫЙ А.М. - Источники поступления и расхода почвенной влаги при высокой агротехнике. "Социалистическое зерновое хозяйство", № 2, 1938.

2. БЯЛЫЙ А.М. - Конденсация парообразной влаги из атмосферы в почву как источник увлажнения почвы. Там же, № 3, 1940.

3. ВЕСЬЯНОВ В.М., ЗЬЬРИНСКИЙ И.Г. - Новая дождевальная и поливная техника. "Хлопководство". № II, 1962.

4. ВЛАСЕНКО А.Е. - Микроклимат и темпы развития хлопчатника. Там же, № 7, 1963.

5. ДЕРЯГИН Б.В., МЕЛЬНИКОВА М.К. - Экспериментальные исследования воды в почве под влиянием градиентов концентрации растворенных веществ, температуры и влажности. Докл. УI Междунар. конгрессу почвоведов, первая комиссия, физика почв, М., 1956.

6. ЕРЕМЕНКО В.Е. - Режим орошения и техника полива хлопчатника. Ташкент, Издательство АН УзССР, 1957.

7. ЖИГАЛОВ М.И. - Конденсация атмосферных и внутрипочвенных водяных паров воздуха при орошении гидробуром. "Вестник с/х науки", № I, 1965.

8. Х У Р А В Л Е В М.З. - Конденсация водяных паров атмосферы верхними слоями почвы в условиях Омска. Метеор. и гидрол. № I-2, 1940.

9. ЗВОНКОВ В.В. - Водохозяйственный баланс и новые задачи в орошении Средней Азии и Казахстана. Ташкент, 1962.

10. КИСЕЛЬЕВА И.К. - Опыт мелиоративного регулирования грунтовых вод в Голодной степи на примере совхоза "Пахта-Арал". В сб. "Вопросы мелиорации Голодной степи", Ташкент, 1957.

11. КОЛОСКОВ П.И. - Природные условия внутрипочвенной конденсации атмосферных паров. Пробл.физич.географии, т. IУ, 1937.

12. КОЛОСКОВ П.И. - О внутрипочвенной конденсации и сорбции атмосферных паров. "Метеор. и гидрол." № I, 1938.

13. КУЗНЕЦОВ И.А. - Внутрипочвенное напорное орошение. "Природа", № 9, 1961.

14. ЛАВРОВ А.Т., СОЧЕВАНОВ В.Е. - Об изучении водного режима в песчаной полупустыне. Метеор. и гидролог., № 5, 1938.

15. ЛЕБЕДЕВ А.Ф. - Почвенные и грунтовые воды. М.-Л., Изд. АН СССР, 1936.

16. ЛЕГОСТАЕВ В.М., КОНЬКОВ Б.С. - Мелиоративное районирование. Ташкент, Госиздат УзССР, 1951.

17. ЛИБИНЦ Б.А. - Мелиорирующее значение травопольных севооборотов в условиях засоленных почв Голодной степи. Ташкент, 1957.

18. МАСЛЯНИКОВ В.М. - Материалы совещания по вопросам механизации полива. В кн. "Вопросы механизации полива и борьбы с потерями воды из оросительных каналов". Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1956.

19. [illegible]ЕДНИС М.П. - Поливы хлопчатника в зависимости от скороспелости сорта и высоты урожая. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1958.

20. [illegible]ЕЛЬНИКОВА Н.А. - Поливы хлопчатника в условиях Бухарской области. "Сельское хозяйство Узбекистана", № 6, 1962.

21. ПАНКОВСКИЙ В.Г. - Машины для подпочвенного орошения. "Хлопководство", № 12, 1963.

22. ПИСАНКО С.П., [illegible]ЕРКОВСКИЙ М.А. - Применение гидробуров при выращивании хлопчатника. "Хлопководство" № 1, 1964.

23. РЫКОВ С.Н. - Орошение хлопчатника в Ферганской долине. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1948.

24. РЫКОВ С.Н. - Скорость передвижения и отдача поливной воды как фактор доступности ее растениям. М., Изд. АН СССР, 1957.

25. СОЧЕВАНОВ В.Е. - О конденсации водяных паров в почве близ Ташкента. Метеор. и гидрол., № 6, 1938.

26. ФИДЬКО Г.И. - Новое в технике подпочвенного орошения. Гидротехника и мелиорация, № 3, 1960.

27. ХОЛИН Н.Н., [illegible]ЕНДРИКОВ Г.Н. - Новая система внутрипочвенного напорного орошения для питания сельскохозяйственных культур с применением средств гидромеханизации. Ташкент, 1962.

У.Я.Вафин, С.А.Полинов

К вопросу о технико-экономической оценке работ по очистке от наносов гидромелиоративных систем УзССР и КК АССР

В составе мероприятий по эксплуатации гидромелиоративных систем Узбекистана одно из первых мест занимают работы по борьбе с поступлением наносов из источников орошения и очистке от них каналов в различных звеньях системы. Земляные работы в последние годы достигли 100-120 млн.м^3 и ежегодно требуют вложения значительных денежных средств и трудовых затрат.

Общий объём очистки в динамике за последние 25 лет / 1939-1965 гг./ возрос почти в 7 раз /при увеличении площади орошения, примерно, на 20%/: с 17,7 млн.м^3 в 1940 г. до 118,6 млн.м^3 в 1965 г. /табл.1/.

Столь значительные объёмы земляных работ по очистке гидромелиоративной сети от наносов немыслимы без широкого применения механизации, о чем свидетельствуют и данные табл.2.

Так, если в 1940 г. объёмы механизированных работ составляли 21 %, а 79% выполнялось вручную, то уже в 1950 г. это соотношение равнялось 29 и 71% ; 1960 - 70 и 30 ; 1965 - 78 и 22. Причем, практически в последние годы очистка магистральной и межхозяйственной сети полностью механизирована /90-92%/, тогда как очистка внутрихозяйственной сети, на которую приходится 35-40% общего объёма, механизирована немногим более чем на 50% .

Таблица 1

Выполненный объем работ по очистке гидромелиоративной сети УзССР с 1939 по 1965гг., млн.м^3

Год	Объём очистки	По видам сети		По видам работ			По видам сети и видам работ			
		магистр. и межхоз.	внутрихоз.	механизмами	из них землесосами	вручную	магистр.м/х сеть		внутрихоз. сеть	
							механизм.	вручную	механизм.	вру
1939	23,7			5,1		18,6				
1940	17,7			3,8		13,9				
1941	25,3			2,7		22,6				
1942	18,2			1,5		16,7				
1943	24,9			1,3		23,6				
1944	18,7			1,3		17,4				
1945	28,8			1,2	0,8	27,6				
1946	27,1			2,0	1,4	25,1				
1947	27,3			2,9	1,9	24,4				
1948	30,1			4,5	2,1	25,6				
1949	38,9	28,9	10,0	7,6	3,3	31,3				
1950	42,3	33,0	9,3	12,2	5,1	30,1	7,5	18,3	4,7	11,8
1951	47,5	37,7	9,8	21,9	7,4	25,6				
1952	50,9	37,5	13,4	26,8	8,8	24,1				
1953	57,7	42,8	14,9	29,4	11,9	28,3				
1954	61,6	45,6	16,0	34,4	13,0	27,2				
1955	74,8	56,2	18,6	49,6	13,8	25,2				
1956	80,7	54,2	26,5	54,8	18,6	25,9				
1957	84,0	58,4	25,6	55,2	19,5	28,8	45,1	13,30	10,1	15,5
1958	81,8	57,6	24,2	55,6	20,1	26,2	44,2	13,4	11,4	12,8
1959	77,8	52,9	24,9	56,1	19,2	21,7	45,9	7,0	10,2	14,7
1960	79,7	52,1	27,6	55,7	20,9	24,0	45,1	7,0	10,6	17,0
1961	74,6	47,4	27,2	57,1	21,6	17,5	42,1	5,3	15,0	12,2
1962	75,6	49,1	26,5	58,2	21,8	17,4	44,9	4,2	13,3	13,2
1963	78,8	51,9	26,9	58,4	22,6	20,4	46,4	5,5	12,0	14,5
1964	92,5	52,8	39,7	73,4	24,0	19,1	48,2	4,6	25,2	14,5
1965	118,58	68,95	49,63	92,33	28,0	26,25	64,0	4,95	28,33	21,3

Таблица 2

Объемы работ (млн.м^3) и стоимость (млн.руб.) очистки от наносов гидромелиоративных систем УзССР

Показатель			1950	1957	1960	1961	1962	1963	1964	1965
I			2	3	4	5	6	7	8	9
Площадь орошения, тыс.га					2411	2425	2568	2559	2576	2590
Объемы работ, учитываемые МИ и ВХ УзССР			25,8	52,5	51,6	49,6	50,5	54,1	55,1	69,0
I	В том числе по видам работ	Механизмами	7,5	39,2	42,8	42,3	45,6	46,0	48,2	64,0
		Стоимость (за счет госбюджета)	2,46	7,31	7,87	7,93	8,25	9,38	9,93	
		Вручную	18,3	13,3	8,8	7,3	4,9	8,1	6,9	5,0
		Стоимость (за счет средств хоз. водопольз.)	4,18	8,50	2,90	2,65	2,11	3,70	8,03	
	Средняя стоимость 1 м^3 очистки, руб.	Механизмами	0,330	0,187	0,185	0,185	0,181	0,203	0,203	
		Вручную	0,229	0,262	0,330	0,363	0,430	0,457	0,440	
Объемы работ, учитываемые хозводопользователями			16,5	31,5	28,1	25,0	25,1	24,7	37,4	49,6
II	В том числе по видам работ	Механизмами	4,7	16,0	12,9	14,8	12,6	12,4	25,2	28,3
		Стоимость (за счет средств хоз. водопольз.)	1,55	8,0	2,40	2,74	2,28	2,52	5,10	
		Вручную	11,8	15,5	15,2	10,2	12,5	12,3	12,2	21,3
		Стоимость (за счет средств хоз. водопольз.)	2,7	4,06	5,02	3,70	5,37	5,64	5,37	
Всего объем очистки по УзССР			42,3	84,0	79,7	74,6	75,6	78,8	92,5	118,6
Всего стоимость			10,89	17,87	18,25	16,96	18,01	21,24	23,43	
В том числе по госбюджету			2,46	7,31	7,93	7,87	8,25	9,38	9,93	

продолжение табл. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Объемы по видам работ:								
механизмами	I2,2	55,2	55,7	57,I	58,2	58,4	73,4	92,3
стоимость	4,0I	I0,3I	I0,33	I0,6I	I0,53	II,90	I5,03	
В том числе по госбюджету	2,46	7,3I	7,87	7,93	8,25	9,38	9,93	
Вручную	80,I	28,8	24,0	I7,5	I7,4	20,4	I9,I	26,3
Стоимость	6,78	7,56	7,92	6,35	7,48	9,34	8,40	

Несмотря на ежегодное повышение уровня механизации, объём очистки вручную в I940 г. составил I3,9 млн.м^3; I950- 30,I ; I960 - 24,0 млн.м^3 и в I965 г. - 26,3 млн.м^3, или за последние 5 лет на ручную очистку приходится 22-30% от общего объёма, а это при современном уровне развития механизации много.

Такие большие и достаточно устойчивые в своих величинах объёмы работ, по годам выполняемые вручную, при довольно высоком темпе роста уровня механизации работ на внутрихозяйственной сети - следствие как абсолютного роста объёмов очистки, увеличившихся, например, с I950 г. к I965 г. в 5 раз, так и недостаточности механизмов, могущих выполнять очистку внутрихозяйственной сети, и главным образом недостаточности отстойников / головных и внутрисистемных/ и плохой их эксплуатации по регулированию выпуска наносов в систему в требуемых размерах в соответствии с транспортирующей способностью каналов.

Данные табл.2 свидетельствуют также о том,что на очистку от наносов гидромелиоративной сети Узбекистана в последние 5 лет ежегодно затрачены огромные денежные средства : I8,25 млн.руб. в I960 г. и 23,43 в I964. Из них на очистку магистральной и межхозяйственной сети /Государственная сеть/ израсходовано I0,83 млн.руб. в I960 г. и I2,96 - в I964; при распределении затрат на механизированную очистку соответственно 7,93 и 9,93 млн.руб. и ручную - 2,90 и 3,03 млн.руб; а на внутрихозяйственную сеть /сеть водопользователей/ - 7,42 и I0,47 млн.руб.

На механизированную очистку затрачено 2,4 - 5,10 млн.руб. ; ручную - 5,02 - 5,37 соответственно в 1960 и 1964 гг.

При этом затраты по госбюджету составили из 18,25 /1960г./ лишь 7,93 млн.руб. и из 23,43 /1964 г./-9,93 млн руб. Причём большая доля пришлась на затраты водопользователей - 10,32 /1960г./ и 13,5 /1964 г./ млн.руб. Это объясняется тем,что кроме затрат по очистке внутрихозяйственной сети(35-40% от общего объёма ; отсюда почти 50% приходится на ручную очистку), еще включаются затраты по ручной очистке госсети. Ручная очистка ложится тяжелым бременем на хозяйства-водопользователи,требуя миллионы человеко-дней работы и огромных затрат труда, оцениваемых, например, в 15 млн.чел.-дней в 1965 г.

Давая общую характеристику объёмов работ и затрат денежных средств на очистку от наносов гидромелиоративных систем УзССР, небезынтересно привести средние удельные технико-экономические показатели на 1 га фактически орошаемой площади и стоимость 1 м^3 очистки /табл. 3/.

Таблица 3

Удельные технико-экономические показатели по УзССР в динамике за последние 15 лет

Показатель	Единица измерения	1950	1960	1964
1	2	3	4	5
Объём очистки, приходящийся на 1 га, м^3		18,5	33,0	36,0
В том числе механизмами		5,5	23,1	28,5

I	2	3	4	5
Из них землесосами		2,2	8,7	9,3
Вручную		I3,2	9,9	7,5
Затрата по очистке на 1га,	руб.	4,75	7,6	9,I
Затрата от общих эксплуатационных затрат, %		6,05	57,5	55,5
Стоимость очистки 1 м^3,	руб.	0,26	0,23	0,254
Механизмами		0,23	0,I85	0,20
Вручную		0,23	0,33	0,44

Из данных табл.3 видно почти двойное с I950 к I964 г. увеличение объёма очистки наносов, что вызвано повышением требований в последние годы к эксплуатации оросительных систем : в 5 раз возрос объём механизированной работы, из которой значительная доля - до 33% /I964г/ приходится на очистку землесосными установками ;

в 2 раза снижен ручной труд.

Соответственно изменились также и денежные затраты / средняя стоимость очистки I м^3 наносов за последние I5 лет оставалась на одном уровне - 0,23-0,26 руб.за I м^3.

Доля расходов на очистку наносов в общих эксплуатационных затратах систем из I7,96 млн.руб. в I950 г. и 40,09 млн.руб. в I964 составила соответственно I0,89 и 20,93 млн.руб. или 60,5 и 55,5, т.е. затраты по очистке - главная статья расходов,связанных с эксплуатацией оросительных систем.

Особое место по борьбе с поступлением наносов и очистке их в гидромелиоративных системах занимает район низовья Амударьи, в частности КК АССР.

Таблица 4

Операционные затраты [x] (млн.руб.) по видам эксплуатационных работ по гидромелиоративным системам УзССР

Год	Госбюджет (Госсеть)						Расходы по очистке сети за счет хозяйств водопользователей	Итого по УзССР		
	Содержание эксплуат. штата	Эксплуат. расход		Расходы по ремонту	Прочие расходы	Всего по госбюджету		всего затрат	в том числе	
		Всего	в том числе на очистку						зарплата (по Госсети)	очистка
1950	4,17	3,82	2,46	I,6I	-	9,53	8,43	I7,96	4,3	I0,89
	23,2	20,7	I3,7	9,I		53,2	46,8	I00	24,0	60,5
1957	7,8I	I0,I	7,3I	I,26	I,72	20,89	I0,56	3I,45	8,43	I7,87
	24,8	32,I	23,2	4,0	5,5	66,4	33,6	I00	26,8	56,8
1960	6,67	II,78	7,93	I,78	I,23	2I,16	I0,32	3I,78	7,64	I8,25
	2I,0	37,0	25,0	5,6	3,9	67,5	32,5	I00	24,0	57,5
1961	6,23	II,6I	7,87	I,8I	2,82	22,47	9,09	3I,56	7,3	I6,96
	I9,7	37,0	25,0	5,7	9,0	7I,4	28,6	I00	23,2	53,6
1962	7,46	I3,08	8,25	2,07	2,57	25,I8	9,76	34,94	8,86	I8,0I
	2I,4	37,4	23,6	5,9	7,3	72,0	28,0	I00	25,4	5I,6
1963	8,24	I5,85	9,38	2,23	I,88	27,2	II,86	39,06	9,33	2I,24
	2I,0	48,0	24,0	5,7	4,8	69,5	30,5	I00	23,8	54,5
1964	8,78	I6,28	9,93	2,I6	I,57	29,09	I3,50	42,59	I0,39	23,43
	20,5	38,2	23,3	5,8	3,7	68,2	3I,8	I00	24,4	55,5

x) В числителе абсолютная величина, в знаменателе – проценты.

Таблица 5

Объемы очистки по областям УзССР

Области	Площадь орошения, тыс.га	Объем очистки, млн. м3			Объем очистки, приходящ. на I га			
		Всего	в том числе		всего	в том числе		
			механиз.	вручную		механиз.	вручную	
							абсол.	%
Ташкентская	310,0	10,48	7,66	2,82	34,0	24,7	9,3	27,4
Сырдарьинская	298,0	10,27	8,69	1,58	34,5	29,0	5,5	16,0
Ферганская	291,0	11,81	7,27	4,54	40,6	25,0	15,6	38,3
Андижанская	439,0	16,20	11,86	4,34	37,0	27,2	9,8	26,5
Самаркандская	302,0	6,82	4,63	2,19	22,6	15,3	7,3	32,3
Бухарская	226,0	11,14	9,03	2,11	49,5	40,0	9,5	19,2
Кашкадарьинская	195,0	4,05	2,71	1,31	30,0	20,3	9,7	32,3
Сурхандарьинская	171	9,56	8,53	1,03	56,0	50,0	6,0	10,8
Хорезмская	147,0	14,09	10,37	3,72	96,0	71,0	25,0	26,0
КК АССР	201,0	21,16	21,55	2,61	120,0	107,0	13,0	10,8
Итого по УзССР	2520,0	118,58	92,33	26,25	47,0	36,6	10,4	22,2

Таблица 6

Сводная таблица объемов работ (млн.м^3) и стоимости очистки (млн.руб.) гидромелиоративных систем КК АССР

Год	Площадь орошения, тыс.га	Всего по КК АССР: Объём очистки	Всего по КК АССР: стоимость, в том числе госбюдж.	Всего по КК АССР: В том числе по видам работ: механизмами: объем	механизмами: стоимость	вручную: объем	вручную: стоимость	Средняя стоимость I м^3 очистки: механизмами	Средняя стоимость I м^3 очистки: вручную	В том числе: По госбюджету: механизмами: объем	механизмами: стоимость	Объемы работ, учитыв. хозяйствами-водопользователями: Всего: объём	Всего: стоимость	в том числе по видам работ: механизм.: объем	механизм.: стоимость	вручную: объем	вручную: стоимость
I950	I5I,0	6,30	2,I7 0,39	0,92	0,39	5,38	I,78	0,4I5	0,330	0,92	0,39	5,38	I,78	-	-	5,38	I,78
I955	I88,0	I2,88	2,97 I,57	8,82	I,84	4,06	I,I3	0,206	0,279	7,63	I,57	5,25	I,40	I,I9	0,27	4,06	I,I3
I960	I97,2	I4,68	3,22 2,35	I2,8I	2,55	I,87	0,67	0,I99	0,358	II,80	2,35	2,88	0,87	I,0I	0,20	I,87	0,67
I96I	I95,6	I4,26	3,07 2,29	I2,84	2,52	I,42	0,55	0,I97	0,385	II,66	2,29	2,60	0,78	I,I8	0,23	I,42	0,55
I962	202,0	I7,40	3,72 2,44	I5,56	3,0	I,84	0,72	0,I92	0,388	I2,70	2,45	4,40	I,27	2,86	0,55	I,84	0,72
I963	I99,0	I5,37	3,2I I,90	I3,50	2,54	I,87	0,67	I,I88	0,357	I0,I0	I,90	5,27	I,3I	3,40	0,64	I,87	0,67
I964	2I0,0	20,47	4,30 2,77	I8,4I	3,58	2,06	0,72	0,I93	0,350	I4,I8	2,76	6,29	I,54	4,23	0,82	2,06	0,72
I965	20I,0	24,I6	5,53 3,52	2I,55	4,57	2,6I	0,96	0,2I2	0,365	I6,58	3,52	7,58	2,0I	4,97	I,05	2,6I	0,96

Таблица 6

Сводная таблица объемов работ (млн.м^3) и стоимости очистки (млн.руб.) гидромелиоративных систем КК АССР

Год	Площадь орошения, тыс.га	Всего по КК АССР								В том числе							
		Объём очистки	стоимость в том числе госбюдж.	В том числе по видам работ				Средняя стоимость I м^3 очистки		По госбюджету		Объемы работ, учитыв. хозяйствами-водопользователями					
				механизмами		вручную		механизмами	вручную	механизмами		Всего		в том числе по видам работ			
				объем	стоимость	объем	стоимость			объем	стоимость	объём	стоимость	механизм.		вручную	
														объем	стоимостьем	объем	стоимость
I950	I5I,0	6,30	2,I7 0,39	0,92	0,39	5,38	I,78	0,4I5	0,330	0,92	0,39	5,38	I,78	-	-	5,38	I,78
I955	I88,0	I2,88	2,97 I,57	8,82	I,84	4,06	I,I3	0,206	0,279	7,63	I,57	5,25	I,40	I,I9	0,27	4,06	I,I3
I960	I97,2	I4,68	3,22 2,35	I2,8I	2,55	I,87	0,67	0,I99	0,358	II,80	2,35	2,88	0,87	I,0I	0,20	I,87	0,67
I96I	I95,6	I4,26	3,07 2,29	I2,84	2,52	I,42	0,55	0,I97	0,385	II,66	2,29	2,60	0,78	I,I8	0,23	I,42	0,55
I962	202,0	I7,40	3,72 2,44	I5,56	3,0	I,84	0,72	0,I92	0,388	I2,70	2,45	4,40	I,27	2,86	0,55	I,84	0,72
I963	I99,0	I5,37	3,2I I,90	I3,50	2,54	I,87	0,67	I,I88	0,357	I0,I0	I,90	5,27	I,3I	3,40	0,64	I,87	0,67
I964	2I0,0	20,47	4,30 2,77	I8,4I	3,58	2,06	0,72	0,I93	0,350	I4,I8	2,76	6,29	I,54	4,23	0,82	2,06	0,72
I965	20I,0	24,I6	5,53 3,52	2I,55	4,57	2,6I	0,96	0,2I2	0,365	I6,58	3,52	7,58	2,0I	4,97	I,05	2,6I	0,96

но рост механизации очистки резко сказался на снижении удельных затрат, и суммарные затраты увеличились лишь в 2,5 раза.

Причем, если в общих затратах на очистку по остальным районам Узбекистана госбюджет за 5 лет /1960-1964гг/ составлял 34-32%, остальная большая часть - 66-68%- расходов падала на водопользователей, то по КК АССР несколько другое соотношение затрат за эти же годы. На госбюджет приходится здесь уже большая доля - 73-64%.

Это говорит о большом внимании государства к КК АССР, как к району наибольшей нагрузки по борьбе с поступлением и очистке наносов, что и производится на более высоком техническом уровне большим оснащением государственных систем КК АССР головными-магистральными, а в ряде случаев и внутрисистемными отстойниками с механизированной их очисткой, которыми задержано, например, в 1964 г. по системам Пахтаарна 63% от общего объёма поступления наносов, Кызкеткен - 51 и им.Ленина 86 /считая относительно произведенного объёма очистки по отчетным данным УДОС КК АССР/.

Для представления о величине, составляющей затрат по очистке в общих эксплуатационных расходах, ниже приведена табл.7, из которой видно,что она находилась в пределах 68,5% в 1950 г., 74 в 1955, 72 в 1960 и 63,5% в 1964 г.

Снижение процентного соотношения составляющей затрат по очистке к общим в последние годы объясняется не сокращением работ по очистке, а ростом других видов эксплуатационных расходов и прежде всего по государственным насосным станциям машинного водозабора и орошения.

Таблица 7

Операционные затраты x) (млн.руб.) по видам эксплуатационных работ на гидромелиоративных системах КК АССР

Год	Госбюджет (Госсеть)				Расходы по очистке хозяйствами водопользователями	Итого	
	Содержание эксплуатац. штата	Стоимость очистки	Прочие расходы	Всего по госбюджету		всего затрат	в том числе на очистку
1950	0,38	0,39	0,58	1,35	1,78	3,13	2,17
	12,1	12,2	18,5	43,0	57,0	100	68,5
1955	0,48	1,57	0,57	2,62	1,40	4,02	2,97
	11,8	39,0	14,2	65,0	35,0	100	74,0
1960	0,52	2,35	0,74	3,61	0,87	4,48	3,22
	11,6	52,3	16,6	80,5	19,5	100	72,0
1961	0,45	2,29	1,06	3,80	3,78	4,58	3,07
	11,8	45,0	20,0	76,8	23,2	100	67,0
1962	0,65	2,45	1,09	4,19	1,27	5,46	3,72
	11,8	45,0	20,0	76,8	23,2	100	68,0
1963	0,61	1,90	1,11	3,62	1,31	4,93	3,21
	12,4	38,6	22,5	73,5	26,5	100	65,5
1964	0,44	2,76	2,02	5,22	1,54	6,76	4,30
	6,5	41,0	30,0	77,5	22,5	100	63,5

x) В числителе абсолютная величина; в знаменателе - проценты.

Таким образом, при увеличении объёма очистки в 3,7 раза по КК АССР с I950 к I965 г. затраты на очистку возросли лишь в 2,5 раза /при увеличении площади орошения на 80% / или в абсолютных цифрах с 2,I7 млн.руб. до 5,54 и, соответственно затраты на I га / табл.8/ изменились в 2 раза - с I4,4 руб / I950 г./ до 27,5 /I965 г./.

Таблица 8

Удельные технико-экономические показатели по очистке наносов гидромелиоративных систем КК АССР

Показатель	I950	I955	I960	I965
Объём на 1 га , $м^3$	4I,7	68,5	75,0	I20,0
В том числе				
механизмами	6,I	47,0	65,0	I07,0
Из них				
вручную	35,6	2I,5	I0,0	I3,0
Затраты на I га, руб.	I4,4	I5,8	I6,4	27,5
Затраты по очистке, % от общих эксплуатационных затрат.	68,5	74,0	72,0	65,0
Стоимость очистки I $м^3$, руб.	0,345	0,230	0,220	0,228
механизмами	0,4I5	0,206	0,I99	0,2I2
вручную	0,330	0,279	0,358	0,385

Огромные объёмы земляных работ, значительные денежные и трудовые затраты, связанные с очисткой от наносов Гидромелиоративных систем УзССР, в частности КК АССР, обязывает эксплуатационные, проектные и научно-исследовательские организации уделить этому вопросу большое внимание и

искать наиболее оптимальные технико-экономические решения его.

В связи с этим в САНИИРИ в отделах эксплуатации гидромелиоративных систем и экономики водного хозяйства начаты большие исследования по технико-экономической оптимизации средств борьбы с наносами /гидротехнических объектов в комплексе с механизацией работ / в гидромелиоративных системах Узбекистана.

Г.В. ЕРЕМЕНКО, А. УСМАНОВ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ОРОШЕНИЯ В ЗАПАДНОЙ ФЕРГАНЕ

Непрерывный рост орошаемых площадей в стране настоятельно требует отыскания дополнительных источников орошения. В текущем пятилетии в Центральной Фергане предполагается освоить 23,4 тыс.га новых земель. Новые водные источники нужны и для Западной Ферганы. Даже староорошаемые земли в период вегетации испытывают водное голодание, наблюдается частая подсушка хлопчатника. Например, водообеспеченность Кировского и Узбекистанского районов в отдельные периоды (май - июнь) вегетации 1963-1965 гг. снижалась до 48%. Даже полное зарегулирование поверхностных источников не позволяет создать 100-процентной обеспеченности водой всех земель, пригодных к освоению. Вместе с тем имеются значительные запасы подземных и коллекторно-дренажных вод, которые остаются или нетронутыми, или употребляются в малой степени.

Совершенно не используются в Ферганской области пресные подземные воды, залегающие в некоторых местах даже под сильно-засоленными землями на глубинах ниже 8-14 м. Начиная с этих глубин и ниже они имеют минерализацию менее 1,5 г/л. По подсчетам Ферганской гидрогеологической экспедиции и Узгипроводхоза, только в Западной Фергане из этих вод можно выкачать по 25-28 $м^3$/сек.

В настоящей работе под Западной Ферганой подразумевается территория, граничащая на севере с р.Сырдарьей, на юге - с отрогами Алайского хребта и сухими дельтами рек Исфары, Соха, Алтынрыксая; на востоке проходит граница Ахунбабаевского района Ферганской области и Чустского района Андижанской области; с запада - республиканская граница с ТаджССР. Валовая площадь исследуемой территории составляет 323 тыс. га, орошаемая - 187,081; в вегетацию 1966 г. хлопчатником здесь засевалось 100,908 тыс.га.

Как показали исследования вертикального дренажа, проведенные нами в 1962-1963 гг. / 2,3,4 / в Кировском районе, скважины дают быстрый мелиоративный эффект по рассолению земель, и вода из них может быть с успехом использована на орошение (табл. I).

Таблица 1

Расходы и химическая характеристика воды, откачиваемой из скважин вертикального дренажа

Номер скважины	Номинальные расходы л/сек	Минерализация, г/л						
		Сухой остаток	Cl'	SO_4''	HCO_3'	Ca''	Mg''	$Na'+K'$
4	40	0,215	0,015	0,028	0,122	0,020	0,019	0,009
5	70	0,458	0,025	0,134	0,195	0,048	0,048	0,007
6	35	0,537	0,020	0,172	0,212	0,048	0,041	0,042
7	40	1,334	0,070	0,691	0,207	0,064	0,087	0,214
8	60	0,339	0,020	0,057	0,183	0,032	0,029	0,017
9	20	0,776	0,030	0,386	0,219	0,044	0,072	0,074
10	25	0,440	0,020	0,144	0,166	0,036	0,031	0,043

Водой из семи скважин вертикального дренажа можно оросить площадь в 400 га. Положительная сторона этих источников орошения: с помощью гидромеханического оборудования создается необходимый напор и поддерживается постоянный расход, дисциплинирующий режим орошения. Расходы воды по поверхностным источникам резко колеблются даже в течение суток, так как имеют длинные холостые части и множество точек выдела в другие хозяйства. Это значительно усложняет проведение поливов.

С I950 г. в Ферганской области ведутся интенсивные работы по строительству коллекторно-дренажной сети (КДС). На 1 января I966 г. протяженность ее составляла 8,I8 тыс.км, в том числе по Западной Фергане 4202,9 км. КДС Западной Ферганы обслуживает площадь в I87,I84 тыс.га, и в разрезе года ею сбрасывается в р.Сырдарью от 7,3 до 59,8 $м^3$/сек воды с минерализацией по плотному остатку 0,7-5,8 г/л (табл. 2). Но это только часть воды, собираемой КДС с территории. Значительное количество ее идет на орошение, несмотря на повышенную минерализацию.

Таблица 2

Расходы и минерализация воды в устьях коллекторно-дренажных систем Западной Ферганы в I965 г.

Система коллектора	Средневзвешенный расход за год, $м^3$/сек	Средневзвешенный расход за вегетацию (май-сентябрь), $м^3$/сек	Средняя минерализация за год, г/л	Средняя минерализация за вегетацию г/л
К.Я.К.	0,I3	0,I2	I,46	I,38
Северного	I,32	0,67	I,57	I,7I
Центрального	I,47	0,37	I,75	2,50
Коллектора "Д"	0,2	0,I6	I,95	2,87
Сох-Исфаны	7,66	I,30	I,53	0,77
Сох - сброс	I,I4	0,3I	I,06	I,38
Абдусамат	0,02	0,04	I,64	0,II
Шур-ак-куль	I,I9	I,23	2,I0	2,64
Пишкарен	0,75	0,72	I,6I	I,76
Тумак	0 05	0,05	3,2	3,2
Северо-Багдадского (СБК)	I9,0	J2,I0	2,87	3,53
Карекалпак	5,I6	2,56	2,II	2,00
В с е г о	38,09	I9,63	-	-

Опыт использования воды повышенной минерализации на орошение известен давно. Этой проблеме посвящены работы многих отечественных и зарубежных исследователей. Подробная сводка о применении вод повышенной минерализации на орошение на опытных делянках и в производственных условиях как у нас в СССР, так и за рубежом сделана В.М.Легостаевым [1]. Однако о пригодности коллекторно-дренажных вод повышенной минерализации единого мнения пока нет. По существующим в настоящее время нормативам считается, что вода, содержащая в плотном остатке соли в количестве выше 1 г/л, для орошения непригодна.

По мнению многих мелиораторов, на наш век и поверхностной пресной воды вполне достаточно, и что использование минерализованной воды вызывает быстрое засоление почво-грунтов и выход их из сельскохозяйственного оборота. Проверяя это предположение, мы в конце октября - начале ноября 1963 г. в Ферганской области попытались провести рекогносцировочные исследования, главным образом, методом опросов бригадиров, агрономов и председателей колхозов. Вот некоторые примеры этой работы:

1. Ленинградский район, колхоз им. XX партсъезда.

В бригаде № 20 (бригадир М.Ермирзаев) хлопчатник засеян на 80 га. Вся эта площадь уже 8-й год орошается коллекторной водой. Забор воды осуществляется с помощью временной земляной перемычки (тугана) из коллектора Айим. Земли бригады среднесуглинистые, среднезасоленные. Грунтовые воды имеют минерализацию 3-5 г/л и залегают в период вегетации на глубине 1,2-1,8 м.

Минерализация коллекторной воды изменяется в течение года от 1,5 до 1,8 г/л. Хлопчатник поливался 6 раз нормами 700-900 $м^3$/га, промывка земель проводилась тоже водой из коллектора в два приема общей нормой 2,6 тыс.$м^3$/га. К моменту опроса бригада выполнила план хлопкозаготовок на 91%, получив с каждого гектара по 25 ц. К концу года бригада перевыполнила государственный план по заготовке хлопка. Причину такого высокого урожая бригадир объяснить не смог. Пожимая плечами, говорил: "Видимо, год урожайный".

2. Ленинградский район, колхоз "Большевик", бригада № 22; бригадир М.Шукуров. В бригаде 32 га хлопчатника поливается водой из коллектора Катта-Ляшкар. Воду с минерализацией до 1 г/л выкачивают насосом ПГ-35-МА. Земли легкосуглинистые, засоление среднее, грунтовые воды залегают на глубине 1,5-1,6 м и имеют минерализацию 2-3 г/л. Всю площадь промывали в один прием общей нормой 1,2 тыс. $м^3$га водой из р.Сох. К моменту опроса бригада получила по 31 ц/га, выполнив план на 97%.

Еще лучшее положение было в бригаде 21 (бригадир Н.Махкамов). Хлопчатник здесь поливали 4 раза на 30 га. Вода поднималась насосом из того же коллектора. Эта бригада выполнила план на 116%, получив с каждого гектара по 28 ц хлопка.

3. Ленинградский район, колхоз им.Кирова, бригада № 5; бригадир А.Шаробиддинов.

В бригаде 40 га хлопчатника орошается водой из коллектора "Хиллаликуль", минерализация - 2,0-2,8 г/л. Воду забирают с помощью тугана. Поля поливались 4 раза, промывались в два приема. Нормы вегетационных поливов 0,8-1,4 тыс $м^3$/га. Минерализация грунтовых вод 3-5 г/л, залегают на глубине 1-1,5 м.

К моменту опроса бригада выполнила план и получила хлопка по 17 ц/га. Такое же положение было и в бригаде № 20, где коллекторной водой поливалось 35 га. Почвогрунты среднесуглинистые, засоление среднее. К моменту опроса здесь план был выполнен на 83%, но к концу года обе бригады государственный план хлопкозаготовок перевыполнили.

4. Папский район, колхоз им.К.Маркса. Здесь обследованы посевные площади хлопчатника бригад № 11 и 12, которые полностью поливались водой из подпитывающего канала "Фрунзе". Этот канал берет свое начало из Северо-Багдадского коллектора. Минерализация воды в точке выдела колеблется в пределах 2,2-6,1 г/л. Земли бригад имеют среднее засоление, по механическому составу среднесуглинистые. Беседовали с председателем колхоза тов. Х.Худайназаровым.

По его словам, в прошлом эти площади поливались, как правило, смесью вод из коллектора и поверхностных источников. В последние три года вода подается на поля орошения этих бригад только из коллектора. Бригаде № 12 первая в колхозе выполнила план хлопкозаготовок, получив с каждого гектара по 22 ц. Таков же урожай и в бригаде № 11. Земли этих бригад промывались также водой из канала Фрунзе. В целом хозяйство выполнило план хлопкозаготовок позже всех хозяйств района, несмотря на то, что остальные площади поливались водой из поверхностных источников.

5. Алтыарыкский район, колхоз "XX партсъезд". В бригаде № 6 всего 50 га занято под хлопчатником; вся площадь поливается и промывается водой из коллектора Джалаер. За вегетацию 1963 г. проведено 5 поливов нормами 700-900 $м^3$/га, а также однократная промывка нормой 1,4 тыс.$м^3$/га. Часть воды из коллектора поднимается на поля орошения с помощью насоса, большая же часть забирается самотеком с помощью земляных перемычек. К моменту опроса бригада получила по 32 ц/га, успешно выполнив план хлопкозаготовок.

6. Узбекистанский район, совхоз им.Жданова, отделение № I "Коммунизм". Земли бригады № 7 (бригадир - бывший агроном отделения тов. А.Курбанов) поливаются смесью вод из р.Сох, Большого Ферганского канала и из коллектора КК-4. Вода выкачивается насосом. Земли среднезасоленные, легкосуглинистые, грунтовые воды имеют минерализацию 3,0 г/л. В коллекторе минерализация воды I,2-2,0 г/л. Вода р.Сох и БФК в точках выдела хозяйству имеет минерализацию соответственно 0,3 и 0,5 г/л. Хлопчатник поливался 4 раза, промывался однократно нормой 2,0 тыс.$м^3$/га. К моменту беседы отделение перевыполнило план, собрав с каждого гектара по 22 ц хлопка.

Подобных примеров по Ферганской области много, но в период рекогносцировочных обследований отрицательных выявлено не было.

Могут появиться возражения, что поливы водой с повышенной минерализацией дают временный - I-2года - эффект.

Затем земли уплотняются, становятся малопригодными для сельскохозяйственного использования и засоляются. В.М.Легостаев [1] привел много примеров из отечественной и зарубежной практики, где земли в течение десятилетий поливались водой с минерализацией 3-5 г/л и выше без вредных последствий на урожай сельскохозяйственных культур. Некоторые хозяйства Ферганской области также используют коллекторно-дренажную воду в течение длительного времени. Например, в совхозе "40 лет Октября" 50 га земель, занятых под хлопчатником, поливаются водой с минерализацией 1,3 г/л из коллектора Янги-Курган в течение 5 лет, и урожайность сельхозкультуры составляет 22-27 ц/га, повышаясь по годам.

В колхозе им.К.Маркса (Папский район) отдельные бригады используют воду СБК (минерализация 3-4 г/л) с 1956 г. Причем, урожайность хлопчатника этих полей выше, чем на староорошаемых землях, поливавшихся водой из поверхностных источников.

Колхозом "Большевик" освоены сильнозасоленные земли в Центральной Фергане с помощью коллекторно-дренажной воды с минерализацией 7-8 г/л, и в настоящее время площади поливаются и промываются только коллекторной водой. В колхозе им. Ленина и низовьях совхоза им.Калинина никто не помнит, когда впервые начали использовать дренажную воду на орошение, во всяком случае с сороковых годов.

На всех указанных площадях до сих пор заметных признаков засоления не обнаружено. Земли не выходили из сельскохозяйственного оборота, хозяйства успешно выполняют государственные планы хлопкозаготовок; урожайность - 20-25 ц/га.

На поля орошения подается вода различной минерализации, но определенной закономерности в колебаниях урожайности хлопчатника не наблюдается (табл. 3).

Воду из коллекторно-дренажной сети забирают различными способами; ниже приведены наиболее распространенные из них.

I. Самотеком. В этом случае концевые участки коллекторов или дрен превращаются в оросители или подключаются в

Таблица 3

Минерализация коллекторно-дренажной воды и урожайность хлопчатника

Наименование хозяйства	Наименование коллектора	Забираемый расход и площадь орошения, л/сек/га	Начало орошения коллекторной водой, год	Минерализация используемых вод по плотному остатку, г/л	Урожай хлопка по годам, ц/га			
					1963	1964	1965	1966
Папский район:								
с-з Ахунбабаева, отд. № 2	Шур-Ак-Куль	150/155	1963	3,47	22,0	23,8	23,0	-
отд. № 4	Пишкаран	500/300	1957	0,87	20,0	21,8	23,0	-
с-з Калинина, отд. № 3	Тайпак	50/50	1964	3,56	17,0	20,2	21,0	-
Узбекистанский район:								
с-з Ганиабад, отд.Ленинград, бр. 8	Кудаш-Яйпан	50/40	1960	0,69	21,0	23,3	25,5	-
с-з Коканд, отд.Победа, бр. 3,5,6	Зыркрау	200/150	1960	0,55	22,0	22,0	25,2	-
Отд.Жданова, бр.6,7,10	Найман-Калямыш	150/150	1958	0,74	25,0	25,5	28,0	-
Кировский район:								
с-з Кирова, отд.Комсомол, бр. 11	Арык-Баши	80/65	1961	0,87	21,0	22,0	23,4	24
Отд.Ш Ленинчи	М.Горького	150/110	1963	2,62	11,0	15	20,0	20,1
к-з Искра, бр.16	Кара-Шах	50/50	1962	2,89	17,0	26,0	42,0	45,0
бр.14	"	45/40	1962	1,69	17,0	22,0	27,0	30,0
Багдадский район:								
к-з Жданова, бр.17	БХ	30/25	1956	3,10	17	17,2	18,0	19,0
Алтынарыкский район:								
к-з Жданова, бр.22	Средн.Кызылтепинский	100/77	1962	4,10	15	21,0	17,0	22,0
к-з Ленинград, бр.18	Ф-7	100/75	1957	1,05				

ближайшую оросительную сеть. Этот вид забора в основном распространен в гидрогеологической зоне выклинивания грунтовых вод конусов выноса рек Исфары и Сохе. Вода здесь слабоминерализованная - до 1,5 г/л. Прямым отводом забирается вода и из больших родников (Кайнарбулак в Узбекистанском районе и Айдин-булак с дебитами 50-100 л/сек). Эта вода имеет местное название "карасу". Площади орошения каждым коллектором-оросителем или родником колеблются в пределах 30-250 га.

Так, коллектор "Москва" в Кировском и "Джалаер" в Багдадском районах орошают соответственно 150 и 50 га. Этот способ забора воды встречается, но значительно реже и в других гидрогеологических зонах.

Расходы вод в русло водотоков зависят от глубины наполнения и длины участка канала, проходящего через зоны площадного и руслового выклинивания. Так, в русло Актепасая на длине 6-7 км в отдельные периоды года выклинивается до 2 $м^3$/сек воды. В целом , по данным Ферганской гидрогеологической станции, на Сохском конусе выноса выклинивается 7-13 $м^3$/сек воды, а по Исфаринскому - до 3,5.

Количество используемых "карасу" изменяется как в течение года, так и нескольких лет. Диапазон колебания составляет 4-9 $м^3$/сек (табл. 4).

Использование "карасу" по административным районам неравномерное.Если в Кировском и Ленинградском районах забирается в отдельные месяцы 2,0-2,5 $м^3$/сек, то в Багдадском не превышает 1,0. Наибольшее выклинивание наблюдается в невегетационный период - с ноября по февраль. (табл. 5).

2. С помощью насосных агрегатов, установленных перед капитальными,бетонными, трубчатыми, перегораживающими сооружениями и земляными перемычками (туганами). Этот способ забора широко распространен на всех гидрогеологических зонах. Расходы, забираемые каждой насосной установкой, колеблются от 15 до 200 л/сек; монтируются они ежегодно, в основном в одних и тех же местах. Так, на коллекторах "Отуллы" и "Мулла-шер" насосы, обслуживающие площади отделения "Ленинизм" совхоза им.Кирова, устанавливаются с 1958 г.

Таблица 4

Использование "карасу" по Западной Фергане
(1962 - 1966 гг.)

Год	Суммарные расходы по месяцам, м³/сек											
	I	II	III	IУ	У	УI	УП	УШ	IX	X	XI	XП
1962	6,63	6,86	6,58	6,68	6,16	6,92	7,25	6,05	6,38	6,74	6,69	6,79
1963	7,7	7,6	8,26	7,7	8,44	5,96	6,57	5,76	7,85	9,1	8,8	9,4
1964	7,7	7,6	8,1	7,7	7,9	5,55	4,95	4,75	8,1	8,1	8,0	8,1
1965	4,44	4,4	4,78	4,80	5,13	4,77	4,52	4,35	4,04	4,88	4,91	4,29
1966	5,47	5,24	4,71	4,74	5,54	4,95	4,5	4,30	4,45	4,65	4,90	5,2

Таблица 5

Использование "каракуу" по районам Западной Ферганы за 1963 г.

Административный район	Среднемесячные расходы, м³/сек											
	I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII
Ленинградский	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,69	2,45	2,1	2,45	2,45	2,40	2,5
Папский	0,7	0,7	0,78	0,7	1,0	1,05	0,85	0,75	0,70	1,5	1,5	1,8
Узбекистанский	0,9	0,9	1,28	0,9	0,9	0,3	0,3	0,25	0,9	0,9	0,9	0,9
Кировский	2,10	2,10	2,10	2,10	2,5	0,45	0,30	0,20	2,00	2,0	2,0	2,0
Багдадский	0,6	0,6	0,75	0,5	0,54	0,87	0,97	0,86	0,8	0,75	0,6	0,6
Алтынкыкский	1,5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,5
Итого по Западной Фергане	7,7	7,6	8,26	7,7	8,44	5,96	6,57	5,76	7,85	9,1	8,8	9,1

Имеются стационарные насосные станции на коллекторах, работающие и в вегетацию, и в промывной период (бригада I отделения "Парижская Коммуна" совхоза "40 лет Октября" на коллекторе "Янги-Курган"). Эти места, как правило, приспособлены к установке насосов и осуществлению нужного горизонта или перегораживающими сооружениями, или земляными перемычками. Чаще всего в качестве перегораживающего сооружения используются асбоцементные трубы, уложенные на пересечении коллекторов с дорожной сетью.

Откачиваемая вода из коллекторов поступает в ближайший ороситель и выводится на поля орошения в "чистом" виде или в смеси с оросительной водой - в зависимости от наличия воды в поверхностных источниках. Количество забираемой коллекторно-дренажной воды изменяется как по годам, так и в разрезе года в зависимости от водообеспеченности и от потребности полей в орошении (табл. 6).

Таблица 6

Использование коллекторно-дренажных вод и количество работающих насосов по районам за июль 1962-1966 гг.

Административный район	Количество работающих насосов и их суммарный расход по годам, $м^3$/сек				
	1962	1963	1964	1965	1966
Кировский	18 / 1,84	38 / 2,75	41 / 2,15	51 / 2,32	42 / 1,91
Узбекистанский	67 / 2,54	36 / 1,8	27 / 1,9	23 / 1,6	70 / 4,28
Папский	16 / 0,87	30 / 1,57	28 / 1,4	26 / 1,2	19 / 1,13
Ленинградский	19 / 0,82	110 / 2,35	54 / 1,5	40 / 0,595	112 / 1,2
Багдадский	72 / 1,6	-	-	29 / 0,35	52 / 0,96
Алтынкский	74 / 2,15	61 / 1,5	23 / 1,58	86 / 3,11	64 / 2,58
И т о г о	266 / 9,32	270 / 9,97	173 / 8,53	255 / 9,18	359 / 12,08

Марки устанавливаемых насосов самые разнообразные, но чаще применяются типа С-245, ПГ-35 МА, ПГ-35х2 и ПР-10.

Данные табл. 6 о количестве насосов и откачиваемый ими суммарный расход относятся к межхозяйственной сети. Заборы из внутрихозяйственной сети не учитываются; протяженность ее составляет 60% от общей длины дренажа.

Интенсивное использование коллекторно-дренажной воды начинается, как правило, с мая и продолжается до октября (табл. 7).

3. Третий, наиболее распространенный способ забора воды на орошение из коллекторов и дрен - сплошное перекрытие русел с помощью земляных перемычек (туганов).

Существование перемычек кратковременное, обычно 2-2,5 месяца (июнь-июль-август) в разгар вегетации. Затуганивание в основном применяется на внутрихозяйственной сети, и учет их затруднен ввиду большой протяженности дренажа и численности перекрытий. На межхозяйственной сети их меньше, и устанавливаются они, как правило, на концевых участках коллекторов. Расходы забираемой коллекторно-дренажной воды колеблются в больших пределах - от 20-30 из внутрихозяйственной до 200-300 л/сек из межхозяйственной сети. Так, в хвостовой части коллектора К-К-4 (Узбекистанский район) самотеком выводится на орошение вода с расходом 200-250 л/сек круглогодично, и ею орошаются и промываются земли отделения „Камил-Чули" совхоза "Ганиабад" площадью 250 га. Площади обслуживания каждым отдельным туганом колеблются от 20 до 250 га. Как правило, эти "сооружения" к концу вегетации разбираются, вследствие чего заиляются участки коллекторов и дрен, расположенные ниже туганов.

Ежегодное перегораживание русла снижает дренирующую способность территории, ухудшает техническое состояние дрен, увеличивает объем очистных работ. Нередки случаи, когда глухие туганы оставляются на зиму.

Количество воды, забираемой на орошение, зависит от гидрогеологических условий местности, необходимости и качества проводимых поливов.

Таблица 7

Использование коллекторно-дренажных вод и количество работающих насосов по районам за вегетационный период

Административный район	Среднемесячные расходы, $м^3/сек$			
	май	июнь	июль	август	сентябрь
1962 г.					
Кировский	16 / 1,42	18 / 1,34	22 / 1,68	19 / 1,27
Узбекистанский	57 / 3,32	67 / 2,54	67 / 2,01	45 / 1,33
Ленинградский	12 / 2,1	19 / 0,82	34 / 1,05	30 / 1,05
Папский	20 / 1,5	16 / 0,87	16 / 0,4	8 / 0,3
Багдадский	55 / 1,10	72 / 1,6	72 / 1,37	66 / 0,97
Алтынкольский	51 / 1,47	74 / 2,15	57 / 2,25	60 / 1,75
И т о г о	211 / 10,91	266 / 9,32	268 / 8,78	228 / 6,67
1965 г.				
Кировский	27 / 1,3	51 / 2,32	48 / 2,1	-
Узбекистанский	80 / 0,55	23 / 1,6	28 / 0,55	22 / 0,39
Ленинградский	21 / 0,2	40 / 0,6	33 / 0,5	-
Папский	26 / 1,08	26 / 1,2	25 / 0,74	8 / 0,44
Багдадский	28 / 1,27	29 / 0,35	38 / 0,7	-
Алтынкольский	51 / 2,2	86 / 3,11	86 / 3,10	56 / 2,4
И т о г о	188 / 6,6	255 / 9,18	258 / 7,69	86 / 3,28

Таблица 9

Забор коллекторно-дренажных вод с помощью туганов

Административный район	Расходы воды (л/сек) по месяцам			
	июнь	июль	август	сентябрь
1962 г.				
Кировский	20 / 0,99	17 / 0,57	30 / 0,9	27 / 1,02
Узбекистанский	31 / 2,83	30 / 2,07	30 / 1,83	33 / 1,79
Папский	2 / 0,45	2 / 0,25	1 / 0,3	1 / 0,3
Ленинградский	9 / 0,51	16 / 0,70	33 / 0,91	33 / 0,91
Багдадский	28 / 0,86	24 / 0,52	31 / 0,59	30 / 0,49
Алтынрыкский	51 / 1,62	64 / 1,67	59 / 1,66	51 / 1,36
И т о г о	141 / 7,26	153 / 5,78	184 / 6,19	175 / 5,87
1965 г.				
Кировский	12 / 0,53	28 / 0,6	22 / 0,54	11 / 0,24
Узбекистанский	21 / 0,35	26 / 0,43	26 / 0,43	15 / 0,3
Папский	10 / 0,44	10 / 0,45	7 / 0,3	7 / 0,3
Ленинградский	28 / 0,58	19 / 0,19	34 / 0,26	21 / 0,2
Багдадский	21 / 0,48	23 / 0,34	58 / 0,50	35 / 0,4
Алтынрыкский	56 / 1,5	79 / 1,74	65 / 1,63	46 / 1,15
и т о г о	148 / 3,88	185 / 3,75	212 / 3,66	135 / 2,59

Данные табл. 8 и 9 не полностью характеризуют объем воды, используемый хозяйствами области, так как заборы из внутрихозяйственной сети, в основном, не фиксируются. Только в Ленинградском районе было зафиксировано (июль - август 1966 г.) еще 43 земляных перекрытия с расходами 20-110 л/сек, устроенных хозяйствами . Вся эта вода не учитывается в планах водопользования и является внутренним резервом каждого хозяйства.

Таблица 8

Использование коллекторно-дренажных вод и количество туганов по районам (июль 1962-1966 гг.)

Административный район	Количество туганов и их суммарный расход по годам, $м^3$/сек				
	1962	1963	1964	1965	1966
Кировский	17 / 0,57	39 / 1,83	32 / 1,24	28 / 0,6	30 / 0,6
Узбекистанский	30 / 2,07	52 / 2,12	47 / 1,6	26 / 0,43	28 / 0,84
Папский	2 / 0,25	2 / 0,26	5 / 0,40	10 / 0,45	7 / 0,3
Ленинградский	16 / 0,7	50 / 0,49	25 / 0,42	19 / 0,19	62 / 0,15
Багдадский	24 / 0,52	-	-	23 / 0,34	22 / 0,35
Алтынкский	64 / 1,67	70 / 1,3	61 / 1,36	79 / 1,74	49 / 1,67
И т о г о	153 / 5,78	213 / 6,0	170 / 5,22	185 / 3,75	198 / 3,91

4. С помощью подпитывающих каналов, берущих свое начало из больших коллекторов, таких как СБК, Верхне-Кызылтепинский и др., где заборы осуществляются самотеком, или насосами. Так, земли колхоза "Комсомол" Алтынкского района в основном орошаются и осваиваются водой из Верхне-Кызылтепинского коллектора; вода выкачивается насосами.

Канал БХ питается водой коллектора СБК на месте пересечения его с железной дорогой Коканд-Андижан. Этот канал орошает все целинные земли колхозов "Ленинград", "Ленинизм",

"Большевик" , "Жданова" и др., находящиеся на Багдадском массиве Центральной Ферганы. Земли эти орошаются и промываются дренажной водой ежегодно, начиная с 1956 г. Расходы канала колеблются в пределах 1-3 м^3/сек (табл. 10).

На месте пересечения СБК с наманганской железной дорогой берет воду канал "Фрунзе". Этой водой с 1956 г. постоянно орошаются и промываются земли колхоза "Карла Маркса" Папского района.

Расходы по каналу им.Фрунзе изменяются от 0,1 до 0,3 м^3/сек. Максимальные расходы наблюдаются в вегетационный период - июль-август.

5. В самостоятельный тип забора можно выделить так называемые перекачки с обратным уклоном.

Сущность этого способа состоит в том, что из коллектора прокладывается русло против уклона и на нужном месте устанавливается насос, который перекачивает воду на командные отметки орошаемого поля. Этот способ забора встречается сравнительно редко. Так, из коллектора ФД-2 "обратным уклоном" забирается вода расходом в 50 л/сек в колхоз "ленинизм" Алтыарыкского района.

В результате исследования установлено, что хозяйства области даже при достаточной водообеспеченности используют дренажные воды. Практика показала, что орошение с минерализацией 2-3 г/л в плотном остатке ощутимых вредных последствий не оказывает. Местами даже получены самые высокие урожаи хлопка.

Поэтому упорядочение использования дренажных вод, определение степени ее пригодности на орошение и отыскание рациональных приемов забора имеют большой практический интерес. Все это необходимо еще и потому, что в одних местах (в верховьях оросительных систем выклинивается большое количество слабоминерализованных грунтовых вод) отмечается изобилие поливной воды, а в других (низовьях оросительных систем, там, где земли засоленные и выклинивающиеся воды имеют относительно высокую минерализацию) - недостаток.

Насосы, как правило, работают с большими перебоями из-за нехватки воды для постоянной откачки, т.е. несоответствия производительности насоса к поступающему расходу.

Таблица 10

Количество забираемой воды из коллекторов крупными каналами

Наименование канала	Год	Среднемесячные расходы, $м^3/сек$											
		I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII
Питающийся из СБ. (пост № 56)	1963	-	-	1,39	3,81	2,96	3,15	2,8	1,66	2,63	0,68	0,74	-
	1964	0,83	1,02	1,12	1,87	2,72	2,77	2,24	1,98	2,38	1,01	-	1,08
	1965	2,55	1,44	1,77	0,89	1,23	1,78	1,10	2,04	1,30	-	-	-
	1966	1,19	2,11	1,83	1,99	1,99	2,49	2,59	1,33	1,64	-	-	-
Фрунзенский, питающийся из СБ. (пост № 58)	1964	0,26	0,43	1,62	1,14	1,09	1,97	1,63	1,73	1,04	0,66	-	0,21
	1965	0,81	0,57	1,05	0,82	1,22	1,5	1,83	1,7	0,83	-	0,06	0,87
	1966	1,74	0,14	0,1	1,16	0,98	1,58	2,82	2,27	1,68	-	-	-

В дренах создаются некоторые емкости (водохранилища) для накопления воды (за 10-15 час.), и выкачивается она насосами в течение 7-8 час. Бессистемные, самовольные установки насосов приносят большой материальный ущерб самим хозяйствам (нерациональное использование насосно-силового оборудования, перерасход трудовых ресурсов, увеличение точек забора и ухудшение мелиоративного состояния земель).

На основании производственных исследований, обобщения данных органов водного хозяйства (Рай. УОС, Обл.УОС, Сох.УМРК) и опыта местных работников-практиков, можно сделать следующие основные выводы:

I. Хозяйствами Западной Ферганы используется большое количество дренажно-сбросных вод - от 19,0 до 26,0 $м^3$/сек в основном в период вегетации и промывок (табл. II). Качество этой воды самое разнообразное (табл. I2).

Таблица II

Использование коллекторно-дренажных вод и "карасу" на орошение в Западной Фергане на июль месяц по годам

Район	Суммарный расход, $м^3$/сек				
	1962	1963	1964	1965	1966
Кировский	2,03	4,88	3,69	3,92	3,5I
Узбекистанский	4,0I	2,22	4,0	2,60	5,78
Папский	I,I2	2,68	4,48	4,I3	5,93
Ленинградский	I,92	5,29	2,92	I,09	I,65
Багдадский	4,I2	2,80	2,24	2,09	4,22
Алтынрыкский	5,82	5,47	5,4	6,35	5,65
И т о г о по Западной Фергане	I9,02	23,34	22,73	20,I8	26,8I

2. Заборы воды, несмотря на большое количество насосных установок, в большинстве случаев осуществляются примитивными способами (туган с самотеком), ухудшающими мелиорацию земель и техническое состояние самих осушительных систем в зоне действия подпора.

3. Качество и количество используемой воды не контролируется, и имеются случаи использования совершенно непригодной для орошения минерализованной грунтовой воды.

Таблица I2

Качество используемых коллекторно-дренажных вод в Западной Фергане, август 1966 г.

Территория	Гидрогеологическая зона	Наименование коллектора	Плотный остаток, г/л	Анионы, г/л			Катионы, г/л		
				Cl'	SO_4''	HCO_3	Ca''	Mg''	$Na'+K'$
Исфаринский гидрогеологический район	Выклинивания	Железнодорожный	0,46	0,02	0,182	0,134	0,048	0,019	0,059
		Москва	0,98	0,03	0,48	0,22	0,12	0,073	0,056
	Неглубокого залегания	Кармак "Д"	I,63	0,09	0,902	0,219	0,128	0,156	0,131
		М.Горького	2,62	0,160	0,44	0,342	0,2	0,243	0,231
Сохский гидрогеологический район	Выклинивания	Кудаш-Яйпак	0,69	0,015	0,221	0,268	0,044	0,019	0,129
		Родник "Кайнар-Булак"	0,25	0,01	0,057	0,122	0,036	0,012	0,015
	Слабого руслового выклинивания	Гишкана	0,87	0,03	0,422	0,195	0,136	0,054	0,037
	Неглубокого залегания	Янги-Тайпак	3,56	0,170	2,112	0,219	0,20	0,134	0,720
		КМ-3	I,89	0,030	I,152	0,207	0,120	0,146	0,235
		Кызыл-Ой	I,18	0,025	0,653	0,195	0,204	0,075	0,025
Аллювиальная долина Сырдарьи		Шурак-Куль	3,47	0,20	2,016	0,293	0,20	0,243	0,514
		Хилоликуль	2,23	0,03	I,344	0,195	I,224	0,061	0,483
Межконусные понижения рек Сох и Исфара		Кара-Джида	I,5	0,04	0,864	0,207	0,120	0,122	0,149
		Кара-Мулла	2,25	0,06	I,344	0,282	0,160	0,146	0,309
Межконусные понижения рек Сох и Алтыарыксая		Бурбалык-Кайрагач	I,78	0,04	0,960	0,293	0,160	0,097	0,228
		БД-7-3 x)	4,45	0,47	2,496	0,219	0,401	0,292	0,57

x) Коллектор БД-7-3 находится в зоне нового освоения в Багдадском массиве

4. Места установки насосов должны указываться органами водного хозяйства с выбором оптимальных марок насосов с тем, чтобы производительность насоса соответствовала минимальному притоку по дрене, и там, где поверхностной воды явно недостаточно для орошения данной территории.

5. Места установки насосов должны быть регулируемыми, т.е. устраиваемые сооружения должны быть сквозными, чтобы в нужный момент пропускать лишний расход или при необходимости полностью перепускать воду, собранную с вышерасположенных участков.

6. Не вся используемая вода учитывается областным управлением оросительных систем (за исключением "карасу") и тем самым нарушается ведение планового водопользования. Назначение места установок насосов органами водного хозяйства даст возможность в дальнейшем контролировать качество и количество используемых дренажно-сбросных вод на орошение и включить их в план водопользования.

7. Назрела необходимость в постановке специальных детальных научных исследований с целью определить точные запасы коллекторно-дренажных вод, дать им качественную характеристику, доказать возможность применения их в хозяйстве, районировать по условиям и степени применимости в количественном отношении; рассмотреть, как изменяются водный и солевой балансы территории, если часть пригодной коллекторно-дренажной воды в период вегетации подавать на хлопковые поля.

Современная техническая вооруженность нашего сельского хозяйства позволяет добывать и поднимать коллекторно-дренажные и подземные воды на господствующие отметки местности и с успехом использовать их для нужд орошаемого земледелия.

Литература

I. Легостаев В.М. Об использовании вод повышенной минерализации на орошение. Ташкент, Госиздат УзССР, 1961.

2. Еременко Г.В. Режим откачек из скважин вертикального дренажа в условиях Ферганы. "Гидротехника и мелиорация", № 2, 1964.

3. Еременко Г.В. Влияние вертикального дренажа на рассоление почв. "Колхозно-совхозное производство Узбекистана" № 5, 1964.

4. Еременко Г.В., Усманов А. Влияние вертикального дренажа на минерализацию и режим уровня грунтовых вод. "Вопросы гидротехники" № 29, 1965.

5. Костяков А.Н. Основы мелиорации. Сельхозгиз, 1951.

У.Ю.ПУЛАТОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ВИДОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ.

Производительность экскаваторов, как специальная тема широко представлена в технической литературе. Почти в каждом издании, посвященном экскаваторным работам, будь то учебник или монография, брошюра или статья, вопросу производительности машин отводится как правило большое место.

Наряду с этим, если бегло просмотреть изданную за последние 35 лет литературу, посвященную этой тематике, то обращает на себя внимание отсутствие единого мнения по многим основным и порой принципиальным вопросам, связанным с классификацией, формулировкой и толкованием производительностей экскаваторов, методикой их определения и т.п.

Крупнейший специалист по экскаваторам, которому принадлежат основные монографические работы по теории производительности этих машин, доктор технических наук профессор Н.Г.Домбровский еще в начале пятидесятых годов писал, что "трудно назвать другой такой вопрос, по которому существовало бы столько разноречивых мнений, как производительность экскаваторов" [6].

В более поздних работах [7] проф. Н.Г.Домбровский, ссылаясь на процитированную книгу [6], в которой изложены основные выкладки его докторской диссертации "Основы теории производительности экскаваторов", написанной в

и техн. норм выработки

1940 г., частично опубликованной в 1949 г. [8], указывает, что за последние годы удалось создать основы теории производительности экскаваторов и на ее базе получить формулы, отражающие все основные зависимости выработки в единицу времени.

Отмечая большой и ценный вклад проф. Домбровского Н.В. в дальнейшее развитие теории производительности одноковшовых экскаваторов и вообще экскаваторостроения в нашей стране, следует указать на имеющиеся еще белые пятна в вопросах производительности этих машин.

Теория производительности одноковшовых экскаваторов охватывает своим понятием широкий круг вопросов - конструктивных, технологических, грунтовых, организационных и климатических, влияющих и определяющих выработку машины. Поэтому, трудность построения теории производительности, как правильно указывает канд.техн. наук Бородин П.В. [9], состоит не в сложности математического обоснования, а в необходимости учёта весьма большего числа факторов, воздействующих на производственный процесс.

Влияние этих факторов не одинаково и не постоянно, а величина и количество их может меняться в сравнительно больших пределах, особенно в разнообразных условиях водохозяйственного строительства среднеазиатских республик. Поэтому изложение сущности теории производительности экскаваторов с учётом требований, характера и особенностей работ в ирригации - задача актуальная и важная.

Исследования производительности экскаваторов, выпол-

ненные многими авторами, охватывают собой вопросы эксплуатации и работу этих машин в различных отраслях народного хозяйства. Критический анализ и обобщение этого обширного материала наряду с собственными проработками, позволяют довольно полно и достаточно уяснить, а также уточнить и развить основные положения теории производительности и сравнительно точно выявить факторы, ее определяющие.

Решение этих задач в первую голову требует четкой и ясной классификации производительности строительных машин, отражающей целевое назначение, определяемой в единицу времени выработки. В зависимости от того, для чего определяется производительность, меняется и количество факторов, влияющих на ее величину, а значит и численное значение выработки. Исходя из этого, рассмотрение излагаемого данной работой вопроса, начинается с классификации производительности одноковшовых экскаваторов.

Теория производительности одноковшовых экскаваторов имеет своей задачей обобщить и развить комплекс вопросов, связанных с выявлением об"ективных факторов, от которых зависит выработка машины, исследованием степени и характера влияния этих факторов и установлением их количественных показателей.

В концентрированном виде производительность экскаватора выражается математической формулой, состоящей из ряда компонентов, знание которых позволяет определить ее численную величину.

Производительность машины может быть правильно выражена при помощи формулы лишь в том случае, если для каждого

вида работы учтены все воздействующие на величину выработки факторы и количественные значения последних, установлены фактические данным условиям, характеризующими собой: конструктивные особенности и параметры машины, разрабатываемый об"ект и материал, технологический процесс, особенность эксплуатации и обслуживания машины, а также общую организацию работ.

Производительностью экскаватора, как и всякой землеройной машины является количество грунта, разработанное им за единицу времени. При этом, об"ем выработки исчисляется, как правило в кубических метрах, а время - часах, сменах, сутках, месяцах и годах ; наибольшее применение находит выработка, отнесенная к часу, смене и году.

В общем виде производительность машины-П-можно выразить формулой:

$$П = \frac{Q}{T} \qquad (I)$$

где Q - количество выработанной продукции ;

T - время, за которое определяется выработка.

Приведенная формула не вскрывает каких либо факторов и причин, определяющих и влияющих на производительность экскаватора, поэтому на практике применяется развернутое написание ее, которое позволяет раскрыть все эти компоненты.

Одноковшовый экскаватор является машиной цикличного действия и об"ем разработанного им грунта Q можно выразить через число выгруженных ковшей N . Но за каждый рабочий цикл об"ем разрабатываемого и переносимого грунта $q_г$ может быть меньше, равно или больше геометрической емкости

ковша q. Эта особенность учитывается коэффициентами наполнения ковша грунтом $К_н$ и разрыхления грунта в ковше $К_р$.

Таким образом, об"ем грунта, разрабатываемый экскаватором за каждый рабочий цикл, будет равен :

$$q_г = q \cdot К_н \cdot \frac{1}{К_р} \qquad (2)$$

где $К_н$ - характеризует собой степень заполнения ковша грунтом и находится как отношение физического об"ема грунта в ковше к геометрической емкости последнего ;

$К_р$ - характеризует степень разрыхления грунта в ковше и находится как отношение об"ема грунта в ковше к его об"ему в естественном залегании до разработки.

Произведение количества опорожненных ковшей и об"ема грунта, разрабатываемого за один рабочий цикл, дает общую выработку экскаватора:

$$Q = N \cdot q \; К_н \cdot К'_р \qquad (3)$$

где $К'_р$ - величина, обратная коэффициенту разрыхления, т.е. $К'_р = \frac{I}{К_р}$

Вторая величина, входящая в формулу I, именно время Т, за которое устанавливается выработка экскаватора, определяет вид производительности т.к. в зависимости от качественной разновидности элементов рабочей смены и календарного времени, охватываемого периодом, за который выявляет-

ся производительность, меняется величина и назначение последней.

Известно, что работа экскаватора, связанная с непосредственной разработкой грунта состоит из последовательно выполняемых операций: опускания ковша в забой, набора грунта (копания), под"ема ковша с грунтом, поворота на разгрузку, разгрузки и обратного поворота в забой. Сумма этих операций составляет рабочий цикл одноковшевого экскаватора. Время непрерывной экскавации, в течение которого экскаватор осуществляет рабочие циклы, называется временем чистой работы - T_p .

По конструктивным особенностям исполнения одноковшового экскаватора, технологический процесс его работы требует периодического передвижения по забою с одной стоянки на другую, после разработки определенного, для данных условий об"ема грунта.

Время, затрачиваемое на чистую работу T_p и передвижки t_n называется полезной работой машины $T_{п.р.}$

$$T_{п.р.} = T_p + t_n \qquad (4)$$

Эксплуатация экскаватора связана с необходимостью затраты части рабочего времени на заправку и пуск двигателя, крепежный ремонт машины (ежесменный уход), прием и сдачу смены, периодический отдых рабочих и др. в течение которого машина простаивает. Этой затрате времени - $t_э$, необходимой для нормальной эксплуатации машины и работы обслуживающего персонала, сопутствует любой механизированный строительный процесс.

Отрезок календарного времени, продолжительность которого регламентируется специальным законодательством, в течение которого обслуживающий персонал машины занят на производстве общественно полезным трудом, называется рабочей сменой.

Продолжительность рабочей смены $T_{см}$ одноковшового экскаватора можно условно разбить на три отрезка времени, различные по величине и характеру, в течение которых машина непосредственно разрабатывает грунт $T_р$, передвигается $t_п$ и простаивает по причине ухода за ней и отдыха обслуживающего персонала и т.п. - $t_э$

$$T_{см} = T_р + t_п + t_э = T_{пр} + t_э \qquad (5)$$

Величина производительности экскаватора обратно пропорциональна значению времени, к которому отнесена выработка и наибольшее значение, при прочих равных условиях, она имеет за период чистой работы т.к. $T_р < T_{п.р.} < T_{см}$.

Производительность, за время чистой работы, принято называть технической, т.к. она характеризует только возможности машины в данных условиях, без учёта каких либо простоев.

Если в формуле I общие обозначения выработки Q и времени T заменить конкретными обозначениями, полученными для условий непрерывной работы экскаватора, то техническую производительность можно определять из следующего выражения:

$$П_т = \frac{q \cdot N K_н K'_р}{T_р} \qquad (6)$$

Заменив в выражении 6 отношение $\frac{N}{T_p}$ через n - число рабочих циклов в единицу времени ,получим окончательную формулу:

$$П_т = q \cdot n \cdot К_н \cdot К'_р \qquad (7)$$

Техническая производительность является максимальной выработкой экскаватора в единицу времени, по которой определяются все остальные виды производительности путем введения в формулу соответствующих коэффициентов , учитывающих затрату рабочего времени на побочные операции, а также неизбежные и возможные простои машины и обслуживающего персонала.

Одноковшовый экскаватор , чередуя разработку грунта с передвижкой ,являющейся неотъемлемой частью технического прогресса работы его, затрачивает часть полезного времени , в результате чего производительность машины снижается относительно технической.

Оценка эффективности применения экскаватора на том или ином объекте только по технической производительности не отражает фактическую картину, поэтому необхадимо введение иного вида производительности .

Этот вид производительности можно назвать технологической $П_{тл}$, которая будет выражать выработку машины за единицу времени полезной работы.

Заменив в формуле 6 - $T_р$ суммой $T_р + t_п = T_{пр}$ и сделав соответствующие преобразования , получим

$$П_{тл} = \frac{П_т}{1 + \frac{t_п}{T_р}} \qquad (8)$$

Если принять, что $\frac{1}{1 + \frac{t_п}{T_р}} = K_п$; где $K_п$ - коэффициент, учитывающий влияние передвижек экскаватора на его производительность ,то:

$$П_{тл} = П_т \cdot K_п = q \cdot n \cdot K_н \cdot K_р' \cdot K_п \qquad (9)$$

Выше отмечалось ,что часть сменного времени экскаватора идет на заправку ,пуск,подогрев и уход за машиной в целом, а также периодический отдых рабочих и другое.

Производительность,подсчитанная с учетом этих элементов затрат времени в течение смены, служит нормативной , по которой выдается задание и производится расчет с обслуживающим машину персоналом и называется эксплуатационной $П_э$.

Если в формулу 6 вместо $T_р$ подставить сумму отрезков времени,слагающих рабочее время смены и сделать нужные преобразования ,то получим формулу эксплуатационной производительности:

$$П_э = П_{тл} \cdot К_в = q \cdot n \cdot К_н \cdot К'_р \cdot К_п \cdot К_в \qquad (10)$$

где $К_в = \frac{I}{I + \frac{t_э}{T_{пр}}}$ -коэффициент, учитывающий использование экскаватора по времени в течение рабочей смены.

Эксплуатационная производительность учитывает все возможные , но неизбежные простои экскаватора в течение смены, вызванные конструктивными, технологическими и эксплуатационными причинами.

В то же время на практике имеют место внутрисменные простои по организационным и метеорологическим условиям, в результате которых часть рабочего времени экскаватор и обслуживающий персонал вынужден простаивать .Эти потери рабочего времени должны учитываться при определении сметной стоимости строительства.

Поэтому эксплуатационная производительность (производственные нормы) уменьшается из-за подобного рода простоев введением так называемого переходного коэффициента $К_{прх}$.

Производительность, полученная после умножения производственных норм на коэффициенты- , численно всегда меньше единицы, называется сметной $П_с$

тальную и годовую) по принципу подразделения на виды и вкладываемому в этот вид производительности понятию несколько отличается от рекомендуемой и применяемой другими авторами.

В настоящее время многие авторы классифицируют производительность машин на три вида: теоретическую, техническую и эксплуатационную, которые используются во многих учебниках и технической литературе, посвященной экскаваторным работам. Большая заслуга в систематизации и обосновании производительности принадлежит проф. Домбровскому Н. до которого по существу не было сравнительно детальной, четкой и ясной трактовки и исследования данного вопроса.

Несмотря на капитальные труды Н.Г.Домбровского, С.Е. Канторера и других авторов еще нельзя сказать, что в этом вопросе достигнуто единое мнение. В целом ряде случаев [10,11,12,13,14,15,16,17,18], рекомендуемое или применяемое количество видов производительности, формулировка и понимание их расходятся от принятых другими, а также между собой, что естественно затрудняет и осложняет использование и вводит путаницу.

Об"яснить подобное явление на наш взгляд можно: с одной стороны сложностью охвата только тремя видами производительности относительно большего колебания качественно отличных друг от друга выработок машин, имеющее место в реальной действительности, и с другой - принижением значения классификации и систематизации производительности экскаваторов вообще и, как следствие этого, малым количест

вом специальных научных проработок по данной теме в частности.

Из сказанного не следует, что решение этой задачи - в увеличении видового наименования выработок машин. Количество видов производительности должно находиться в строгом соответствии числу качественных различий их, без чего всякая классификация теряет смысл.

Развитие теории производительности экскаваторов и вообще строительных машин, как и само появление подобной отрасли знания , тесно связано с требованиями и запросами, пред"являемыми к вопросам эксплуатации и ремонта машин, планирования и нормирования, организации и производства работ со стороны беспрерывно развивающегося механизированного строительного производства. В зависимости от уровня развития последнего и, как следствие этого, оснащения различных отраслей строительства средствами механизации возрастали и требования к вопросам производительности машин.

К тридцатым годам, периоду развития отечественного экскаваторостроения в нашей стране, относятся первые работы, посвященные производительности экскаваторов [24, 25, 26, 27, 28, 29], в которых в общих чертах, хотя и достаточно полно для того времени, изложены основные положения и зависимости выработок машин, получившие в дальнейшем развитие и углубленное исследование в последующих трудах различных авторов.

Анализ основных проработок по производительности ма-

шин за истекшие годы, наряду с общей оценкой состояния излагаемого вопроса, позволит выявить насколько логична и справедлива предлагаемая классификация выработок машин на пять видов, по сравнению с существующей.

Данная работа не ставит перед собой задачу рассмотреть все имеющиеся проработки в области производительности одноковшовых экскаваторов, что не только сложно и трудоемко, но и вряд ли необходимо. Ниже дается краткий анализ основных положений в части видовой классификации и смыслового понимания этих видов производительности, приводимое в технической литературе и, дополнительно обосновывается, рекомендуемое подразделение производительностей на пять разновидностей.

Теоретическая производительность, ее еще называют конструктивной и конструктивно-расчётной производительностью - это условная величина, получаемая расчётом и, призванная характеризовать собой минимую выработку экскаватора, отнесенную к I часу непрерывной работы при расчётных усилиях и скоростях движения машины, при наперед заданных определенных условиях работы, при соответствии забираемого за каждый рабочий цикл об"ема воображаемого грунта в плотном теле геометрической емкости ковша, при полном отсутствии сопротивления грунта копанию.

Формула часовой теоретической производительности экскаватора П представляет собой произведение расчётного числа циклов -П- в одну минуту на геометрическую емкость ковша - q - в $м^3$.

$$П = 60 \cdot q \cdot n \qquad (14)$$

Эта производительность, являясь сугубо расчётной и условной, служит только для сравнения конструктивных, расчётных и кинематических параметров машин при разных условиях их эксплуатации [19]. При этом для каждой машины она имеет одно значение, т.к. подсчитывается с учётом только конструктивных свойств машин, а производственная обстановка принимается условной и однозначной [2].

Оценка конструктивных возможностей машин различных марок и исполнения имеет смысл при одинаковых значениях емкостей рабочего оборудования, поэтому в формуле 14 величина - q - в сравниваемых вариантах будет одинакова и ее можно просто опустить.

Исходя из сказанного правильно и проще, вместо условной теоретической производительности, пользоваться другими показателями, косвенно характеризующими ее - продолжительностью цикла или числом циклов в единицу времени [2].

Если принять во внимание, что теоретическая производительность никакого практического значения не имеет [14] и то, что на практике подобных идеальных условий, исходя из которых подсчитана она не встречается [28], а так же имеющуюся возможность, при необходимости, замены ее другими легко получаемыми показателями - станет понятна причина, почему в рекомендуемой данной работой классификации отсутствует указанного вида производительность. Вероятно, исходя из приведенных доводов, ряд авторов вообще не рассматривает и не упоминает в своих работах о существовании

такого вида производительности экскаваторов [9, 10, 11, 12, 17, 20, 21, 22, 40].

Производительность экскаватора, как и любой другой машины может быть определена двумя принципиально различными методами : теоретически - до производства работ в каких-то конкретных условиях - путем расчёта и практически - после выполнения машиной задания - на основе фактических показателей по выработке и времени. Каждый вид производительности из рекомендуемой классификации - техническая, технологическая, эксплуатационная, сметная и календарная - будет, следовательно, иметь два качественно различных значения: теоретическое и практическое (фактическое), принципиально отличающиеся по методу получения.

В свете сказанного следует указать на неправильность постановки вопроса Н.Г.Домбровским [6], когда он, желая отметить различие между практической и теоретической (расчётной производительностью) пишет, что "С технической производительностью не следует смешивать фактическую производительность в час чистой работы".

Таким образом, возражая против употребления термина "теоретическая" в смысле выразителя одной из разновидностей выработки машины в единицу времени следует применять эту терминологию к каждому виду производительности для возможности качественной оценки приводимых показателей. Так, например, если выработка экскаватора за время чистой работы определена расчётом, то она будет называться "теоретическая техническая производительность" ; при наличии факти-

ческих данных - "практическая техническая производительность" и т.д.

Необходимо остановиться на отмеченных уже рекомендациях Л.А.Фейгина [18] классифицировать производительность строительных машин на четыре вида: конструктивную или теоретическую, техническую, эксплуатационную и фактическую.

Первые три вида производительности, предлагаемые Л.А.Фейгиным, общеизвестны и, за исключением теоретической, к которой относится все сказанное выше, возражения не встречают ; четвертый вид, названный фактической, по своей формулировке и вложенному в него смыслу полностью ошибочен и вносит путаницу в классификацию и само понятие производительности.

Формулируя этот вид производительности, Л.А.Фейгин указывает, что "это действительная выработка за время чистой работы машины (подчеркнуто нами У.П.), определенная по учетным данным". Тут же ниже поясняет "При определении фактической производительности учитываются конкретные условия работы, неизбежные простои, а также простои дополнительные, фактически имевшие место из-за неисправностей машины или в результате организационных неполадок" (подчеркнуто нами У.П.).

Отмечая допущенные Л.А.Фейгиным ошибки в классификации и самой трактовке предлагаемой им так называемой фактической производительности, следует отметить: I. Время чистой работы машин не включает в себя какие-либо простои вообще, не говоря уже о простоях, вызванных организационными

причинами ; 2. Введенное понятие фактической производительности без указания какого характера выработка, имеется ввиду практически, ничего не дает т.к. фактической может быть в отличие от расчётной и техническая и эксплуатационная или другого вида производительность ; 3. Автором совершенно не указывается причина, которой вызвано введение подобного вида производительности и ее назначение без чего непонятна цель увеличения существующего числа видов выработок машин.

Техническая производительность экскаватора является выработкой за период непрерывной, так называемой чистой работы, когда машина выполняет только операции технологического процесса, связанные с разработкой грунта. К этим операциям одноковшового экскаватора принято относить опускание ковша в забой, набор грунта (копание), под"ем ковша с грунтом, поворот на выгрузку, выгрузка и обратный поворот.

Об"ем грунта, разработанный за время чистой работы, является максимально возможным в данных условиях и все остальные виды выработок всегда ниже технической производительности и практически получаются умножением последней на соответствующие коэффициенты по величине меньше единицы. Этими коэффициентами учитывается затрата времени на различного рода технологические перерывы и неизбежные или устранимые, но имеющие место в действительности простои, вызванные организационными мероприятиями и другими причинами.

Некоторые авторы технической производительностью на-

зывают выработку экскаватора отнесенную ко времени включающего в себя не только чистую работу, но и другие элементы рабочего времени.

В трудах Д.Д.Бизюкина [15], А.В.Сонина [16], Х.Л. Троицкого и А.Л.Эпштейна [17], вышедших в свет в конце 40-х и начале 50-х годов, технической производительностью названа выработка за время рабочей смены, т.е. с учётом различного рода простоев ; подобная трактовка встречается и в изданиях более раннего периода. Об"яснить это можно механическим переносом частью авторов понятия технического нормирования на эксплуатационную производительность.

В последующие годы со сравнительно широким распространением трехвидовой классификации производительности и некоторым упорядочением понятий в вопросах теории производительности подобных явлений не встречается ; так, например, в переизданной книге Х.Л.Троицкого [30] это упущение устранено.

Более существенное и принципиальное расхождение в понимании рассматриваемого вида производительности экскаваторов имеет место в работах Н.Д.Аверина [10], Ф.Я. Барон [11], ВНИОМС [12], Н.Л.Добровольского [13] и Е.Р.Петерс [14], которые технической производительностью называют выработку, отнесенную к сумме времени: чистой работы и передвижения по забою. Данный подход, в отличие от предыдущего, не лишен логичности, так как передвижка экскаватора в забое, являясь неот"емлемым и необходимым элементом рабочего процесса, диктуется конструктивным

исполнением машины - принципом ее работы ;без передвижк невозможна дальнейшая разработка забоя.

Проф. Домбровский Н.Г. [6], рассматривая этот воп рос, пишет, что "В техническую производительность не сле дует вводить влияние передвижек экскаватора, продолжител ность которых зависит от слишком большого числа факторов и плохо поддается обоснованному определению в общем виде" Не оспаривая правильность этого положения, следует отмет что не оно служит причиной отнесения продолжительности пе редвижек к определенному виду производительности.

Влияние факторов и сложность их определения не исче- зают и после отнесения продолжительности передвижек, как это рекомендует Н.Г.Домбровский к эксплуатационной произ- водительности. Поэтому, относить часть рабочего времени, затрачиваемого на перемещение экскаватора по забою к экс- плуатационным простоям, как это предлагается подавляющим большинством авторов, не будет правильно, как и рекомен- дации некоторых авторов [10, 11, 12, 13, 14] включать это время в продолжительность чистой работы.

В момент перемещения в забое экскаватор не произво- дит разработку грунта и отнесение времени передвижек к продолжительности чистой работы искусственно искажает и качественно занижает выработку за время непрерывной экска- вации, являющейся основным и главным показателем при оцен- ке эффективности применения машины в данных условиях.

Эксплуатация экскаватора связана с затратой некоторой части рабочей смены на выполнение различных работ, связан-

ных с уходом за машиной и периодическим отдыхом обслуживающего персонала. Подобная затрата времени неизбежна и необходима и его принято называть эксплуатационными простоями, продолжительность которых оценивается и характеризуется величиной коэффициента использования машины по времени. Величина этого коэффициента, как правило является постоянной для целой отрасли строительства и для одноковшовых экскаваторов, работающих в отвал, находится в пределах 0,75 ÷ 0,8.

В период передвижки экскаватор и обслуживающий персонал работают и включать время выполнения этого технологического процесса в разряд простоев машины неверно по существу. Кроме того, затрачиваемое на передвижки время в зависимости от конструкции экскаватора, категории грунта, вида работы, удельного об"ема разработки, способа передвижения - на стланях или без стланей и других факторов, меняется в значительных пределах, тогда как доля эксплуатационных простоев в общей продолжительности смены регламентируется нормативами и имеет определенную величину.

Все это указывает на необходимость выделения специального вида производительности, который, являясь по величине промежуточной между технической и эксплуатационной, по содержанию отражает качественно новую сторону работы одноковшового экскаватора - влияние передвижки на выработку. Исходя из этого, в данной работе введено понятие технологической производительности.

Если, возвращаясь к рассмотрению технической произ-

водительности, обратиться к ее математическому написанию (формула 7), то нетрудно заметить, что она исходит из одного условия, когда время чистой работы машины расходуется только на выполнение рабочих циклов, т.е.

Сказанное справедливо, когда одноковшовый экскаватор работает в карьерах, на вскрышных и аналогичных им работах.

При эксплуатации экскаваторов на ирригационно-мелиоративных работах - очистке, ремонте и строительстве каналов оросительной и коллекторно-дренажной сети задача заключается не только в разработке какого то количества об"ема грунта, а также в получении или придании сооружению определенного наперед заданного проектом профиля.

В этих условиях часть времени непрерывной (чистой) работы затрачивается на придание откосам каналов соответствующей крутизны, соблюдение нужных линейных параметров их (глубина и ширина канала, уклон) и т.п. Поэтому, применяемые формулы технической производительности, не учитывая и не вскрывая особенности и характер этих работ, дают завышенную против действительной выработку, что особенно сказывается при разработке норм времени и выработок на указанные работы.

Для устранения указанного недостатка и приведения математического выражения технической производительности в соответствии с выполняемыми в действительности работами нами в формулу 7 введен дополнительный коэффициент отделки канала -K_0- [ЗI], показывающий какая часть време-

ни чистой работы затрачивается непосредственно на экскавацию грунта

$$П_т = q \cdot n \cdot К_н \cdot К'_р \cdot К_о \qquad (15)$$

где $К_о$ - коэффициент, учитывающий потерю времени на отделку канала, определяющийся как отношение времени непосредственной экскавации грунта к продолжительности времени чистой работы экскаватора.

По приведенной формуле 15 техническая производительность подсчитывается, когда об"ектом работы одноковшого экскаватора служит канал ; во всех прочих случаях справедлива формула 7, т.к. $К_о = 1$.

Технологической производительностью условимся называть об"ем грунта, разрабатываемый одноковшовым экскаватором за время, включающее в себя продолжительность чистой работы и передвижек машины в забое. Этот вид производительности по выражаемому им смыслу не является по существу новым. Ряд указанных уже авторов [10, 11, 12, 13, 14] выделяет выработку за подобный отрезок времени, называя ее технической, взамен производительности за период чистой работы.Учитывая различное целевое назначение и характер выработок за периоды чистой и полезной работы, нами выделена в одну из разновидностей производительности экскаватора - технологическая.

На водохозяйственном строительстве экскаваторы в своем подавляющем большинстве заняты на работах, связанных с открытием и очисткой оросительной и коллекторно-дренажной сети. Эти об"екты имеют большие линейные протяженности, при

малых значениях удельных кубатур, вследствие чего удельный вес продолжительности передвижек в общем времени полезной работы экскаватора значительно превышает эти показатели при работе его на других видах работ.

Если принять во внимание необходимость в ряде случаев вести работу со стланей, когда несущая способность грунта ниже потребной для прохода экскаватора, в результате чего время на передвижки значительно возрастает против обычного, станет ясна причина выделения технологической производительности в равный с другими производительностями самостоятельный вид, учитывающий своим значением затрату времени на передвижение машины в забое.

Нормы и расценки [32], применяемые на водохозяйственных работах, благодаря существенному влиянию на выработку экскаватора продолжительности передвижек, величина которых обратно пропорциональна удельной кубатуре грунта, в отличие от ЕНР [33], используемых на общестроительных работах, дифференцируют норму производительности не по глубине забоя, а по разрабатываемому об"ему на 1м длины канала. Этими же нормами рекомендуется при работе на заболоченных участках и на грунтах со слабой несущей поверхностью, требующих применения настилов и стланей уменьшать норму выработки на постоянную величину, равную 17%.

Очевидно, что и при работе со щитов на слабых грунтах, процент снижения производительности экскаватора, вопреки указаниям "Сборника норм и расценок" будет возрастать в определенной зависимости от степени уменьшения удельного

об"ема грунта в забое. Поэтому, необходимо нормы врем и и расценки на указанные работы так же дифференцировать, как это сделано для работ без стланей.

По данным В.Н.Лофицкого [39] при работе экскаватора с настилов, состоящих из отдельных железнодорожных шпал, длительность передвижек составляет около половины рабочего времени.

Приведенная выдержка из нормативов и отмеченное упущение при их составлении говорит с одной стороны о необходимости учёта влияния рассматриваемого элемента работы экскаватора на его производительность, а с другой -методической нерешенности процесса установления его.

Введение понятия технологической производительности позволяет вскрыть степень и характер влияния на выработку машины удельного об"ема грунта, приходящего на единицу длины забоя, что дает возможность для каждого конкретного об"екта выбрать наиболее отвечающий этим условиям тип экскаватора. Наряду со сказанным, подобное разделение производительности значительно улучшит методику и процесс проведения технического нормирования экскаваторных работ, которые на данном этапе специально не выделяют элемент продолжительности передвижек, учитывая его одним общим коэффициентом использования экскаватора по времени [21].

Величина технологической производительности находится путем умножения выработки за время чистой работы на коэффициент, учитывающий влияние передвижек $K_п$, по выше приведенным формулам 8 и 9.

Развернутая формула для определения расчётного значения $K_п$ имеет следующий вид :

$$K_п = \frac{I}{I + \frac{(\ell/V_{ск} + t)\Pi_т}{\ell \cdot Q}} \qquad (I6)$$

где ℓ - величина одной передвижки экскаватора в забое;

$V_{ск}$ - скорость передвижения экскаватора ;

t - время, необходимое на переключение рычагов управления для передвижения ;

Q - об"ем разрабатываемого грунта с единицы длины забоя.

Эксплуатационная производительность является выработкой экскаватора за время работы в конкретных условиях, с учётом неизбежных простоев в течение смены. Эта производительность, принимаемая как норма выработки, имеет самое широкое применение на практике для ежедневного планирования, расчёта за выполненные работы с рабочими и др.

Практически величина эксплуатационной производительности находится через технологическую - умножением последней на коэффициент использования экскаватора по времени в течение смены -$K_в$-.

Следовательно, при известных величинах технической и технологической производительности основным и единственным фактором, отличающим и определяющим эксплуатационную производительность, служит показатель использования экскаватора по времени, характеризуемый числовым коэффициентом -$K_в$-.

Величина коэффициента использования по времени устанавливается по данным сменного режима работы экскаватора, которым учитываются все неизбежные простои машины -прием-передача смены, заправка и пуск двигателя, ежесменный уход за машиной и регламентирован периодический отдых и время на личные надобности обслуживающего персонала. Разность времени между продолжительностью этих нормируемых и являющихся постоянными, для данной отрасли строительства простоев и длительностью смены дает величину полезной работы.

Если вернуться к математическому выражению -$K_в$-, представленному в формуле IO, и сделать соответствующее преобразование, то получим:

$$K_в = \frac{I}{I + \frac{t_э}{T_{пр}}} = \frac{T\,пр}{Tпр + t_э} = \frac{Tпр}{Tсм} \qquad (I7)$$

Таким образом, при условии введения понятия технологической производительности, как это рекомендуется данной работой, величина коэффициента использования экскаватора по времени характеризуется отношением времени полезной работы к продолжительности смены.

В тоже время общепринято величину -$K_в$- определять как отношение к длительности смены времени чистой работы экскаватора, а не продолжительности полезной работы. Различие между общепринятым способом установления величины -$K_в$- и предлагаемым выше имеет принципиальное различие.

В случае определения степени использования машины по времени через полезную работу величина -K_3- характеризуют собой истинную картину, имеющую место в действительности, т.к. экскаватор и обслуживающий персонал работают в период передвижек, как и при экскавации. При данном методе подсчёта -K_2- разница, полученная после вычитания численного значения степени использования из единицы, дает фактическую долю рабочего времени смены, в течение которой простаивают машина, или рабочие и машина вместе.

Установление же степени использования машины во времени по отношению чистой работы к длительности смены дает заниженное против фактического значения K_3, за счёт неоправданного отнесения продолжительности рабочих передвижек ко времени простоев экскаватора. Последние, являясь одним из необходимых и неизбежных элементов рабочего времени, оценивают своей величиной организационную сторону протекаемого строительного процесса, тогда как доля продолжительности передвижек в длительности смены характеризуют об"ект и машину с точки зрения конструктивного исполнения.

Определение коэффициента использования экскаватора по времени относительно чистой работы занижает значение -K_6- и это особенно ощущается на работах, связанных со строительством и очисткой каналов, где на продолжительность передвижек экскаватора по забою в зависимости от условий производства работ приходится не малая доля времени полезной работы.

Резюмируя сказанное, следует отметить, что предлагаемый метод определения степени использования экскаватора по вре-

мени через полезную работу наиболее полно и верно выражает целевую сущность, вкладываемую в данный коэффициент.

Раздельный учёт доли рабочего времени, которая падает на передвижки и на простои, позволит, определив в каждом отдельном случае степень и характер влияния на выработку экскаватора этих различных по своей природе элементов сменного режима, научно-обосновано подходить к вопросам технического нормирования, подбору средств механизации и выявлению причин непроизводительной потери рабочего времени.

Из всех видов производительности экскаваторов основной и определяющий своей величиной производственные нормы выработок машины служит эксплуатационная. Численное значение эксплуатационной производительности, методически устанавливаемая через техническую и технологическую выработку в единицу времени, а также ее реальность и прогрессивность в конечном итоге зависит от того, насколько верно и точно величина коэффициента использования экскаватора по времени отражает условия организации труда внутри смены.

Распределение рабочего времени по видам (элементам) затрат, необходимым для нормальной эксплуатации машины в данных условиях, устанавливается сменным режимом работы экскаватора, по которому определяется величина коэффициента использования по времени. По мере совершенствования строительной техники, улучшения организации труда и производства, повышения культурно-технического уровня рабочих сменные режимы работы машин, а, следовательно, и величина K пересматриваются.

Только при наличии научно-обоснованных сменных режимов работы машин, составленных с учётом отрасли и района строительства, вида выполняемой работы и других условий можно установить оптимальное значение K_g , от которого во многом зависят нормы времени, нормы выработок и расценки на экскаваторные работы.

Сметная производительность есть выработка экскаватора, отнесенная ко времени смены, с учётом ряда внутрисменных простоев, не являющихся неизбежными, но обычно имеющих место на практике. Эти внутрисменные простои, t'_{on} , не учитываемые эксплуатационной производительностью, вызываются обычно неподготовленностью фронта работ, задержкой поставки горюче-смазочных материалов и запасных частей, аварийными ремонтами, прогулами или опозданием на работу обслуживающего персонала, кратковременными метеорологическими условиями и многими другими причинами.

Производительность экскаватора, установленная с учётом перечисленных выше внутрисменных простоев, приводится в строительных нормах и правилах (СНиП) и служит для определения необходимого количества машино-смен при составлении проекта производства работ и сметной стоимости строительства. Этот вид производительности, за исключением некоторых авторов [2, 31], не упоминается как выработка машины в единицу времени, несмотря на его широкое применение в качестве сметных норм.

Сметная производительность, по С.Е.Канторе ру, эксплуатационная среднесменная производительность применяется

также для расчёта плановых технико-экономических показателей использования машин на длительные отрезки времени и в том числе показателей годовой выработки [2].

В тоже время, в целом ряде учебных пособий [7,I5,I6, 22,38, 42], а также монографических работ не рассматривается и не упоминается сметная производительность. Подобный подход к рассматриваемому вопросу, наряду с необоснованным завышением расчётных выработок против фактических, не позволяет вскрыть, а ,следовательно, и ликвидировать причины, снижающие производительность экскаватора по различным организационным неполадкам.

Поэтому, необходимо сметные нормы рассматривать, как самостоятельный вид производительности, чтобы на базе вскрытия, изучения и анализа факторов, определяющих его структурную и числовую сторону, можно было наметить пути снижения, а при возможности - полного устранения простоев, вызываемых организационными неполадками. Этот вид производительности, названный нами сметной [3I], получается практически умножением эксплуатационной производительности или производственных норм на переходной коэффициент, как это представлено в формуле II.

Если обратиться к формуле 5 и переписать ее с учётом дополнительной затраты части рабочего времени на организационные простои $t_{оп}$, то формула примет вид:

$$T_{см} = T^{с}_{пр} + t^{с}_{э} + t_{оп} \qquad (I8)$$

где $T^{с}_{пр}$ и $t^{с}_{э}$ - продолжительности полезной работы и

эксплуатационных нормируемых простоев в сменном режиме, включающем в себя организационные простои, не учитывающиеся эксплуатационной производительностью.

Продолжительность смены не зависит от видов простоя и во всех случаях будет постоянной, поэтому в формуле I8 в отличие от формулы 5 :

$$T^{c}_{пр} < T_{пр} \qquad \text{и} \qquad t^{c}_{э} < t_{э}$$

Разделив обе части выражения I8 на $T_{см}$, получим:

$$\frac{T^{c}_{пр} + t^{c}_{э}}{T_{см}} + \frac{t_{оп}}{T_{см}} = 1 \qquad (19)$$

Первая часть выражения I9, будучи по величине всегда меньше единицы, показывает какая часть продолжительности смены приходится на нормируемое сменным режимом рабочее время и является переходным коэффициентом -$К_{прх}$-. Второе слагаемое показывает своим значением долю длительности смены, которая приходится на непроизводительные, устранимые в своем большинстве, организационные простои ;обозначим этот коэффициент через $К_{оп}$.

Переписав формулу I9 и сделав соответствующие замены, получим:

$$К_{прх} = I - К_{оп} \qquad (20)$$

Из приведенного следует, что для определения $К_{прх}$ в первую голову надо знать продолжительность организационных простоев $t_{оп}$, приходящихся в среднем на одну

смену. При этом следует отметить, что если нормируемые простои, охватываемые сменным режимом, могут быть сравнительно точно установлены путем простого расчета или по аналогии с имеющимся опытом эксплуатации экскаваторов в идентичных условиях, то с определением величины переходного коэффициента дело обстоит значительно сложнее.

Нормируемые элементы сменного режима, как заправка, смазка, пуск двигателя, ежесменный уход за машиной и т.д. повторяются каждую смену и через определенный, при этом незначительный, исчисляемый несколькими часами, интервал, поэтому этот вид простоев устанавливается методом технического нормирования, вследствие чего отклонение фактического значения K_{β} от запланированного находится, как правило, в допустимых для практического применения пределах.

Внутрисменные простои, учитываемые сметной производительностью, не являются постоянными по видам, величине и повторяемости, поэтому, для установления доли рабочего времени, теряемой непроизводительно за смену в результате организационных и метеорологических причин, их численные значения суммируются за длительный период, обычно год, и относятся на число смен работы экскаватора за этот отрезок времени.

Несмотря на кажущуюся на первый взгляд простоту методического решения задачи определения $K_{прх}$, практическое осуществление его требует налаженного учёта времени за каждой машиной с освещением не только продолжительности но и характера и причины простоя. Но состояние учёта

работы экскаваторов на современном этапе, особенно на водохозяйственных об"ектах, еще находится на низком уровне и единственным первичным материалом служат сменные рапортички машинистов, составляемые, как правило , не регулярно и достоверность которых оставляет желать много лучшего.

Подобным состоянием вопроса учёта времени работы экскаваторов в основном об"ясняется, что существующие рекомендации по величинам переходных коэффициентов очень приближенны и не всегда соответствующим образом обоснованы.

Календарная производительность . Рассмотренные виды производительности одноковшовых экскаваторов - эксплуатационная и сметная характеризуют и имеют своей целью количественно оценить об"ем выполненных работ машиной за единицу продолжительности смены, без учёта различных перерывов в работе за пределами этого определенного по длительности рабочего времени.

Выработка за периоды, превышающие продолжительность смены, определяется умножением сметной производительности на число рабочего времени в календарном периоде, устанавливаемое согласно суточному, месячному, квартальному и годовому эксплуатационным режимам работы машин.

Наибольшее практическое применение из календарных производительностей находит годовая, тогда как остальные - суточная, месячная, квартальная используются реже. Поэтому в данной работе рассматривается только годовая производительность, которая, за исключением продолжительности

охватываемого ею периода, качественно не отличается от перечисленных и по методике получения аналогична им.

Величина годовой, а также остальных календарных производительностей находится как произведение сметной выработки за смену или час рабочего времени на число указанных единиц измерения в рассматриваемом отрезке календарного периода. Поэтому, практически задача определения календарной производительности сводится в основном к установлению числа рабочего времени в соответствующих измерителях за интересующий период.

С увеличением отрезка времени, за который устанавливается выработка, возрастают и различного рода простои, вызываемые теми или иными причинами и нерабочее время достигает своего максимального значения в течение года.

Возможное количество рабочего времени в году, квартале, месяце и сутках устанавливается согласно эксплуатационным режимам работы, предоставляющим собой видовое распределение календарного периода в течение рассматриваемого отрезка, с указанием времени, необходимого на каждый вид затрат, связанных с эксплуатацией машины и работой обслуживаемого персонала / 41 /.

Некоторые одинаковые по виду простои учитываются при определении как сметной так и календарных производительностей и вопрос отнесения подобных перерывов в работе к той или иной выработке за единицу времени устанавливается по их продолжительности. Для исключения случая их двойного учёта, при определении различных по виду производитель-

ностей, необходимо иметь четкое и ясное разграничение причин и факторов, вызывающих эти простои и их классификацию по продолжительности.

Ряд авторов [6,18,], устанавливая календарные производительности, в частности годовую, без всяких оговорок не принимает во внимание организационные и другие простои, не включенные в сменный режим работы экскаватора, в результате чего получает заведомо завышенную директивную норму выработки, за счёт умножения на число рабочего времени в году величину эксплуатационной производительности, вместо сметной. Подобная ошибка порой допускается и при определении других видов производительности.

При оперировании с выработками экскаваторов за единицу времени или расчёта норм необходимо помнить одно основное правило, что все рассмотренные виды производительности связаны между собой в изложенной последовательности определенной математической зависимостью, нарушение которой ведет не только к методической ошибке, но и дает завышенные значения искомых величин.

Суть этой зависимости заключается в том, что каждый последующий вид производительности получается из предыдущего путем умножения этой исходной величины на соответствующий коэффициент, когда дело касается выработок в пределах смены или, когда определяется календарная производительность, на число рабочего времени в соответственно рассматриваемом периоде.

Годовая норма выработки исчисляется обычно на $1м^3$ емкости списочного парка машин, исходя из работы экска-

ваторов в средних для данной отрасли и вида строительства условиях. При этом, принимая во внимание, что годовая производительность одноковшовых экскаваторов не прямо пропорциональна возрастанию емкости ковша нормы, как правило, даются дифференцировано - одни для машин с об"емом ковша до 0,35 м^3 и другие - для экскаваторов, имеющих емкость ковша больше 0,35 м^3.

В таблице I представлены годовые выработки одноковшовых экскаваторов по Министерству мелиорации и водного хозяйства СССР.

Таблица I.

Емкость ковша одноковшового экскаватора	Годовая выработка на одну списочную машину в тыс.м^3 на I м^3 емкости ковша.		
	I965г.	I966г.	I967г.(план)
до 0,35 м^3	I40,0	I39,9	I69,0
свыше 0,35м^3	I68,I	I6I,8	I9I,5

Годовая производительность одноковшовых экскаваторов, пересчитанная на I м^3 емкости ковша, при прочих равных условиях, всегда выше у малых машин за счёт того, что последние имеют большее число циклов в единицу времени.

Но, на практике, как это видно из табл. I, имеет место обратная картина, что об"ясняется различным числом часов работы экскаваторов в году. Если обратиться к данным ММиВХ СССР, то одноковшовые экскаваторы с ковшом емкостью до 0,35 м^3 в среднем проработали в I966 году по 2214 часов каждый, тогда как для машин, имеющих емкости ковша свыше 0,35 м^3 эта цифра составила 2970 часов или в I,33 раза

больше.

Приведенный пример показывает в какой большой зависимости находится годовая выработка машины от степени использования экскаватора по времени в течение года. Поэтому, изыскание методики установлен"я практически возможного числа часов работы машины в году, в зависимости от причин и факторов, их обуславливающих, поиски путей, направленных к увеличению рабочего времени в календарном периоде являются актуальными проблемами.

Рекомендуемая выше пятивидовая классификация производительности одноковшовых экскаваторов, обоснование каждого из приведенных выработок за единицу времени и изложенная последовательность их получения наиболее полно освещает и охватывает специфические особенности конструктивного исполнения машины, принцип и характер выполняемой им работы и другие факторы, влияющие на количество выдаваемой продукции.

Естественно, что вопросы теории и практики производительности одноковшовых экскаваторов далеко не исчерпываются классификацией и обоснованием выработок по видам. Но без решения этой задачи практически невозможно дальнейшее рассмотрение и изложение вопроса, связанного с исследованием производительности экскаваторов в направлении анализа факторов, влияющих на выработку машины, разработки метода определения количественных значений компонентов, входящих в формулы производительности, составления научно-обоснованных норм выработки и времени и т.д.

Л И Т Е Р А Т У Р А

I..Веселов С. Все резервы хлопководства в действие. газета "Правда Востока", 5 июля I963 г.

2. Канторер С.Е. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве. Госстройиздат, М, I961.

3. Вареник Е.И. и др. Организация и планирование строительного производства. Госстройиздат,М,I96I.

4. Курсин А. Голодная степь, Очерк работ по орошению северовосточной части, спб., I9I3.

5. Осадчий В.П. Материалы к нормированию экскаваторных работ в ирригации. Труды САНИИРИ, вып. 47, Ташкент, I939.

6. Домбровский Н.Г. Повышение производительности одноковшовых экскаваторов. Госстройиздат,М.,I95I.

7. Домбровский Н.Г.,Панкратов С.А., Землеройные машины, часть I, Одноковшовые экскаваторы.Госстройиздат, М., I96I.

8. Домбровский Н.Г., Жуков П.А., Аверин Н.Д. Экскаваторы. Машгиз, С-М, I949.

9. Бородин П.В. Исследование производительности одноковшовых экскаваторов. Ж."Механизация трудоемких и тяжелых работ" № 6, I950.

I0. Барон Ф.Я. Передовые методы работ на землеройных машинах. Госстройиздат, М., I956.

II. Аверин Н.Д. Повышение производительности землеройных машин. Машстройиздат, М.,I950.

I2. Комплексная механизация строительных работ, том I. Справочное пособие, Госстройиздат,М.,I955.

I3. Добровольский Н.Л. Комплексная механизация земляных работ в строительстве ЦИТИ, М., I959.

I4. Петерс Е.А. Основы теории одноковшовых экскаваторов. Машгиз, М., I955.

I5. Бизюкин Д.Д. и др. Строительное производство на железнодорожном транспорте, том. I, Трансжелдориздат, М., I948.

I6. Сошин А.В. Технология строительного производства. Изд. Министерства коммунального хозяйства РСФСР, М., I954.

I7. Троицкий Х.Л., Эпштейн А.Л. Строительные и под"емно-транспортные машины. Госстройиздат, М-Л, I950.

I8. Фейгин Л.А. Эксплуатация строительных машин и повышение их производительности. Стройиздат, М., I964.

I9. Крутиков И.П. Экскаваторы. Изд. "Машиностроение", М., I964.

20. Фиделев А.С. и Чубук Ю.Ф. Строительные машины. Госиздат литературы по строительству и архитектуре УССР Киев, I963.

2I. Методика нормирования разработки грунта одноковшовыми экскаваторами. М., I963.

22. Полосин-Никитин С.М. Механизация дорожных и мостовых работ. Дориздат, М., I950.

23. Филиппов В.В. Эксплуатация и ремонт одноковшовых экскаваторов. Трансжелдориздат,М.,I962.

24. Нечаев М.З. Механизация мелиоративно-осушительных работ. Сельколхозгиз, М-Л.,1931.

25. Лукницкий Н.Н. Механизация строительных работ. Часть I. ОНТИ,НКТП СССР, М-Л., 1936.

26. Арнольд В.В. Машины в строительном деле, том П. Экскаваторы. Госстройиздат, М-Л.,1939.

27. Поспелов Е.Г. К вопросу определения производительности экскаваторов. К. Гидротехническое строительство № II, 1937.

28. Бизюкин Д.Д. Производительность экскаваторов и способы ее повышения. ЛИИЖТ, вып. 130,Трансжелдориздат, М., 1938.

29. Наумов П.П. Строительные машины и их применение. ОНТИ, 1935.

30. Троицкий Х.Л. Строительные машины. Госстройиздат,М.,1958

31. Пулатов У.Ю. Механизация строительства и ремонта каналов экскаваторами-драглайнами.Автореферат кандидатской диссертации. Ташкент, 1953.

32. Ведомственные нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы,1960. Сборник В-47, Земляные и культуртехнические работы. Издание 2-е,исправленное и дополненное. Изд."Колос", М.,1965.

33. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. 1960. Сборник 2, Земляные работы, вып.I. Госстройиздат, М., 1960.

34. Пиковский Я.М.,Чудаков К.П., Засов И.А.,Фейнберг Г.М. Эксплуатация дорожностроительных машин. Дориздат, М., 1950.

35.Кох П.И. Одноковшовые экскаваторы. Машгиз, М., 1963.

36. Беркман И.Л., Раннев А.В., Райш А.К. Одноковшовые строительные экскаваторы. Профтехиздат, М., 1964.

37. Егурков Г.П. Одноковшовые экскаваторы. Госгортехиздат, М., 1960.

38. Домбровский Н.Г., Гальперин М.И. Землеройно-транспортные машины. Изд. "Машиностроение", М.,1965

39. Лофицкий В.Н. Уплотнение режимов работы экскаваторов. Госстройиздат , Л-М., 1940.

40. Фролов П.Т. Зависимость производительности экскаваторов от вида и емкости транспортных средств К. "Механизация трудоемких и тяжелых работ", № 10, 1947.

41. Пулатов У.Ю. Годовые режимы работы одноковшовых экскаваторов, занятых на водохозяйственном строительстве, и методика их составления. УзИНТИ, Ташкент, 1966.

42. Знаменский И.И. Организация и механизация гидромелиоративных работ. Сельхозгиз, М.,1960.

Р Е Ф Е Р А Т Ы

статей к выпуску IIЗ трудов САНиИРИ

1967 год

УДК 551.48+ 626.01

ВОЗВРАТНЫЕ ВОДЫ в ВЕРХОВЬЯХ Р. АМУДАРЬИ,

В.П. СВЕТИЦКИЙ ,

"Труды САНИИРИ",вып. II3, I967.

Под возвратными водами понимаются водные ресурсы, которые были учтены ранее при заборе воды на орошение и вновь поступили в естественную (реки) или искусственную (оросительную и коллекторно-дренажную) гидрографическую сеть или же в естественные понижения (моря, впадины).

Количественно возвратные воды достигают I/4 - I/3 водных ресурсов, используемых на орошение. Бассейны их питания разделяются на три типа: первый - на конусах выноса рек, второй - на слабо покатых равнинах и долинах и третий - в степях и полупустяных.

По характеру формирования возвратные воды делятся на русловые и внутрисистемные, режим которых определяется гидрогеологическими, гидрологическими и водохозяйственными условиями бассейнов. Количественная оценка возвратных вод произведена методом руслового баланса с последующим генетическим анализом.

Количество возвратных вод по главнейшим рекам бассейна приближенно оценивается следующими величинами (% от водозабора на орошение): р. Вахш 30% ; Кафирниган 35 ; Сурхандарья 35 ; Зарафшан в пределах Самаркандской области 80; Бухарской I5%.

Иллюстраций 6 ; библиографий 6.

УДК 626.8+627.157

ВЗАИМОСВЯЗЬ НАНОСНОГО РЕЖИМА ИСТОЧНИКА ОРОШЕНИЯ И ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ,

В.К. ТЯН ,

"Труды САНИИРИ", вып. II3, I967 .

Большая мутность р. Амударьи и малые уклоны орошаемой территории способствуют интенсивному заилению оросительной сети. В этих условиях разработка эффективных методов борьбы с заилением каналов имеет важное народнохозяйственное значение.

Основной метод борьбы с заилением каналов на амударьинских оросительных системах - устройство отстойников в различных порядках, где и создаются условия для выпадения той части наносов, которую не в состоянии транспортировать оросительная сеть.

Существующие методы расчёта отстойников исходят из транспортирующей способности защищаемых каналов и среднемноголетнего наносного режима источника орошения. Такое положение приводит к тому, что в годы с большой мутностью происходит заиление каналов, с малой - переосветление потока.

В настоящей работе предлагается расчётная зависимость, позволяющая определить количество наносов, транспортируемое каналами в зависимости от мутности источника орошения, т.е. вопрос о наносном режиме оросительных систем решается во взаимосвязи с наносным режимом источника орошения.

Для Амударьинских оросительных систем эта зависимость имеет следующий вид:

$$\rho = \frac{\rho_0}{K_\eta}\sqrt{\frac{vR}{i}},$$

где

ρ - мутность в любом звене оросительное сети, кг/м^3;

ρ_0 - мутность источника орошения, кг/м^3 ;

v - средняя скорость в канале, м/сек ;

R - гидравлический радиус, м ;

ω - средневзвешенная гидравлическая крупность в канале, мм/сек ;

K_η - параметр, зависящий от к.п.д. системы до расчётного звена.

При определении потерь по формуле академика Костякова для средних по водопроницаемости грунтов, параметр K_η имеет вид

$$K_\eta = \frac{\eta - 0{,}45}{0{,}44\eta + 0{,}03}.$$

Здесь

η - коэффициент полезного действия оросительной системы до расчётного звена.

Назначение степени осветления потока по предлагаемой зависимости позволит дифференцировать степень осветления потока в отстойниках настолько, насколько это возможно по конструкции и эксплуатационным качествам самого отстойника и уровню развития метода прогнозирования наносного режима источника орошения.

УДК 628.333

К ВОПРОСУ О ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ РАБОТ ПО ОЧИСТКЕ ОТ НАНОСОВ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ УзССР И КК АССР,

У.Я.ВАФИН, С.А.ПОЛИНОВ ,

"Труды САНИИРИ", вып. II3 , I967 .

В статье дается технико-экономический анализ и систематизация выполненных об"емов работ и затрат (данные за последние I5 лет - I950-I965 гг.) в целом по гидромелиоративным системам УзССР и КК АССР, по видам сети (магистральная, межхозяйственная и внутрихозяйственная), по видам работ (механизмами и вручную) с расшифровкой их выполнения по госбюджету и за счёт средств водопользователей.

На основе проведенного исследования намечаются некоторые направления дальнейших изучений в области технико-экономической оптимизации средств борьбы с наносами в гидромелиоративных системах УзССР и КК АССР.

УдК 663.63I+ 55I.48

НЕУСТАНОВИВШАЯСЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ВОДЫ ИЗ КАНАЛОВ ПРИ НАЛИЧИИ ИСПАРЕНИЯ ,

И.А.ЕНГУЛАТОВ, Е.КАЛХАНОВ ,

"Труды САНИИРИ", вып. II3, I967 .

В условиях ввода новых оросительных каналов в эксплуатацию при глубоком залегании грунтовых вод важное значение имеет установление прогнозов по трем вопросам:

а) определение той глубины, на которой грунтовые воды могут быть стабилизированы под влиянием приходно-расходных факторов (фильтрация воды и испарение) ;

б) выявление времени достижения уровнем грунтовых вод критического положения после ввода оросительных каналов в эксплуатацию с тем, чтобы своевременно принять меры для предотвращения дальнейшего повышения их горизонта ;

в) исследование динамики потерь воды на фильтрацию из оросительных каналов в начальный момент их эксплуатации.

В основу решения поставленной задачи положено уравнение теплопроводности. В результате получено общее решение, дающее начертание неустановившегося уровня грунтовых вод.

Из общего решения вытекают частные, позволяющие установить :

1) расход оросительной воды на фильтрацию при установившемся движении по формуле:

$$Q = Q_{од}\left[1 + 2\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n e^{-2n\sqrt{a}}\right],$$

где $$a = \frac{Q_o^2}{Q_{од}^2};$$

$Q_{од}$ - расход из одиночного канала в одну сторону для установившегося режима ;

Q_o - максимальное испарение с поверхности земли, равное испаряемости ;

2) глубину стабилизации грунтовых вод между каналами:

$$\Delta = \Delta_o(1 - 2\varphi),$$

здесь $$\varphi = \sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1} e^{-\sqrt{a}(2n-1)};$$

3) скорости под"ема вод между каналами.

УДК 621.6

К ВОПРОСУ ВЫБОРА И РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ВОДОПОДЪЕМНЫХ СРЕДСТВ НА ПУСТЫННЫХ ПАСТБИЩАХ УЗБЕКИСТАНА,

В.Н.МАШКОВ ,

"Труды САНИИРИ", вып. II3, I967 .

Приводится краткий обзор особенностей эксплуатации средств механизации водоснабжения на пустынных пастбищах Узбекистана.

Анализируются достоинства и недостатки различных способов механизации водопод"ема в зависимости от природных и хозяйственных условий на пастбищных массивах. Даны области рационального использования различных типов водопод"емных средств.

На основе анализа факторов, влияющих на экономическую эффективность способов механизации водоснабжения на пустынных пастбищах (кормовая емкость, расстояние между водопойными пунктами, глубина и дебит шахтных колодцев и др.) составлена принципиальная схема размещения основных средств механизации водопод"ема на основных пустынных пастбищных массивах Узбекистана. Определена ориентировочная потребность республики в различных средствах водопод"ема из шахтных колодцев.

Схем 4.

УДК 621.6

СОСТОЯНИЕ МАШИННОГО ВОДОПОДЪЕМА В ОРОШАЕМЫХ РАЙОНАХ УЗБЕКИСТАНА ,

М.А. ПИНХАСОВ ,

"Труды САНИИРИ", вып. II3 , I967 .

Машинное орошение в Узбекистане играет важную роль в обеспечении водой орошаемых земель.

На государственных оросительных системах Узбекистана по состоянию на I.I I965г. находилось в эксплуатации 272 оросительные насосные станции и установки, из них в целях орошения на протяжении всего вегетационного периода используется 27, а остальные 245 предназначены для обеспечения систем , испытывающих недостаток в воде весной, когда горизонты в источниках падают, или летом, в период массовых поливов.

В статье приводится распределение насосных станций и установок по областям республики как для полного водообеспечения, так и для подпитывания.

Огромная роль Амубухарского и Амукаракульского машинных каналов показана на примере их работы в маловодном I965 г. Насосные станции на этих каналах перекачали 840 млн. $м^3$ воды, из которых об"ем двойной перекачки составил 543 млн. $м^3$.

В статье приводится наличие насосов, установленных на государственных гидромелиоративных системах, по маркам и их производительности.

Поставлены вопросы об организации электропитания насосных станций и замене менее экономичных дизельных двигателей на электрические, уменьшении числа малопроизводительных

насосных установок за счёт увеличения производительности каждого насоса.

В связи с развитием машинного орошения рассмотрена динамика текущих затрат, связанных с эксплуатацией оросительных систем. Анализ эксплуатационных затрат по каждому в отдельности элементу показал, что резкое возрастание произошло в основном за счёт эксплуатации насосных станций. Это увеличение отразилось и на экономических показателях. Так, если себестоимость оросительной воды (без амортизационных отчислений) по республике за 1961-1964 гг. колебалась в пределах 0,078 - 0,090 коп/м^3, то в 1965 г. она поднялась по сравнению с 1964 г. более, чем на 40%. Анализ себестоимости во по областям показал, что наибольшее ее увеличение (почти в 3 раза) последовало в Бухарской области за счёт ввода в эксплуатацию насосных станций на Амубухарском машинном канале.

На государственных оросительных системах не учитываются амортизационные отчисления, которые занимают значительный удельный вес в себестоимости единицы воды. Так, по Баяутской электрифицированной насосной станции удельный вес амортизационных отчислений составил 27-30% от общих слагаемых затрат. В связи с тем, что на оросительных системах созданы мощные насосные станции и, учитывая перспективу машинного орошения в ряде районов республики, ставится вопрос о создании специально для насосных станций фонда вмещения за счёт амортизационных отчислений.

Таблиц 8 ; библиография I.

УДК 621.22

О СООТВЕТСТВИИ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПОЛИВА ВОДНОМУ РЕЖИМУ ПОЧВ И РАСТЕНИЙ ,

В.М.МАСЛЕННИКОВ, Л.Н.ПОБЕРЕЖСКИЙ,

"Труды САНИИРИ", вып. II3 , I967 .

Целью исследований, проводившихся в период I964-I965гг., - выяснение возможности использования гидробуров, как способа механизации полива хлопчатника и оценка степени его соответствия водному режиму почв и растений.

Полученные результаты позволяют констатировать ошибочность основного положения авторов метода, согласно которому при использовании гидробуров отмечается прибавка влаги до 20% за счёт ее внутрипочвенной конденсации.

Продолжительность впрыскивания влаги зависит от предшественников и уменьшается от люцерны к старопашке, оросительные нормы при этом снижаются на I5-27%. Это обстоятельство обусловливает необходимость увеличения частоты поливов, что ведет к нерациональному расходованию оросительной воды.

В связи с большой трудоемкостью производства работ при отсутствии оптимальных для растений условий увлажнения и реальной экономии оросительной воды, а также по причине интенсивной внутрипочвенной эрозии использование гидробуров в условиях орошения полевых и технических культур в аридной зоне нецелесообразно.

УДК 626.8 +631.6

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ОРОШЕНИЯ В ЗАПАДНОЙ ФЕРГАНЕ,

Г.В.Еременко, А.УСМАНОВ ,

"Труды САНИИРИ", вып. IIЗ, I967 .

Задачи отыскания и возможности использования дополнительных источников орошения для условий Центральной Ферганы исключительно важны. Этот вопрос за последнее время особенно заострился в связи с увеличением посевных площадей и освоением новых целинных земель. Водообеспеченность отдельных районов Западной Ферганы (Кировский, Узбекистанский) в период вегетации I963-I965 гг. снижалась до 48%. В то же время здесь пока недостаточно используются пресные подземные воды и воды, выклинивающиеся в коллекторно-дренажную сеть, с минерализацией 0,7 - 3,0 г/л.

В статье дается в первом приближении количественная и качественная оценка коллекторно-дренажных и грунтовых вод оазиса, раскрываются вопросы их значения, метод забора и использования на современном этапе развития сельского хозяйства Ферганской области. Обосновывается необходимость в постановке специальных научных исследований с тем, чтобы определить точные запасы, дать качественную характеристику коллекторно-дренажных вод, доказать возможность их использования ; районировать по условиям и степени применимости в количественном отношении, рассмотреть как изменится водный и солевой режим территории, если часть пригодной коллекторно-дренажной воды в период вегетации подавать на хлопковые поля.

УДК 621. 8002

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ВИДОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

У.Ю.ПУЛАТОВ

"Труды САНИИРИ", вып.113, 1967

Приводится критический анализ существующих видов производительности одноковшовых экскаваторов и, с учетом специфических условий работы в ирригационно-мелиоративном строительстве, рекомендуется новая пятивидовая классификация производительности: теоретическая, техническая, технологическая, эксплуатационная, сметная. Дается обоснование рекомендуемой классификации и методика определения различных видов выработок экскаваторов в единицу времени.

Таблиц-1. Библиографий-42.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

В.П.Светицкий. Возвратные воды в верховьях р.Амударьи. 3

В.К.Тян. Взаимосвязь напосного режима источника орошения и оросительных систем 77

И.А.Енгулатов, Е.Калханов. Неустановившаяся фильтрация воды из каналов при наличии испарения 98

В.Н.Машков. К вопросу выбора и рационального размещения водоподъемных средств на пустынных пастбищах Узбекистана I06

М.А.Пинхасов. Состояние машинного водоподъема в орошаемых районах Узбекистана I43

В.М.Масленников, Л.Н.Побережский. О соответствии средств механизации полива водному режиму почв и растений I52

У.Я.Вафин, С.А.Полинов. К вопросу о технико-экономической оценке работ по очистке от наносов гидромелиоративных систем Уз ССР и КК АССР I6

Г.В.Еременко, А.Усманов. Дополнительные источники орошения в Западной Фергане I83

У.Ю. Пулатов. Классификация и обоснование видов производительности одноковшовых экскаваторов ... 205

Рефераты статей к выпуску II3 трудов САНИИРИ,I967г. ..246