

ЯКУБОВ Х. И., КУРБАНБАЕВ Е.
ПЕТРАКОВА С. К.



ВОДНО-СОЛЕВОЙ
РЕЖИМ ПОЧВ
СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ
КАРАКАЛПАКИИ
И ПУТИ ЕГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ



НУКУС
«КАРАКАЛПАКСТАТ»
1985

ЯКУБОВ ХАЛДАР ИГМБЕРДиевич
КУРБАНБАЕВ ЕРЕЖЕП
ПЕТРАКОВА СВЕТЛАНА КУЗЬМИНИЧНА

ВОДНО-СОЛЕВОЙ РЕЖИМ
ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ
КАРАКАЛПАКИИ И ПУТИ ЕГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ

НУКУС
ИЗДАТЕЛЬСТВО «КАРАКАЛПАКСТАН»
1985.

Водно-солевой режим почв Северной зоны Каракалпакии и пути его регулирования

г. Нукус «Каракалпакстан», 1985 г.

В работе дается принцип оценки мелиоративного состояния орошаемых земель и работоспособности оросительно-дренажной сети. На основе анализа современного состояния земель Северной зоны ККАССР выявлены основные причины ухудшения работы мелиоративных систем и разработан комплекс мероприятий по повышению плодородия почв, основанный на широком применении совершенных типов дренажа и промывок.

Книга рассчитана на специалистов, работающих в области мелиорации засоленных земель.

Под общей редакцией лауреата Государственной премии УзССР имени Веруни, заслуженного ирригатора Узбекской ССР, кандидата технических наук Х. И. Якубова.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных районов дальнейшего развития орошаемого земледелия являются низовья Амударьи, где имеются большие резервы свободных площадей. По данным института «Узгипрозем», пригодная к орошению площадь только по ККАССР составляет 1,6 млн. га, из которых фактически используются лишь 365,2 тыс. га. По своим климатическим условиям этот район позволяет выращивать ценные технические культуры и создать прочную кормовую базу для животноводства. Кроме того, здесь имеется возможность расширить посевные площади за счет освоения целинных земель.

Претворяя в жизнь решения майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС, XXV и XXVI съездов КПСС, партийные, сельскохозяйственные и водохозяйственные организации республики выполнили большой объем работ по освоению новых и улучшению мелиоративного состояния староорошаемых земель путем строительства открытой коллекторно-дренажной сети и проведения на ее фоне зимне-весенних промывок, а также путем осуществления мероприятий по эксплуатации гидромелиоративных систем в целом.

За последнее десятилетие в ККАССР введены в сельскохозяйственный оборот 75 тыс. га целинных земель, построена коллекторно-дренажная сеть межхозяйственного и внутрихозяйственного назначения общей протяженностью 6250,5 км, проведен значительный объем работ по реконструкции ирригационных каналов.

Осуществление этих мероприятий в совокупности с комплексом агротехнических приемов позволили в

К 3802020000—078 104—85
М—357(04)85

© «Каракалпакстан», 1985.

ККАССР поднять за последние годы урожайность хлопчатника до 3,0—3,1 т/га.

Однако эффективность проводимых мелиоративных мероприятий на значительной части Каракалпакии, особенно в северной зоне, еще остается низкой. Внутрихозяйственная коллекторно-дренажная сеть не имеет проектной глубины, из-за чего не достигнут оптимальный мелиоративный режим почв, происходит сезонная реставрация засоления почвогрунтов, подается высокая оросительная норма и наблюдается низкая КПД оросительных каналов.

На территории Северной зоны Каракалпакии, несмотря на увеличение удельной протяженности коллекторно-дренажной сети и высокие нормы осенне-зимнего промывок, из года в год наблюдается рост площадей с высоким залеганием уровня грунтовых вод и засоленных земель. При этом урожайность хлопчатника здесь на 1,5—2,0 ц/га ниже, чем таковая в южных районах ККАССР и Хорезмской области, хотя удельное водопотребление на один комплексный гектар остается идентичным.

Вместе с тем Северная зона Каракалпакии является слабоизученным районом, для которого отсутствуют научно-обоснованные рекомендации по комплексу расселительных мероприятий, недостаточно изучена эффективность проводимых мелиоративных мероприятий, влияние конструктивных параметров существующей коллекторно-дренажной сети на мелиоративные процессы, что определило необходимость организации и проведения специальных исследований.

В основу настоящей работы положены результаты исследований САНИИРИ, проведенных на территории Каракалпакской АССР за период 1970—1981 гг. на базе материалов собственных исследований и при использовании данных других научно-исследовательских проектных изыскательских институтов сделана попытка разработать комплекс мелиоративных мероприятий по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель.

Глава I

ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ

1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

По природно-климатическим условиям низовья реки Амударьи, где расположена Каракалпакская АССР, значительно отличаются от других зон Средней Азии. Территория расположена в зоне пустынь умеренного пояса. Рельеф местности представляет собой равнину с ясно выраженными небольшими замкнутыми понижениями, лишенную каких-либо барьеров, препятствующих вторжению холодных (арктические течения) масс с севера и теплых течений с юга.

Климат низовьев Амударьи резко континентальный, сухой. Лето продолжительное, с устойчивой ясной погодой, резкими суточными колебаниями температуры и большой сухостью воздуха. Зима более холодная, чем в других областях Узбекистана. Среднегодовая сумма осадков в различных частях дельты неодинакова: в южных около 80 мм в год, в северных—110. Выпадают они, преимущественно, весной и осенью. Снежный покров неустойчив. Годовой расход влаги с поверхности почвы на испарение в 12—15 раз больше, чем весь годовой объем осадков.

Среднегодовая температура воздуха дельты + (10—12)°С. Летом (июнь—август) среднемесячная температура выше 20°С, максимальная температура летом доходит до 43—44°С, а зимой минимальная—(25—30)°С, а в отдельные годы до —36°С. Безморозный период

Метеорологические условия (среднегодовые данные) северной зоны ККАССР (по метеостанции Чимбай)

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Температурные	-6,7	-4,2	1,3	12,1	19,8	24,7	26,9	23,6	17,8	10,5	2,3	-3,4	10,7
Атмосферные	4,9	4,7	8,3	14,1	11,4	3,5	1,2	2,9	4,3	8,7	7,5	7,9	82,6
Относительной влажности	81	79	70	56	51	51	53	57	63	64	70	81	

длится 200—230 дней, а сумма положительных температур составляет 4000°C.

В таблице 1 приведены данные, характеризующие климатические условия низовьев Амударьи.

По данным Н. Н. Иванова (1941) в период с декабря по март наблюдается недостаточное увлажнение, коэффициент увлажнения $K=0,60$; с апреля по ноябрь — скудное — $K=0,29-0,13$; с мая по ноябрь — ничтожное — $K=0,12$.

Отмеченные выше климатические факторы очень неблагоприятны в мелиоративном отношении и их роль в формировании и направленности почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий заключена в следующем:

1. атмосферные осадки на формирование режима грунтовых вод имеют второстепенное значение, до уровня грунтовых вод доходит всего лишь 3% от общего количества выпавших осадков;

2. высокая испаряемость, свойственная климату дельты обуславливает значительный расход грунтовых вод на испарение и транспирацию при их близком залегании;

3. испарение и транспирация растительным покровом, особенно интенсивные в летний период, регулируются температурным режимом; в зимний период верхний слой почвы промерзает, что существенно влияет на условия питания грунтовых вод за счет промытых поливов.

ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Низовья реки Амударьи представляют собой замкнутый бассейн среди окружающих пустынь.

Правобережье Амударьи — это часть древнеаллювиальной равнины. Общий уклон поверхности в северном направлении 0,0001—0,0002.

Вопросами геоморфологического строения низовьев Амударьи занимались многие исследователи: А. Д. Архангельский (1931), Б. М. Георгиевский (1935), И. П. Герасимов (20), А. С. Кесь (1939), В. В. Акулов (1957).

Нижнее течение реки Амударьи представляет собой область развития четвертичных дельтовых накоплений аллювиального происхождения, коренным ложем которой является сложный комплекс третичных, меловых и палеозойских пород, пестрых по литологическому составу и непостоянных по мощности.

Меловые отложения расположены вдоль современного русла Амударьи и выходят на поверхность земли в виде холмов у г. Ходжейли, Порлытау, Крантау, Кыладжар и ряда других. На территории Кызкеткенской системы третичные породы слагают возвышенности Кушканатау (Чимбайский район) и Бельтау (Тахтакупырский район).

Палеогеновые отложения представлены мощными глинами, залегающими на территории Тахтакупырского района на глубине от 5—6 м до 18—20 м, на территории Чимбайского района от 15—20 до 70—75. (Рис. 1).

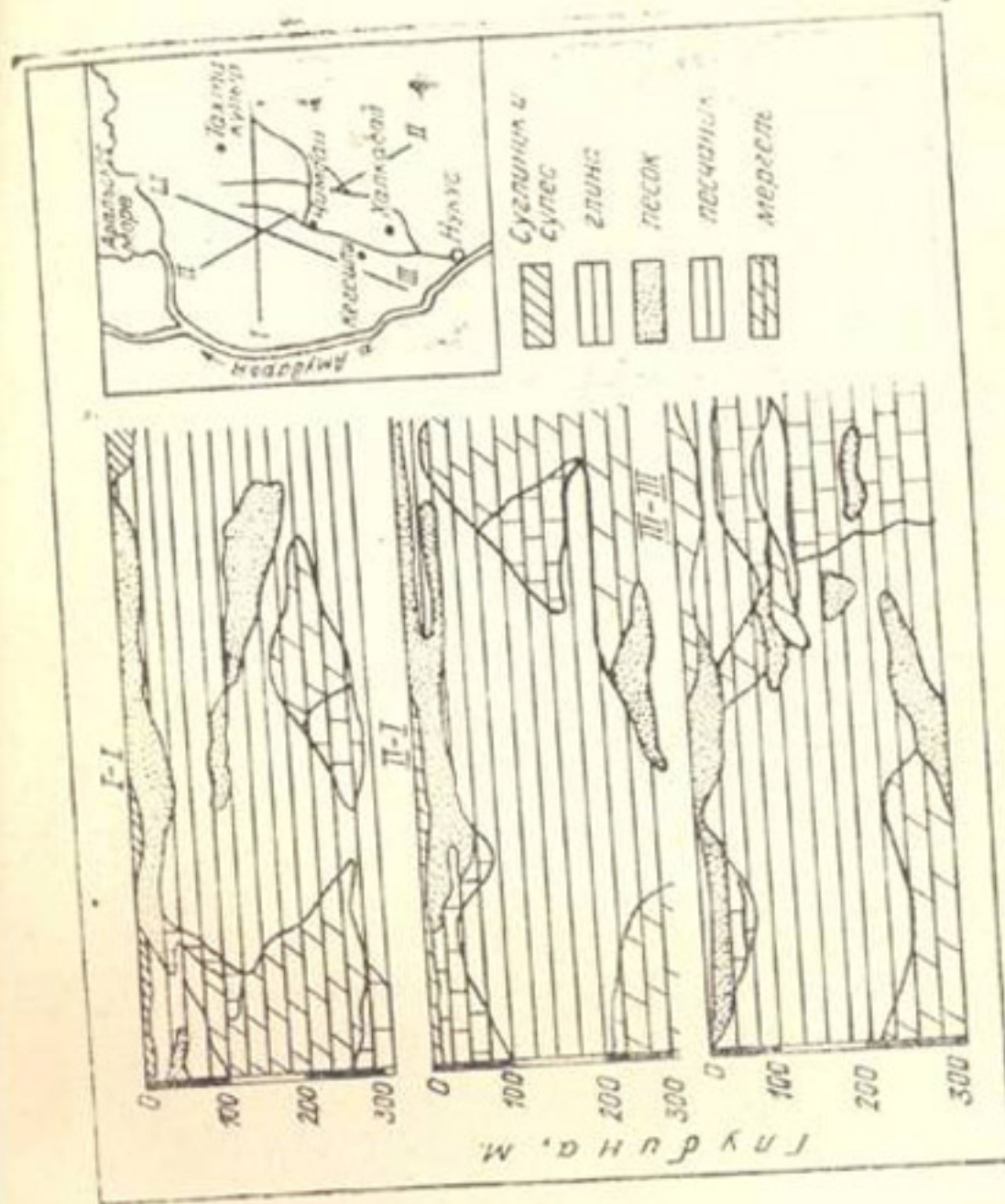
Основными морфологическими элементами низовьев Амударьи, нарушающими равнинность дельты, являются плоские ложбины, которые периодически заполняются сбросными водами реки Амударьи и образуют систему эфемерных озер.

Объектом мелиорации в низовьях Амударьи является четвертичный комплекс пород, верхний ярус которых представлен слоистым комплексом с частой сменой механического состава как по глубине, так и в горизонтальном направлении, а нижний — однородными песчаными отложениями. Четвертичные отложения распространены повсеместно и по мощности колеблется в больших диапазонах.

Дельтовый мезорельеф сильно преобразован древними и современными ирригационными системами, создающими поверхностный слой агроирригационных отложений. По подсчетам И. П. Герасимова (1935) и М. И. Кочубея (1956) оросительные воды Амударьи ежегодно откладывают слой ила в 6 мм. Мощность этих отложений на территории Каракалпакии неравномерна, колеблется от 0,1 до 1,5—2,0 метров и состоит из слоистых супесей, сулгинков и глин (рис. 2).

Аллювиальные комплексы пород Амударьи представлены:

— русловыми отложениями, сложенными мелкозер-



нистыми песками, местами покрытыми переслаивающимися супесями, имеющими сравнительно хорошую водопроницаемость, рыхлость сложения: они неустойчивы к процессам размыва;

— отложениями блуждающих протоков, разливов реки и временных озер, сложенными слоистым комплексом песков, супесей, суглинков и глин. Они образуются на территории, где произошла непрерывная смена озерных и русловых отложений, и имеют среднюю водопроницаемость грунтов;

— озерными отложениями, сложенными глинами, суглинками с подчиненными прослоями супесей и песков. Этот тип имеет тяжелый механический состав и низкую величину коэффициента фильтрации.

Русловые оложения, сложенные песками и супесями, обладают хорошей водопроницаемостью и относятся к слабо- и незасоленным зонам.

Озерные отложения представляют собой отложения озер, болот и сложены из глин в суглинков с редкими прослоями супесей, песков. Мощность глин и суглинков достигает 5—10 метров. Глины плотные и вязкие, нестрогетные; в них происходит интенсивное засоление в течение всего исторического периода. Поэтому такие земли трудно мелнирируемы, процесс рассоления очень затруднен.

В гидрогеологическом отношении низовья Амударьи представляют собой область бессточной равнины. Сложность геологического строения территории создала и значительное разнообразие ее гидрогеологических условий. Грунтовые воды различных по возрасту и геологическому строению участков дельты имеют часто разные источники питания, глубину залегания и минерализацию. В связи с низкими фильтрационными свойствами слагающих пород дельты подземный отток грунтовых вод крайне затруднен (Крылов, 1959; Фаворин, 1956; Георгиевский, 1935; Кац, 1963; Ходжибаев, 1970; Рахимбаев, 1977).

По условиям формирования и приуроченности к тем или иным пластам подземные воды в дельте Амударьи можно разделить на две разновидности:

1) подземные воды в дочетвертичных отложениях, приурочены в основном к пескам и песчаникам мела. На значительной территории меловые отложения перекрыты палеогеновыми глинами значительной толщины. Мощность водоносных горизонтов колеблется от 10 до 120 метров.

В районе г. Нукуса верхнемеловые водоносные горизонты вскрыты на глубинах 35—40 м, причем пески и песчаники здесь не отделены водоупорными породами от лежащих выше песков. На этой территории водоносный слой неогеновых и четвертичных отложений рассматривается как единый водоносный горизонт общей мощностью 100—120 м. По мере продвижения в сторону Аральского моря пьезометрический напор и мощность водоупорной толщи палеогеновых и неогеновых отложений увеличиваются;



2) грунтовые воды в четвертичных отложениях приурочены в основном к отложениям дельты Амударьи, представленным переслаивающимися песками, супесями, суглинками и глинами. По мере продвижения на север мощность четвертичных отложений увеличивается от 20—30 м в районе г. Чимбая до 50—60 м в районе Шайхаман—Казахдарья.

Уклон зеркала грунтовых вод не превышает 0,0005; общее направление потока—с юга на север в сторону Аральского моря. На границе Чимбайского и Тахтаку-пирского районов направление его несколько меняется: он поворачивает к востоку, что связано с хорошей водопроницаемостью грунтов.

Источником питания грунтовых вод на территории современной дельты являются фильтрационные воды из Амударьи, оросительных каналов, сбросные воды и воды с поливных площадей, а регулятор водного баланса—испарение с поверхности почв и транспирация растительным покровом. Незначительная часть (8—10%) отводится коллекторно-дренажной сетью. Атмосферные осадки в формировании грунтовых вод играют очень незначительную роль, которой практически можно пренебречь.

ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ

Процесс почвообразования в дельте Амударьи тесно связан с климатическими, ирригационно-хозяйственными и другими факторами. Характерная особенность условий почвообразования—резко выраженная испаряемость при грунтовом или поверхностном увлажнении почв.

Подробные характеристики почв низовьев Амударьи приведены в работах А. И. Калашникова, Н. В. Кимберга, Е. П. Кочубея, М. И. Кочубея (1956), П. А. Летунова (1958), Н. В. Богдановича (1955).

По мнению А. И. Калашникова и других исследователей почвы дельты в одних случаях представляют собой результат исключительного воздействия климатических условий с теми или иными признаками естественного увлажнения прошлого периода (такры, такрыные почвы, остаточные солончаки); в других—это

почвы переходных условий—от грунтового увлажнения к исключительному воздействию климата, почвы с нерегулярным, ослабленным грунтовым увлажнением (лугово-такрыные и лугово-пустынные); в третьих—обширная группа почв современной дельты, подвергающаяся воздействию климата в условиях обильного увлажнения (луговые, болотно-луговые, болотные, типичные луговые и болотные солончаки).

Н. В. Богданович (1955) выделяет следующие основные направления в развитии почв дельты:

гидроморфная стадия—молодые аллювиальные отложения, слабо затронутые процессом почвообразования, лугового и болотно-лугового происхождения—луговые аллювиальные почвы начальных стадий почвообразования;

переходная стадия—лугово-такрыные почвы;

автоморфная (пустынная) стадия—такрыные серо-бурые почвы. Формирование и развитие почв в этой зоне шло по пути опустынивания с образованием лугово-пустынных и лугово-такрыных почв (Шелаев, Фелициант, 1953; Калашников, Кимберг, Кочубей, 1956).

В правобережной части современной дельты Амударьи широко распространены луговые почвы, в состав которых входят луговые почвы начальной стадии образования пустынной зоны, луговые, а также орошаемые луговые почвы пустынной зоны. Развитию луговых почв способствует близкое залегание грунтовых вод, вызванное искусственным орошением.

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВОГРУНТОВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Частая смена механического состава аллювиальных отложений дельты Амударьи обуславливает очень изменчивый характер водно-физических свойств почвогрунтов. В. Б. Гуссак (1956) на основании изучения материалов Арало-каспийской экспедиции отмечает, что механический состав почвогрунтов дельты Амударьи отличается крайней пестротой профиля с прослойками от тяжелых глин до песков; громадную роль здесь играет лессовидная пыль, обуславливающая столь низкую водоотдачу.

Переслаивающиеся отложения из-за своей пылеватости в насыщенном водой состоянии приобретают плавунный характер, что в большинстве случаев приводит к обрушению откосов дренажных сооружений и оросительных каналов.

В связи с большим разнообразием механического состава почвогрунтов рассматриваемой территории коэффициент фильтрации их колеблется в широких пределах—0,001—30 м/сут. Русловые отложения, сложенные мелко- и среднезернистыми песками, обладают хорошими фильтрационными свойствами. Коэффициент фильтрации русловых песков в зависимости от содержания в их составе мельчайших частиц изменяется от 2 до 18 м/сут.

По данным Приаральской экспедиции (Ходжибаев, 1970) коэффициент фильтрации мелкозернистых песков равен 10—11 м/сут, тонкозернистых—4—5, а песчаников—0,2—0,7 м/сут. На территории опытно-производственных участков «Халкабад» и «40 лет Октября» фактическая величина коэффициента фильтрации тонкозернистых песков колеблется в пределах 2,8—4,0 м/сут.

СТРУКТУРА ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ ФОНДОВ

По данным института «Узгипрозем», пригодная к орошению площадь в зоне возможного орошения земель Каракалпакской АССР составляет 1,6 млн. га, из них фактически используются лишь 365,2 тыс. га. За последнее десятилетие по республике было освоено и введено в сельскохозяйственный оборот 75,0 тыс. га целинных земель.

Дальнейшее расширение площади орошаемых земель в низовьях Амударьи намечается по трем основным направлениям: вовлечение в оборот свободных целинных и переложных земель внутри хозяйств в пределах зоны существующего орошения; освоение земель древнего орошения, расположенных вне зоны существующего орошения, освоение целинных земель прирусловой полосы и высохших озер. (табл. 2).

В Каракалпакии ведущей культурой в севооборотном комплексе является хлопчатник, посевные площа-

Таблица 2

Фактические и прогнозируемые темпы орошения зоны Тахиаташского гидроузла, тыс. га

Виды земель	Фактически					Прогноз						
	1950	1955	1960	1965	1970	План 1975 года	1980	1985	1990	1995	2000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Контурь существующего орошения												
Проектная площадь орошения	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490
Фактическая полноводная площадь	105	115	116	119	135	165	220	300	350	400	400	400
Нижняя дельта Амударьи												
Ресурсы пахотно-пригодных земель	50	50	75	100	200	300	350	375	375	375	375	375
В т. ч. орошаемых	2	3	4	4	5	11	50	100	150	175	175	175
Приморская полоса												
Ресурсы пахотно-пригодных земель	10	25	50	100	150	150	200	250	250	250	250	250
В т. ч. орошаемых	0	10	0	0	0	1	10	25	50	75	150	150
Джанадарьинская зона древнего орошения												
Ресурсы пахотно-пригодных земель	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
В т. ч. орошаемых	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	100	175

ли которого составляют больше половины орошаемой территории.

Площади посевов хлопчатника по состоянию на 1982 год составляют 130,7 тыс. га (табл. 3), что составляет 33,8% от общей орошаемой площади.

Таблица 3

Структура посевных площадей Каракалпакской АССР по годам, тыс. га

Структура посевных площадей	Годы							
	1913	1940	1950	1960	1970	1975	1980	1983
Вся посевная площадь	109,5	154,6	159,0		200,5	248,7	312,7	384,5
Хлопчатник	11,8	60,9	83,6	131,5	120	124,0	133,7	130,7
Рис	4,1	10,9	8,1	2,2	20,9	42,2	62,6	74,2

Основное развитие хлопководства намечается в южных районах Каракалпакской АССР. Новые земли под хлопководство будут освоены в Элликалиинском (Элликалиинский массив), Турткульском (Джамбаскалиинский и Кумбасканский массивы) и Шуманайском (Киятжарганский массив) районах и др.

С 1963 года начато строительство специализированных рисоводческих хозяйств и к 1983 году площади посевов риса увеличились до 74,2 тыс. га, что составляет 22% от общей площади. Посевы риса в основном сосредоточены на землях Нукусского, Чимбайского, Тахтакупырского, Ленинабадского, Кунградского и Караузякского районов. В перспективе площади посевов риса по автономной республике намечается увеличить до 119,1 тыс. га. Значительно возросли площади посевов кукурузы и люцерны.

Значительные площади целинных засоленных земель небольшими участками вклиниваются в староорошаемые земли. Эти земли необходимо ввести в сельскохо-

зяйственный оборот в первую очередь, так как они расположены в пределах ирригационно-подготовленной территории и, следовательно, затраты на их освоение будут значительно меньшими, чем в районах нового орошения.

Однако, анализ имеющихся материалов и практика использования орошаемых земель показывают, что в данной зоне качество ирригационно-мелноративной подготовки земель низкое. Подготовленные под посевы основных севооборотных культур земли используются здесь не полностью. КЗИ в целом по северной зоне весьма низок и колеблется в пределах 0,2—0,3. Этот фактор при низком техническом состоянии ирригационных систем и незначительной удельной протяженности дренажных систем усугубляется тяжелыми почвенно-климатическими условиями, приводит к засолению орошаемых и целинных земель.

ОРОСИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ

Водозабор на орошение земель автономной республики осуществляется в основном по крупным ирригационным системам, как Кызкеткен, им. Ленина, Пахтаарна и ряду мелких—Бештам, Найман, Казахжап, непосредственно питающихся из реки (рис. 3). Наиболее крупным из них является канал Кызкеткен, обеспечивающий орошение около 90 тыс. га земель и забирающий воду из реки в створе на 300 м выше Тахиаташского гидроузла. Первоначальная пропускная способность магистрального канала составляет 170 м³/с; путем расширения его добились увеличения расхода в головном сооружении до 300 м³/с. На 25 км магистральный канал Кызкеткен разделяется на две ветви: Куванышджарма и Кегейли.

По современному техническому состоянию оросительная система Кызкеткен относится к полунинженерному типу.

Канал им. Ленина расположен на левом берегу Амударьи и подает воду на территорию четырех районов: Ходжейлийского, Шуманайского, Ленинабадского и Кунградского. В связи с расширением площади орошаемых земель, особенно риса, в 1971 году был по-



строен подпитывающий параллельный канал. В 1965 году в целях подпитывания канала им. Ленина на реке Амударье была построена Бекжабская насосная станция производительностью 60 м³/с.

В перспективе согласно проекту Тахиаташского гидроузла намечается переустройство канала имени Ленина с увеличением его расхода до 130 м³/с, а подпитывающего параллельного до 250 м³/с.

Система канала Пахтаарна расположена в южной части ККАССР и обеспечивает водой орошаемые земли Турткульского, Берунийского, Элликкалинского районов. Максимальная пропускная способность канала 105 м³/с. В целях защиты магистрального участка канала построен головной отстойник длиной 4,5 км. В связи с окончанием строительства Туямуянского гидроузла канал Пахтаарна будет переключен на питание из верхнего бьефа сооружения. При этом головной расход намечается увеличить до 200 м³/с.

Инженерные сооружения построены в основном на магистральных и межхозяйственных каналах и водовыделах в рисоводческие совхозы. Внутрихозяйственные каналы полностью не оборудованы инженерными сооружениями и не проведены работы по упорядочению количества точек водозабора в хозяйствах. Есть хозяйства, где забор воды осуществляется по 20—30 точкам. Такое положение по армированию оросительных систем усложняет организацию водораспределения и способствует нарушению отдельными хозяйствами плана водопользования.

Необходимо отметить, что объемы выполненных работ по реконструкции оросительной сети на значительной части территории еще не достаточны. Протяженность магистральных каналов составляет 2,6 м/га, межхозяйственных—8,0 и внутрихозяйственных—71,1, тогда как по отдельным районам Узбекистана она изменяется в пределах 55—65 м/га.

Как было отмечено выше, оросительная сеть каналов в недостаточной степени оснащена инженерными гидротехническими сооружениями, обращает на себя внимание излишняя протяженность и беспорядочное расположение внутрихозяйственных оросителей. Кроме того, производительность оросительных систем пока еще невысока, и в целом при подходе к орошаемым полям на фильтрацию теряется более половины воды, забираемой в голове на орошение. Эти факторы в совокупности с организационными и другими потерями приводят к нерациональному использованию оросительной воды в зоне командования рассматриваемой системы.

Анализ имеющихся в фондах эксплуатационных си

стем материалов показывает, что в низовьях реки Амударья КПД магистральных каналов достаточно высоки. В пределах Хорезмской области, по данным эксплуатационной службы, коэффициент полезного действия магистральных каналов доходит до 0,93—0,98 (таблица 4).

Таблица 4

КПД отдельных звеньев ирригационных систем Южного Хорезма

Название ирригационных систем	КПД отдельных звеньев						КПД всей системы	
	магистральный канал		межхозяйственный распределитель		внутрихозяйственная система			
	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.
Пятнак-арна	0,96	0,92	0,84	0,82	0,58	0,52	0,47	0,39
Ташсака	0,92	0,81	0,87	0,80	0,60	0,54	0,48	0,35
Ургенч-арна	0,95	0,89	0,85	0,78	0,57	0,50	0,46	0,35
Октябрь-арна	0,95	0,89	0,85	0,78	0,57	0,50	0,47	0,35
Камышляк-бай	0,95	0,88	0,87	0,82	0,60	0,52	0,50	0,40

Аналогичная картина наблюдается по исследованиям САНИИРИ за 1970—73 гг. по оросительной системе Северной Каракалпакии, где наиболее высокий (0,90—0,97) КПД имеет канал Кызкеткен, а наименьший— (0,51—0,82)—канал Куванышджарма (исследования проводились на территории Кызкеткенской оросительной системы, расположенной на землях с относительно высокой водопроницаемостью) (табл. 5).

Из рассмотренных звеньев оросительных каналов наиболее низкий КПД имеют внутрихозяйственные системы. В разрезе рассмотренных случаев он в среднем не превышает 0,65. Детальные исследования технического состояния внутрихозяйственной сети, условий ее расположения, режима работы и др. позволили установить, что на величину КПД оказывают влияние следующие факторы:

1. разбросанность орошаемых полей мелкими уча-

Таблица 5

КПД межхозяйственных каналов Кызкеткенской оросительной системы

Наименование каналов	Годовой расход, м ³ /с	Длина, км	К П Д		
			макс.	мин.	средний
Кызкеткен	140,8	25,0	0,97	0,90	0,95
Кегейли I	53,2	30,6	0,96	0,86	0,94
Кегейли II	25,8	19,0	0,95	0,91	0,90
Куванышджарма I	60,6	36,0	0,95	0,88	0,89
Куванышджарма II	31,6	54,0	0,82	0,51	0,60
Майяб	22,2	22,0	0,94	0,73	0,87

стками на больших территориях и, следовательно, большая длина оросительных каналов;

2. отсутствие межбригадного водооборота, подача воды малыми расходами на всех одновременно работающих межбригадных каналах;

3. избыточный водозабор на орошение при низком техническом состоянии сети;

4. недостаточная оснащенность внутрихозяйственной сети регулирующими сооружениями;

5. наличие многочисленных отводов на распределительной сети.

Поэтому основные мероприятия, направленные на повышение КПД каналов, должны осуществляться на внутрихозяйственных орошителях.

КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНАЯ СЕТЬ

До 1953 года на орошаемой территории Каракалпакской АССР не было ни одного километра коллекторно-дренажной сети. Сезонные накопления солей удалялись путем проведения промывных поливов. Большое значение здесь имели низкий коэффициент земельного использования (биологический дренаж) и глубокое залегание уровня грунтовых вод.

Поступающие лишние воды из реки (при отсутствии регулирующих сооружений) в период паводков и прорывов дамб никогда не отводились и не сбрасыва-

лись, а расходовались на испарение и транспирацию растениями.

Резкий подъем уровня грунтовых вод при этом наблюдался на территории орошаемых земель Турткульского, Берунийского и Амударьинского районов. С учетом этого, в 1953 году было начато строительство коллекторов К-4, К-5, Зейсала в Берунийском районе и за период 1953—1958 гг. было построено 110 км межхозяйственных коллекторов.

Широко развернулось строительство коллекторно-дренажных систем в ККАССР с 1963 года, особенно в северных районах в связи с организацией рисоводческих хозяйств. (табл. 6).

В это время начато строительство крупных межхозяйственных коллекторов, как КС-1, КС-3, КС-4, ККС и др. Основные технические характеристики межхозяйственных коллекторов приведены в таблице 7.

Одновременно со строительством таких крупных объектов строилась и внутрихозяйственная коллекторно-дренажная сеть. В не которых хозяйствах удельная длина коллекторно-дренажной сети в настоящее время достигла 30—35 м/га. (таблица 8).

В целом по ККАССР по состоянию на 1 января 1982 года удельная длина внутрихозяйственных коллекторов достигли 37,2 м/га. Внутрихозяйственная сеть более развита в южных районах.

С помощью этих коллекторов за пределы орошаемых земель автономной республики ежегодно отводятся дренажно-сбросные воды в объеме 2404,5 млн. м³ (1982 год), что составляет 30,3% от водозабора в целом. (таблица 9).

Необходимо отметить, что значительная часть (до 75—80%) дренажного стока, отводимого за пределы орошаемых земель Северной зоны, в основном формируется из сбросных вод рисовых полей. В настоящее время с помощью таких крупных коллекторов, как КС-1, КС-3, КС-4, ККС и ГК, за пределы орошаемых земель Северной зоны отводится коллекторно-дренажный сток в объеме 1835,6 млн. м³, из них 771,1 млн. м³ имеют минерализацию 2,0 г/л.

В то же время значительная часть отводящей сети находится в неудовлетворительном состоянии. Так, из-

Таблица 6.

Протяженность и удельная протяженность коллекторно-дренажной сети на 1 января 1981 г. (хлопковая зона)

№ п/п	Наименование районов	Орошаемая площадь, га	Общая протяженность коллекторно-дренаж- ной сети, км	Удельная протяжен- ность КДС на орошае- мой терри- тории, м/га
1	Турткульский	27319	911,9	33,3
2	Элаикалинский	23290	105,2	38,9
3	Берунийский	22347	984,3	44,1
4	Амударьинский	24171	926,0	38,3
5	Ходжейлийский	26000	810,5	31,1
6	Шуманайский	17583	326,3	18,5
7	Ленинабадский	8022	228,9	23,2
8	Кунградский	13255	389,5	24,9
9	Нукусский	13109	346,5	24,8
10	Кегейлийский	23637	885,2	37,4
11	Чимбайский	20413	683,7	28,8
12	Караузакский	8898	373,2	35,0
13	Таштакунырский	—	—	—
14	Бозатаусский	17112	117,1	6,8
15	Муйнакский	5505	13,3	2,4
	Всего по ККАССР	250890	7973,6	29,9

за плохой работы коллекторно-дренажной сети площади с высоким стоянием уровня грунтовых вод—от 0 до 1,5 м—в течение последних 3—4 лет практически не изменяются и составляют 30% от общей исследуемой площади территории.

Неудовлетворительный мелиоративный режим земель Северной зоны ККАССР в известной степени обусловлен низким техническим состоянием коллекторно-дренажной сети, в первую очередь, несоответствием

Характеристика межхозяйственных и межрайонных коллекторов Каракалпакской АССР по состоянию на 1 января 1981 года (данные АДУВХ)

№ п/п	Наименование районов и коллекторов	Год строительства	Протяженность, км	Обслуживаемая площадь, га	Расход, м ³ /с		Сооружения, шт.			Мосты	
					Протяженность	Фактич.	Дюкеры	Акведуки	Лотки	ж/б	Деревян.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Коллектор К-4	1959	20	8556	1,1	2,9	—	—	1	3	—
2	Коллектор К-5	1959	41	5568	2,5	2,3	—	—	—	1	—
3	Кзылдумский коллектор	1970	30,6	14617	—	4,4	—	1	—	4	—
4	Берунийский коллектор	1978	29,8	6479	—	4,4	—	—	—	1	—
5	Чатабенский коллектор	1970	6,5	419	5,0	5,1	—	1	1	1	—
6	Ходжейлийский коллектор (сброс)	1969	43	12077	2,5	4,1	5	—	10	6	—
7	Коллектор Г.К.-Раушан	1966	—	16693	—	25,0	—	—	—	—	—
8	Главный Левобережный коллектор	1975	68	17359	1,0	2,1	—	24	—	12	—
9	Кунградский коллектор (сброс)	1967	50	17487	—	12,2	—	3	—	3	—
10	Коллектор КС-1	1967	122	47451	22,8	37,2	2	—	—	10	—
11	Коллектор КС-3	1966	105	38759	14,0	13,6	—	—	—	12	—

Таблица 7 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	Коллектор КС-4	1963	95	16080	20,0	23,6	—	—	—	2	—
13	Главный левобережный коллектор	1970	86	42677	7,2	11,3	—	28	—	14	—
14	Кунградский коллектор сброс	1967	50	22491	8,0	29,2	—	3	—	3	—
15	Правая ветка ККС	1974	46	10101	3,4	2,8	—	5	—	7	—
16	Берунийский коллектор	1978	33,8	6219	28,0	6,2	—	—	—	2	—
17	Кзылдумский коллектор	1970	50,6	24699	19,3	12,2	—	1	—	4	—

Таблица 8.

Общая и удельная протяженность коллекторно-дренажных систем ККАССР в зоне хлопководства

Показатель	Г о д ы										
	1971	1972	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Общая протяженность, км	3813	4212	5191	5487	5581	5873			7974	9093	10070
Удельная протяженность, м/га	19,7	20,7	24,4	26,3	27,1	27,2			29,9	27,8	28,0

Таблица 9

Объем вод забора и отвода воды по коллекторной сети в ККАССР по годам (млн. м³)

Показатели	Г о д ы							
	1970	1972	1974	1976	1978	1980	1981	1982
Водозабор, млн. м ³	5918,1	7045,7	5456,4	8301,3	9004,4	8644,9	9265,3	7932,6
Отвод через коллектора	791,1	723,9	829,6	1520,8	1971,2	2771,1	2978,3	2404,5
Процент от водоподачи	13,3	11,2	15,0	18,2	22,0	31,5	32,5	30,3

фактических глубин и заложений откосов проектным, а также заилением и зарастанием русел коллекторов и дрен и др.

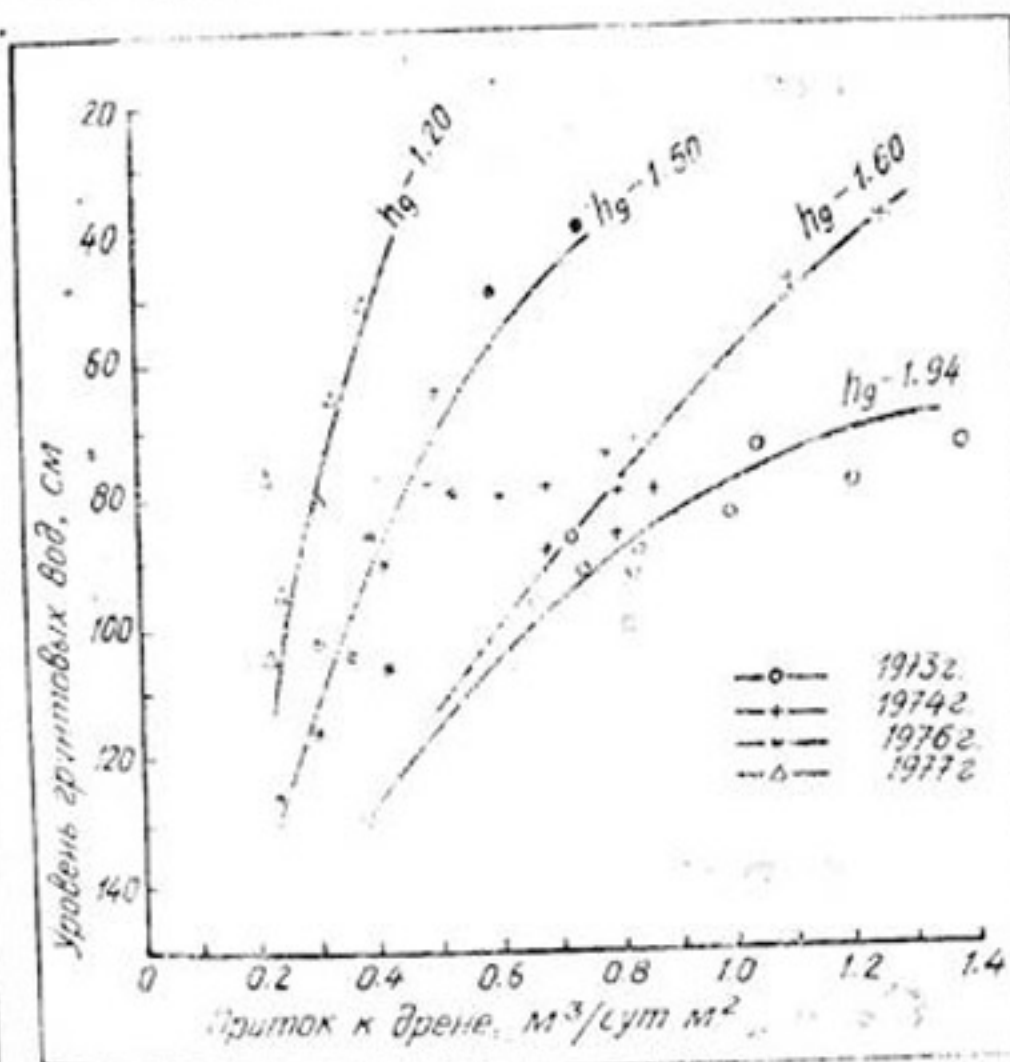
Оптимальная глубина залегания грунтовых вод по Ф. М. Рахимбаеву (1967) для условий Южного Хорезма в зависимости от содержания хлор-иона в метровой толще и минерализации этих вод составляет от 1,0 до 2,8 м от поверхности земли. Оптимальная глубина грунтовых вод, рассчитанная для условий северной Каракалпакки по методам В. А. Ковды, (1958) и И. А. Енгулатова (1964) и др., колеблется от 1,8 до 2,7 м. Тогда глубина заложения первичных дрен, подсчитанная с учетом указанных выше требований, составляет 2,50—3,10 м.

Исследованиями, проведенными на территории совхоза «Халкабад», установлено, что на 46,0 км первичных дрен 15,3 км имеют фактическую глубину от 1,5 до 2,0 м; дрена-собиратели протяженностью 43,9 км имеют 2,0-метровую глубину.

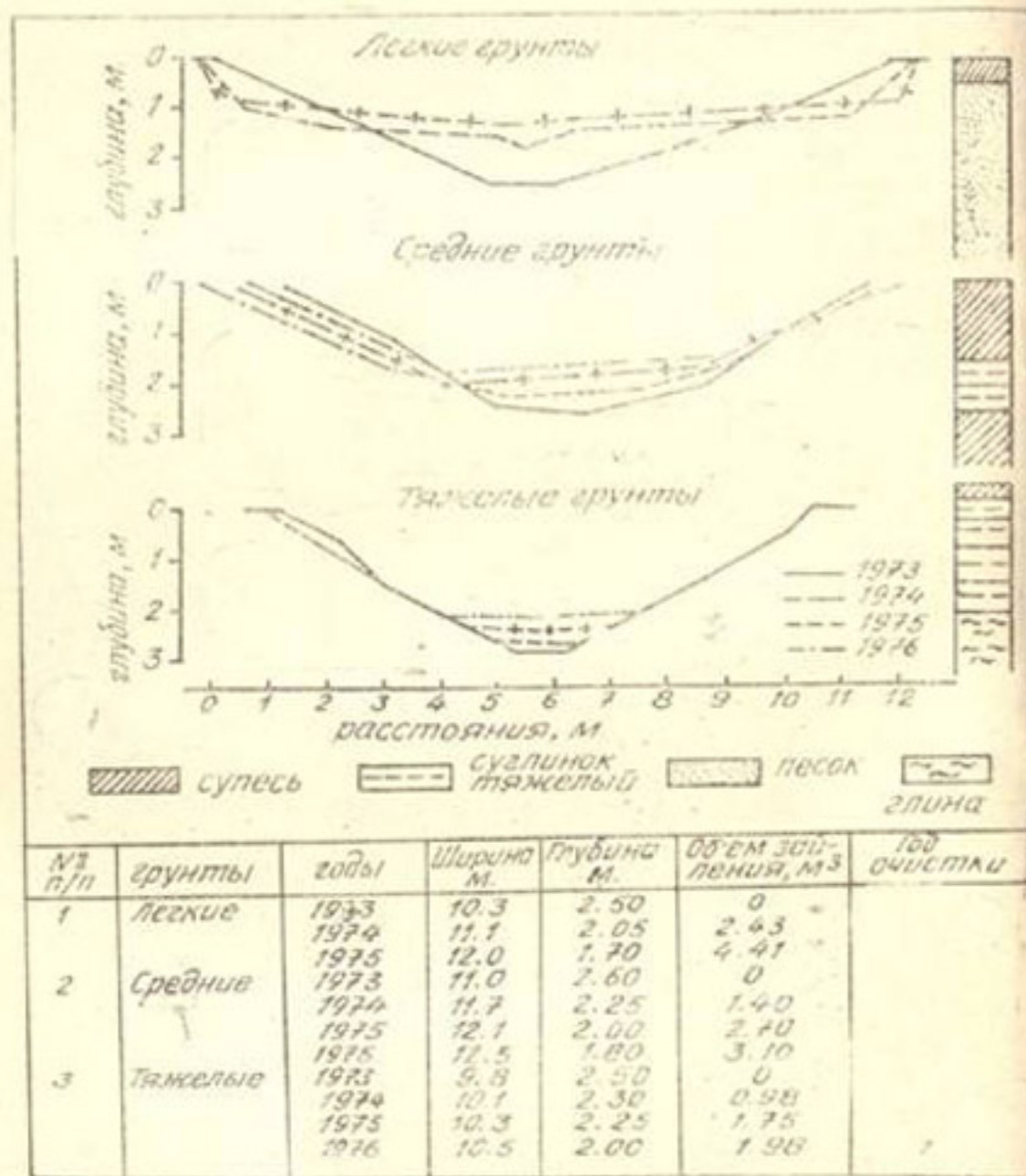
При этом путем визуального обследования и инструментальной съемки поперечного сечения по всей трассе заложения коллекторно-дренажной сети было установлено, что на территории совхоза «Халкабад» из существующей коллекторно-дренажной сети более 50% коллекторов и дрен не работает.

На участке Халкабад в результате незначительной глубины заложения дрен поступление воды к дренам прекращается при глубине грунтовых вод 120—130 см. (рис. 4).

Эффективность действия открытой коллекторно-дренажной сети также резко снижается вследствие заиления и зарастания ее сорной растительностью. Один из основных факторов заиления коллекторно-дренажной сети—процесс обрушения откосов. Наиболее интенсивно он происходит в первый год эксплуатации, когда откосы дрен не закреплены растительностью. Сопоставление поперечных профилей дрен показало, что наиболее интенсивный процесс заиления дренажной сети наблюдается в почвах легкого механического состава (русловые отложения), что требует ежегодной



Объем заилнения и год очистки коллекторно-дренажной сети (внутрихозяйственной)



ее очистки. В зоне среднего механического состава очистку дренажной сети можно проводить через каждые 3 года, в зоне тяжелого механического состава (озерные отложения) — один раз в 4 года (таблица 10, рис. 5).

Установлено также, что на коллекторах практически до сих пор полностью не построены гидротехнические сооружения инженерного типа. Во многих случаях сооружения под проезды дороги (трубы, дюкеры) строятся малыми сечениями, создают подпор в русле отводящей сети и снижают их работоспособность.

Таким образом, бессистемность и излишняя протяженность внутрихозяйственной оросительной сети приводят к увеличению потерь воды на фильтрацию, а большое количество неармированных выделов сильно усложняют организацию водораспределения. Из-за недостаточной протяженности существующей коллекторно-дренажной сети и ее неудовлетворительного технического состояния на обслуживаемых ею территориях складывается неблагоприятная мелноративная обстановка.

СОВРЕМЕННОЕ МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ КАРАКАЛПАКИИ

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Выращивание высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур в условиях орошаемого земледелия во многом зависит от мелиоративного состояния земель. Последнее определяется рядом факторов, главными из которых являются условия дренированности территории, степень и характер засоления почвогрунтов, режим уровня и минерализации грунтовых вод, обуславливающие в конечном итоге формирование водно-солевого режима почвогрунтов.

Интенсивное освоение больших площадей в низовьях Амударьи, в том числе на территории Каракалпакии, отличающейся неблагоприятными гидрогеологическими условиями, в частности, подземным оттоком, приводит к резкому снижению плодородия почв даже при существующем низком коэффициенте земельного использования. Возникает необходимость разработки комплекса мелиоративных мероприятий по их оздоровлению, что требует в первую очередь, проведения оценки современного мелиоративного состояния земель.

Установлению показателей и критериев оценки мелиоративного состояния земель, являющихся основой при разработке принципов гидромодульного, почвенно-мелиоративного, гидрогеолого-мелиоративного и инженерно-мелиоративного районирования орошаемых территорий посвящены работы В. А. Ковды (1958), М. М. Крылова (1959), М. А. Панкова (1974), В. Ф. Федорова (1953), Д. И. Каца (1967), А. Г. Владимирова (1960), В. М. Легостаева (1951), А. А. Рачинского (1968), Н. М. Решеткиной и В. И. Бобченко (1972) и др.

Однако до настоящего времени среди исследователей нет единого мнения как по выбору состава показателей, так и по критериям оценки мелиоративного состояния земель.

По А. А. Рачинскому (1968) показателями мелиоративного состояния обследуемой (районируемой) территории является следующее: режим грунтовых вод и

условия его формирования; степень и характер засоления почвогрунтов; урожайность сельскохозяйственных культур и потенциальные возможности почвенного плодородия; дополнительные показатели, отражающие уровень интенсификации сельскохозяйственного производства и эффективность действующих мероприятий — КЗИ, уровень агротехники, особенности орошения, размеры искусственной дренированности территории. Главным показателем он предлагает считать режим грунтовых вод, засоление почвогрунтов должно рассматриваться как производное (вторичное) от режима грунтовых вод, а урожай синтезирует влияние названных показателей и деятельности человека, направленной на обеспечение устойчивого высокого уровня мелиоративного состояния.

Другие исследователи — В. А. Ковда, Д. М. Кац, М. М. Крылов, Ф. М. Рахимбаев, И. А. Енгулатов и др. — режим и минерализацию грунтовых вод выдвигают как основные показатели, характеризующие мелиоративное состояние земель. Поэтому для предотвращения реставрации засоления почв они предлагают поддерживать критическую глубину грунтовых вод, которая зависит от природно-хозяйственных условий, а также степени и состава минерализации грунтовых вод.

В работах С. Ф. Аверьянова (1978), И. П. Айдарова (1970), В. А. Барон (1971), Л. М. Рекса (1971), Р. В. Савельевой (1971), прогнозный (проектный) режим грунтовых вод рассматривается, исходя из условия создания оптимального водного и солевого режимов почвогрунтов.

Н. Н. Ходжибаев и М. С. Алимов (1966) дренированность территории берут за главный показатель мелиоративного состояния крупных регионов, от которого зависят формирование режимов грунтовых вод и их минерализация, степень засоления почвогрунтов.

Н. М. Решеткина и В. И. Бобченко для оценки эффективности дренажных систем предлагают следующие показатели, характеризующие мелиоративное состояние земель: режим грунтовых и напорных подземных вод; минерализацию грунтовых вод, сток грунтовых и дренажных вод, минерализацию дренажного стока; водно-солевой режим зоны аэрации и динамику засоленности почвенного покрова.

Согласно классификации земель по сложности освоения, предложенной Х. И. Якубовым и З. П. Пушкаревой, оценку мелиоративного состояния орошаемых массивов рекомендуется давать, используя следующие показатели: дренированность территории, глубину залегания грунтовых вод и их минерализацию, засоленность почвогрунтов зоны аэрации и активной толщи водо- и солеобмена. При этом авторами предлагается пятибальная система оценки состояния земель; устойчиво благоприятные, благоприятные, неустойчиво благоприятные, неблагоприятные и крайне неблагоприятные.

Исходя из анализа результатов исследований САНИИРИ, других научно-исследовательских институтов и производственных материалов, для оценки мелиоративного состояния земель Северной зоны ККАССР нами были приняты следующие показатели:

1. Дренированность территории, от состояния которой зависит как формирование режима и минерализации грунтовых вод, так и засоленность почвогрунтов активной толщи водо- и солеобмена. Этот показатель для орошаемой территории определяется водным балансом зоны аэрации, грунтовых вод и общим водным балансом рассматриваемого района, или соотношениями отдельных элементов баланса, в частности дренажного модуля (стока) и водоподачи $\frac{Дф}{Вбр}$, суммарной водоподачи на территорию и суммарного испарения — $\frac{Вбр}{(И+Тр)}$; выноса солей дренажным стоком и притока их оросительной водой, по результатам которых определяется направленность мелиоративных процессов в регионе.

2. Глубина и минерализация грунтовых вод, как результирующие элементы водного баланса орошаемой территории, определяют условия формирования водно-солевого режима почв. При этом если в естественных условиях между уровнем грунтовых вод, их минерализацией и характером засоления почвогрунтов существует определенная закономерность, то с развитием орошения взаимосвязь значительно нарушается и сглаживается.

3. Засоленность почвогрунтов и характер распределения легкорастворимых солей зоны аэрации, зоны активного водо- и солеобмена. Засоление почвогрунтов зоны аэрации и активного водообмена, зависящее от режима и минерализации грунтовых вод, водно-солевого баланса, формируемого в процессе орошения и дренирования почв — один из основных показателей мелиоративного состояния орошаемых земель.

4. Урожайность сельскохозяйственных культур — показатель, суммирующий и синтезирующий все природнохозяйственные факторы, воздействующие на почвогрунты, а также направленные на рост и развитие растений. Стабилизация и увеличение урожайности по годам свидетельствуют об улучшении плодородия почв и хозяйственной деятельности человека.

Для количественной оценки направленности мелиоративных процессов по этим показателям предлагается использовать «коэффициенты относительной изменчивости», отражающие состояние орошаемых земель,

$$K_{г. в.} = \frac{h_{ф}^{с.вз.}}{h_0}; K_{м. г. в.} = \frac{M_{ф}^{с.в.}}{M_0}; K_{з. с.} = \frac{S_{ф}^{с.вз.}}{S_0};$$

$$K_{ур} = \frac{Y_{ф}^{с.вз.}}{Y_0};$$

$$\text{где } h_{ф}^{с.вз.}; M_{ф}^{с.в.}, S_{ф}^{с.вз.}, Y_{ф}^{с.вз.}$$

соответственно за последние 4 года средневзвешенные по площади хозяйств (района) значения глубины грунтовых вод, их минерализация, засоленность почв метрового слоя и урожайность сельскохозяйственных культур; h_0 , M_0 , S_0 и Y_0 — те же показатели, соответствующие проектным условиям; величины их устанавливаются прогнозным расчетом или принимаются по аналогии из проектов. Численные значения коэффициентов «К м. г. в.» и «К з. с.» меньше единицы показывают улучшение мелиоративных процессов, а $K_{г. в.}$ и $K_{ур}$, равные единице или больше единицы, наоборот, ухудшение их.

5. Затраты воды на единицу урожая (нетто), характеризующие эффективность использования оросительной воды:

$$E = \frac{U_p}{B_n} \quad \text{с.вз.}$$

Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель может быть осуществлена согласно классификации категории земель, включающих критериальные значения по указанным показателям. (таблица 11).

Согласно этой классификации земли Северной зоны ККАССР относятся к категориям от неустойчиво благоприятных до крайне неблагоприятных. Для улучшения состояния орошаемых земель этого района необходимо разработать комплекс мероприятий по повышению плодородия почв, в первую очередь, усилению дренированности территории.

ОЦЕНКА МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ККАССР

ДРЕНИРОВАННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ И НАПРАВЛЕННОСТЬ ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

По исследованиям Н. Н. Ходжибаева (36), вся дельта от Туямуюна до Аральского моря по структуре регионального водного баланса грунтовых вод относится к территории естественного соленакопления.

Приход, м³/с

Потери из реки Амударьи (без учета разливов) — 320

Атмосферные осадки — 30

Подземный приток 0

ИТОГО 350

Расход, м³/с

Подземный отток — 0

Суммарное испарение, повышение уровня

грунтовых вод и возврат в реку — 350

ИТОГО 350

В этих условиях орошение земель рассматриваемой

Таблица 11

Классификация для оценки земель по их мелиоративному состоянию

№ п/п	Показатели	Категория земель по сложности мелиорации				
		Устойчиво-благоприятные (отличные)	Благоприятные (хорошие)	Неустойчиво благоприятные (удовлетворительные)	Неблагоприятные (плохие)	Крайне неблагоприятные (очень плохие)
1	2	3	4	5	6	7
1	Дренированность, характеризующая соотношением: Д/В бр До М об/Вбр Мо	0,35-0,40 10	0,25-0,35 5-10	0,20-0,25 3-5	0,15-0,20 2-3	0,10-0,15 1-2
2.	Мелиоративное состояние земель	Отличное	Хорошее	Удовлетворительное	Неудовлетворительное	Крайне неудовлетворительное
2а.	Глубина грунтовых вод и их минерализация	Стабильно глубокая Минерализация стабильно невысокая Кг. в. > 1,0 К м. г. в. < 1,0	Грунтовые воды расположены относительно неглубоко и их режим близок к оптимальному; Минерализация невысокая	Глубина и минерализация грунтовых вод подвержены большим изменениям и их режим формируется за счет В. Д и	Стабильно высокая, режим грунтовых вод формируется за счет В. и И+Т. Др. и И+Т. Др. незначит. Кг. в. > 0,50-0,60 К м. г. в. > 0,75 К м. г. в. > 2,0	Крайне высокая, режим грунтовых вод формируется за счет В. и И+Т. Др. незначит. Кг. в. > 0,50-0,60 К м. г. в. > 0,75 К м. г. в. > 2,0

1	2	3	4	5	6	7
26	Засоленность почв	Почвы незасоленные Кз. с. = 1,0	Кз. в. = 1-1,2 Км. г. в. = 1,0	И+Т Кз. в. = 0,9-1,0 Км. г. в. = 1,5	На значительной части земель при представлении средних и сильных засоленных Кз. с. = 1,5-2,0	Большая часть земель представлена сильно засоленными почвами Кз. с. > 3,0
3	Урожайность	Стабильно высокие Кз. с. > 1,0 Кур = 1,0	Стабильно высокие Кз. с. > 1,0 Кур = 1,0	Не стабильно высокие Кз. с. > 1,0 Кур = 0,85-1,0	Не стабильно высокие Кз. с. > 1,0 Кур = 0,45-0,55	Очень нестабильная Кз. с. > 1,0 Кур = 0,45
4	Загрязнение воды на единицу урожая	E < 250	E = 250-300	E = 300-400	E = 600-800	E > 800

го района привело к нарушению сложившегося в естественных условиях водно-солевого баланса. Поступающая на территорию оросительная вода, оставалась в пределах системы, расходовалась в начальный период освоения на пополнение запасов влаги зоны аэрации, грунтовых вод и на испарение и транспирацию. В дальнейшем после подъема грунтовых вод до уровня, близкого к поверхности земли, усилился отток грунтовых вод на неорошаемую территорию.

При незначительных уклонах (0,00018—0,0003) величина подземного оттока в формировании водного и солевого балансов особой роли не играет. В этих условиях основным элементом расходной части баланса до развития коллекторно-дренажной сети остается суммарное испарение.

Однако усиленное строительство КДС, начатое в 1962—63 гг., существенных изменений в формирование водно-солевого баланса орошаемых территорий не внесло. Так, если за период 1967—81 гг. объем дренажного стока хотя и увеличился в 9 раз—с 340,8 до 2978,3 млн. м³, в то же время наблюдалось и увеличение объема воды, расходуемого на суммарное испарение, а также и удельного водозабора, величина которого в несколько раз превышала дренажный сток.

Несмотря на развитие КДС, протяженность которой к концу 1981 г. достигла 9093,1 км, при таком водном балансе солевой баланс складывается по типу прогрессирующего накопления запасов солей за счет поступления их с оросительной водой. Увеличиваясь из года в год, объем поступающих солей с оросительной водой в 1981 г. составил 8797,2 тыс. тонн. В то же время объем солей, отводимых стоком КДС, был в пределах 8693,4 тыс. тонн т. е. на территории автономной республики осталось 103,8 тыс. т солей. (таблица 12).

Как показано выше, на хорошо дренированных землях соотношение водоподдачи, испарения и транспирации $\frac{В}{(И+Тр)-О}$ определяет общую направленность солевого баланса, а дренажного стока и водоподдачи—направленность водного баланса.

На хорошо дренированных орошаемых землях при величине $\frac{В}{(И+Тр)-О}$ более 1,15—1,30 обычно скла-

Водно-солевой баланс орошаемой зоны ККАССР за 1981 год (данные Каракалпакской гидрогеолого-го-мелиоративной экспедиции АДУВХ ККАССР)

Водно-солевой баланс орошаемых земель в Караузокском районе Караузокского района Караузок

Всего по ККАССР

дается отрицательный солевой баланс территории (на примере Хорезмской области). Однако в условиях ККАССР даже при $\frac{B}{(I+Tr)-O}$ более 1,5—2,0 происходит прогрессивное соленакопление, что объясняется слабой дренированностью территории.

По гидрогеологическим и почвенным условиям орошаемая территория ККАССР (особенно северная зона) соответствует полугидроморфному мелиоративному режиму; для мелиорации земель здесь необходимо создать искусственную дренированность с размером оттока грунтовых вод не менее 30—35% от водоподачи, фактическая доля дренажного стока в условиях рассматриваемого района даже с учетом сброса поверхности вод не превышает 9,3% (в зоне хлопководства).

Идентично складывается водно-солевой баланс опытных участков в совхозах «Халкабад» и «40 лет Октября» (табл. 13). Удельная протяженность дренажной сети на участке «Халкабад» составляет 16,0 м/га, глубина заложения дрен 1,35—1,80 м; величина дренажного модуля колеблется от 0,033 до 0,15 л/с га. Балансовый участок «40 лет Октября» находится в зоне влияния коллектора Д-12 с глубиной 1,75; величина дренажного модуля составляет 0,01—0,13 л/с/га.

В этих условиях водный баланс по участкам «Халкабад» и «40 лет Октября» в разрезе года складывается отрицательно, в вегетационный период преобладает испарение, и положительно — в невегетационный. Из общего объема водопоступления на территорию балансовых участков «Халкабад» и «40 лет Октября» отток по дренажной сети составляет соответственно 684,0 (6,6%) и 1524 м³/га (11,5%), а остальная часть в основном расходуется на суммарное испарение.

В соответствии с водным, солевой баланс по участку «Халкабад» складывается в разрезе года по типу накопления запасов солей (+1,48 т/га), а по участку «40 лет Октября» — очень замедленного рассоления с выносом солей в размере 1,23 т/га. При этом по участку «Халкабад» в годовом разрезе $\frac{B}{(I+Tr)-O}$ меньше единицы, а по участку «40 лет Октября» составляет 1,04.

Таблица 13

Общий водно-солевой баланс ОПУ „Халкабад“ и „40 лет Октября“

Статья баланса	ОПУ „Халкабад“ (1974)			ОПУ „40 лет Ок- тября“ (1976)		
	Ве- ге- та- ци- он- ный	неве- гега- цион- ный	за год	ве- ге- та- ци- он- ный	неве- гега- цион- ный	за год

Водный баланс, м³/га

Приходная:						
водоподача	3550	5380	8930	3974	7638	11432
осадки	100	720	820	100	721	820
потери из каналов	462	131	583	765	2.5	900
разница подземного						
притока и оттока...	143	-106	28	721	-695	23
Итого:	4216	6125	10361	5380	7885	13265
Расходная:						
суммарное испарение	7397	3407	11104	7697	3407	11104
дренажный сток	255	428	684	233	1291	1524
Итого:	6953	3835	11784	7930	4698	12628
Разность	-3707	2290	-1427	-2550	1187	637
Изменение запасов	+690	-385	+1057	+490	-690	-190
влаги	0,52	1,580	0,80	0,49	2,20	1,04
	0,072	0,080	0,077	0,061	0,170	0,133

Солевой баланс, т/га

Приходная						
принос солей с ороси- тельной водой	1,94	3,76	5,70	2,05	5,34	7,39
Изменение запасов солей						
за счет подземного при- тока и оттока	+1340	-1,60	-0,26	+2,31	-3,3	-1,04
Расходная:						
вынос солей дренажной	1,45	2,57	0,02	1,12	6,45	0,57
водой						
изменение запасов солей	+1,83	-0,41	+1,48	+3,24	-4,40	-1,25

Правомерность оценки неудовлетворительного состояния земель по результатам водно-солевого баланса подтверждается данными наблюдений за солевым режимом почвогрунтов.

РЕЖИМ И МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД И УСЛОВИЯ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Рассматриваемый район расположен в пределах бессточной зоны Приаральской дельты Амударьи и представлен аллювиальными отложениями, характеризующимися значительной пестротой литологического строения, что сильно влияет на режим грунтовых вод и их минерализацию.

Низовья Амударьи отличаются от остальных оазисов Узбекистана еще и тем, что главная речная артерия здесь проходит по командным отметкам территории, формируя потоки грунтовых вод в стороны орошаемых земель. Уклон грунтовых вод в этом направлении колеблется от 0,005 до 0,0012, поэтому фильтрационные потери в русле Амударьи — основной природный источник питания грунтовых вод. Однако для орошаемых земель этот источник питания существенного значения не имеет, хотя и играет определенную роль в формировании грунтовых вод на территориях, прилегающих к реке, на участке выше Тахиташского гидроузла.

Еще меньшее значение для питания грунтовых вод имеют атмосферные осадки, величина которых в 10—15 раз меньше суммарного испарения, достигающего 1200—1500 мм в год.

В этих условиях главный источник питания грунтовых вод в орошаемой зоне ККАССР так же, как и всей дельты — ирригационные воды. Расходятся они в основном на испарение с поверхности почв и транспирацию, и лишь незначительная часть их отводится коллекторно-дренажной сетью.

В орошаемой зоне глубина залегания уровня грунтовых вод четко зависит от интенсивности орошения (удельного водозабора и величины КЗИ). В последние десять лет на территории Каракалпакии в связи с ростом орошаемых площадей, особенно под посевы ри-

са, наблюдается резкое увеличение как общего водопоступления, так и удельного водозабора.

Так, в 1967 г. удельный водозабор составлял 27,0 тыс. м³/га, что при низком КПД оросительных систем привело к резкому увеличению питания грунтовых вод. В этот же период общая протяженность коллекторно-дренажной сети возросла с 652,3 до 9093,1 км. (без риса).

На орошаемой территории Северной зоны ККАССР по условиям формирования режимов грунтовых вод выделяются три типа: гидрологический, ирригационный а также режим грунтовых вод за счет подземного притока.

1. Гидрологический тип режима наблюдается на территории, прилегающей непосредственно к Амударье, где река питает грунтовые воды в течение года. Режим формирования грунтовых вод здесь зависит от горизонтов реки. Вблизи реки грунтовые воды слабominерализованы.

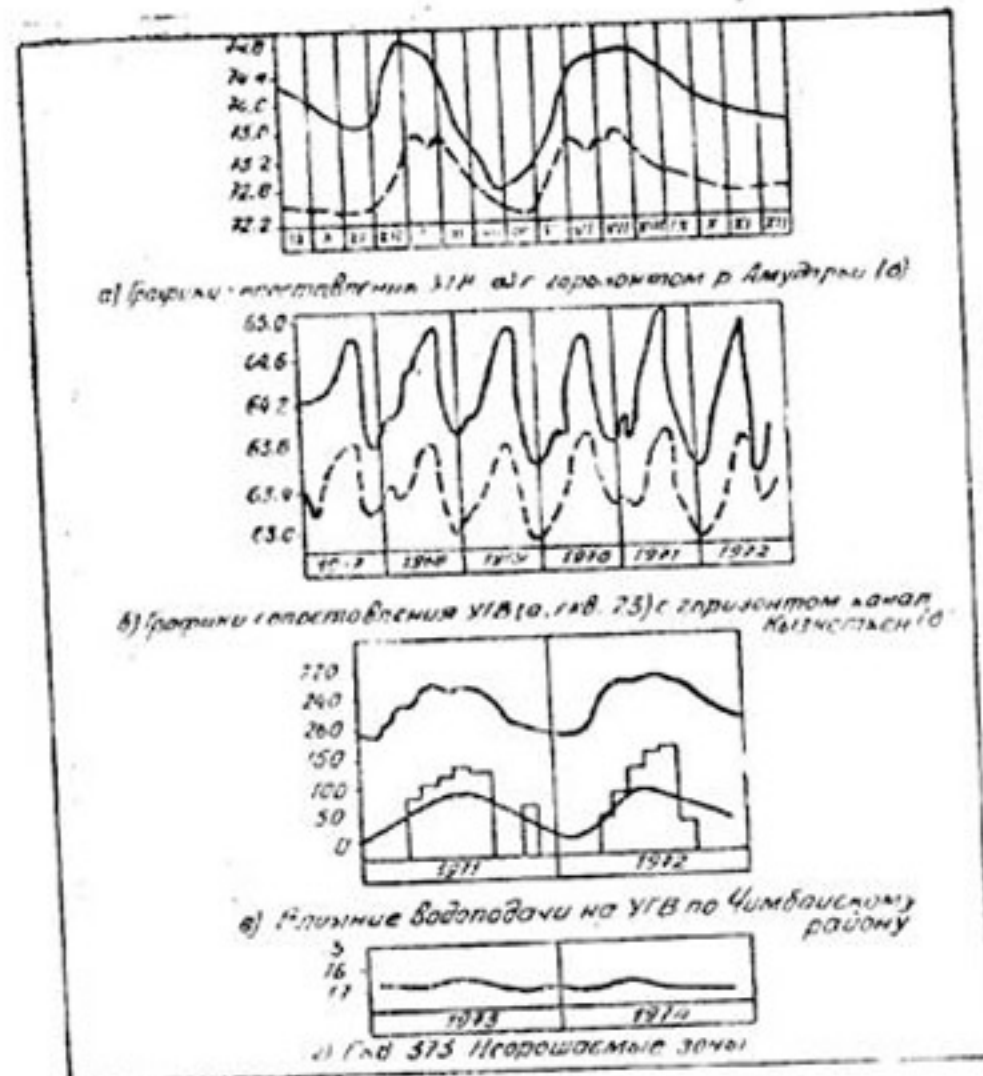
2. Ирригационный тип режима. Режим грунтовых вод на орошаемых территориях рассматриваемого района можно разделить на следующие зоны:

- а) влияния каналов,
- б) орошаемых (поливных) земель,
- в) неорошаемых земель в контуре орошаемых.

Режим грунтовых вод в условиях интенсивного гидростатического влияния крупных каналов формируется непосредственно под влиянием режима их работы. Сезонный ход режима грунтовых вод этих участков характеризуется данными наблюдений в скважине № 23 (рис. 6).

Грунтовые воды вследствие опресняющего влияния канала слабominерализованы.

Режим формирования грунтовых вод в зоне орошаемых земель непосредственно связан с водоподачей на орошение и суммарным испарением, а дренажный сток большого влияния не оказывает. Основную роль здесь играют ирригационные воды, поданные для промывки и орошения сельскохозяйственных культур. Величина ирригационного питания грунтовых вод по материалам балансовых исследований М. М. Крылова



(1959) и Н. Н. Ходжибаева (1966) на отдельных участках орошаемых земель достигает 300 мм.

Характерным в режиме формирования уровня грунтовых вод для орошаемых зон являются резкий подъем и постепенный спад, вызываемые промывными поливами в осенне-зимние периоды, когда испарение ослаблено. Вследствие опресняющего влияния орошения грунтовые воды относятся к средне- и сильноминерализованным с плотным остатком 3—12 г/л, местами достигающим до 25 г/л.

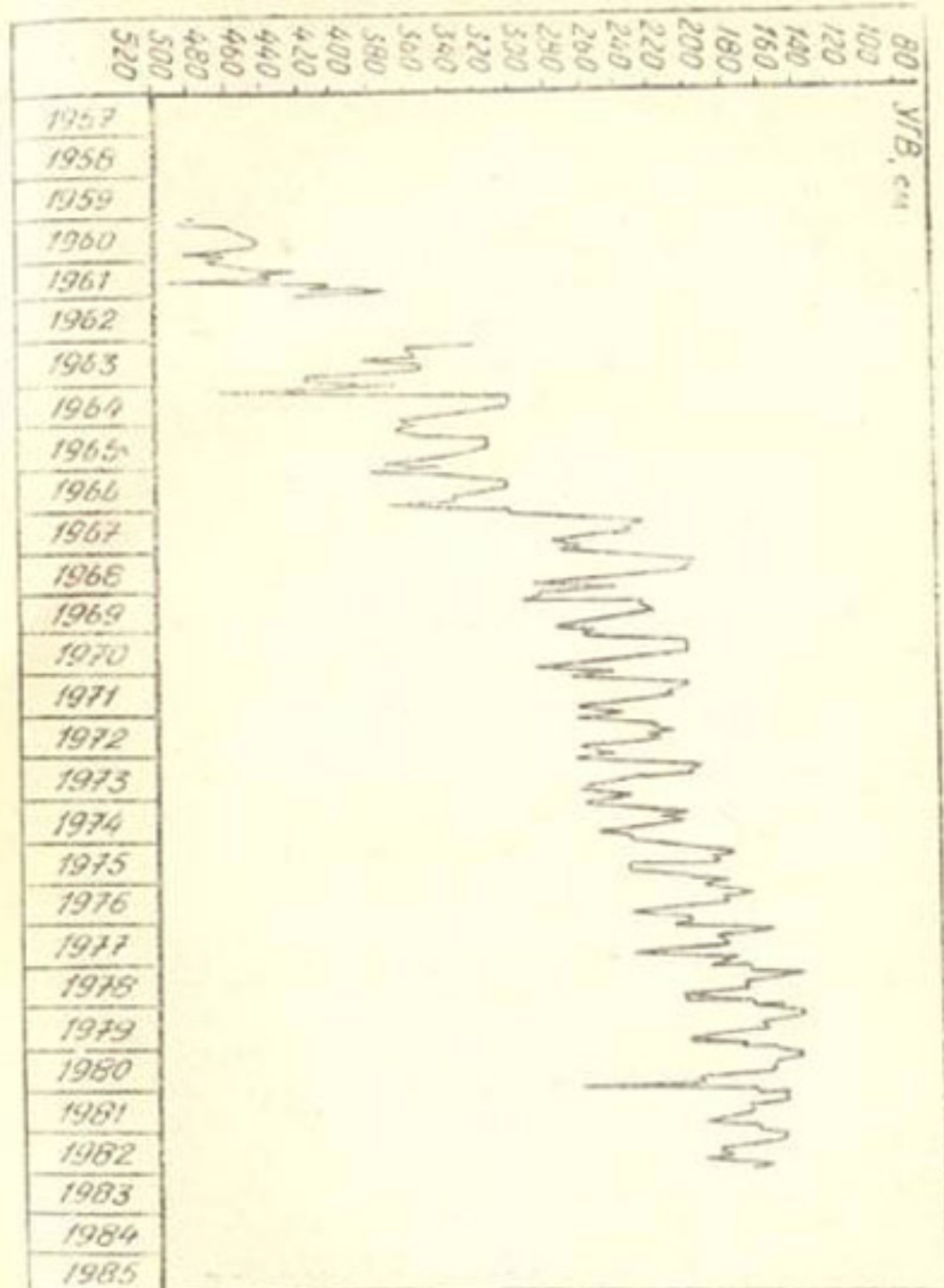
3. Режим грунтовых вод, формируемый за счет подземного притока вследствие незначительного уклона поверхности земли в районе дельты Амударьи. Грунтовые воды здесь характеризуются слабым подземным стоком. Это неорошаемые территории с глубоким залеганием грунтовых вод, расположенных на различных глубинах. Уровень их в течение года колеблется незначительно. Небольшой подъем уровня грунтовых вод происходит за счет гидростатической передачи давления со стороны орошаемых земель на неорошаемые. Грунтовые воды характеризуются высокой минерализацией—15—80 г/л при сульфатно-хлоридном и хлоридно-сульфатном засолении.

Многолетние наблюдения за изменением уровня грунтовых вод на территории Каракалпакки показывают, что повсеместный резкий подъем уровня грунтовых вод наблюдается с 1966—1967 гг. по всей территории автономной республики (рис. 7). Особенно это характерно для Кунградского, Тахтакунарского, Кегейлийского, Ходжейлийского, Чимбайского районов; интенсивность подъема за период наблюдений 1969—82 гг. составляет в среднем 7—9 см в год. (табл. 14).

Таблица 14

Интенсивность подъема уровня грунтовых вод по районам ККАССР за 1969—83 гг.

№ № п/п	Р а й о н ы	Уровень грунто- вых вод		Интен- сивность подъема, см/год
		1969 г	1982 г	
1	Турткульский	211	145	4,7
2	Берунийский	172	127	3,31
3	Амударьинский	137	128	0,64
4	Кегейлийский	252	151	7,21
5	Чимбайский	251	158	6,64
6	Тахтакунарский	257	142	8,21
7	Ходжейлийский	242	147	6,80
8	Кунградский	305	177	9,14
	По ККАССР	251	155	6,14



Интенсивность подъема уровня грунтовых вод в основном зависит от увеличения водозабора на единицу площади и расширения площадей орошения новых земель в контуре старого орошения.

Наблюдения показывают, что в последние годы, особенно с 1974 по 1982 год уровень грунтовых вод за вегетационный период находился на глубине 1,30—1,60 м от поверхности земли. В результате близкого залегания уровня грунтовых вод происходит интенсивный процесс испарения с поверхности почв, что в конечном итоге приводит к засолению орошаемых земель.

К 1976 году прирост площадей с глубиной залегания уровня грунтовых вод от 1,0 до 2,0 м составил 17,4% в весенний и 33,4% в осенний периоды (табл. 15).

Таблица 15

Распределение площадей по залеганию уровня грунтовых вод, %

Глубина залегания грунтовых вод, м	Г о д ы					
	1971	1972	1973	1977	1980	1982
0 — 1	2,1	1,07	1,71	2,39	4,0	3,07
1 — 2	25,88	20,20	27,01	32,50	65,10	59,25
2 — 3	56,33	52,57	40,89	38,89	29,2	30,11
3 — 5	15,67	26,14	30,43	26,35	1,6	7,27

Как видно из данных таблицы 15, особенно интенсивно увеличиваются площади с глубиной залегания от 1 до 2 метров.

О неустойчивости мелиоративного состояния орошаемых земель можно судить и по минерализации грунтовых вод. По данным Каракалпакской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции за период 1971—81 гг., площади земель с различной минерализацией характеризуются следующими данными (таблица 16).

Таблица 16

Распределение площадей (%) по залеганию уровня грунтовых вод и их минерализации по ККАССР за 1972 и 1982 годы

Площади по глубинам залегания грунтовых вод, %				Площади по минерализации грунтовых вод, %			
Интервалы колебания УГВ, м	Г о д ы		Из мене- ния	Измене- ния мине- рализа- ции грун- товых вод, г/л	Г о д ы		Из мене- ния
	1972	1982			1972	1982	
0—1	1,07	3,07	+2,0	0—3	34,5	66,2	+31,7
1—2	20,22	59,25	+39,02	3—5	26,0	24,6	—1,4
2—3	52,57	30,41	—22,16	5—10	27,5	7,5	—20,0
3—5	26,14	7,27	—18,87	более 10	12,0	1,7	—10,3
Итого	100	100			100	100	

Как видно из приводимых данных, в последние годы наблюдается тенденция уменьшения площадей с минерализацией грунтовых вод 5—10 г/л, а площади с минерализацией до 5 г/л значительно возросли. (табл. 16).

Этот процесс наиболее ярко выражен в весенний период года, когда происходит усиленное питание грунтовых вод за счет инфильтрации промывных и влагозарядковых поливов грузными нормами, достигающими 5—8 тыс. м³/га. Однако после 1975 года процесс опреснения верхнего слоя грунтовых вод очень замедлен, хотя затрачиваются огромные объемы оросительной воды — 35—37 тыс. м³/га в год. Процесс подъема и медленного опреснения грунтовых вод при высокой водоподаче и росте протяженности коллекторно-дренажной сети объясняется рядом причин, главной из которых, на наш взгляд, является неудовлетворительное техническое состояние открытой дренажной сети.

ЗАСОЛЕННОСТЬ ЗОНЫ АЭРАЦИИ И АКТИВНОЙ ТОЛЩИ ВОДО-СОЛЕОБМЕНА И СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВОГРУНТОВ

По результатам исследований В. А. Ковды (1958), М. А. Панкова (1974), И. С. Рабочева (1964), В. В. Егорова (1959), А. А. Рачинского (1968), Н. М. Решеткиной (1954) и других, солевой режим почвогрунтов является результатом определенного водно-солевого баланса территории, формируемого в зависимости от многих факторов: климатических (атмосферные осадки, испаряемость, температурный режим), гидрологических (мутность и минерализация речных вод), геоморфологических (гипсометрическое положение, расчлененность, уклоны), а также от литологического строения (состав и сложение пород), гидрогеологических условий (дренированность территории, режим и минерализация грунтовых вод и напорность подземных вод) и, наконец, от ирригационно-хозяйственных условий (КЗИ, водоподача, комплекс агро- и гидротехнических мероприятий).

На исследуемой территории основным источником накопления солей в почвогрунтах и грунтовых водах являются воды реки Амударьи. О роли речного стока на процессы соленакопления в бессточной Арало-каспийской впадине в свое время указывали В. В. Егоров (1959), П. А. Летунов (1958) и др. По О. А. Алекину (1952) в среднем за 6 лет река Амударья пронесла через створ Чатлы по 18,9 млн. тонн растворенных солей в год. М. М. Рогов (1957) приводит следующую зависимость между водным стоком и минерализацией воды реки Амударьи:

$$R_u = 0,0108 R_v^2 - 0,471 R_v + 18,87$$

где R_u — ионный сток, млн. м³,

R_v — водный сток, км³.

Район современного и перспективного развития орошаемого земледелия в низовьях реки Амударьи преимущественно находится в зоне засоленных почв и потенциально возможного их вторичного засоления. Близкое залегание минерализованных грунтовых вод и их

практическая бессточность, крайне засушливый климат обуславливают высокую испаряемость с дневной поверхности, и преобладание в почвогрунтовой толще восходящих токов над нисходящими влечет за собой перемещение в активную толщу водно-растворимых солей, тем самым, вызывая засоление почвогрунтов зоны аэрации.

В табл. 17 приведены данные степени засоления почвогрунтов по районам ККАССР, из которой видно, что наиболее высокое засоление имеют почвогрунты Шуманайского, Кегейлийского, Кунградского районов, т. е. там, где недостаточно развита коллекторно-дренажная сеть.

Таблица 17

Площади засоления земель по районам ККАССР
(данные АДУВХ 1980г.)

№ № П/П	Наименование района	Орошаемая площадь, га	Площади засолен- ных земель, % от общей		
			слабое	сред- нее	силь- ное
1	Турткульский	17664	85	10	5
2	Хотжейлийский	18866	58	36	6
3	Шуманайский	15600	14	43	43
4	Ленинабадский	10361	58	42	—
5	Кунградский	10832	46	33	21
6	Нукусский	10426	61	31	5
7	Кегейлийский	19757	41	53	6
8	Чимбайский	16670	43	52	8
9	Караузакский	9446	79	16	5
10	Тахтакупырский	13919	46	40	14
		192112	53	36	11

Анализ материалов о характере распределения легкорастворимых солей по профилю почвенной толщи позволил САНИИРИ районировать территорию Северной зоны по запасам легкорастворимых солей в верхней толще четвертичных отложений (1971—1972 гг.). В основу районирования положены данные о степени засоления и описанные выше типы солевой эпюры поч-

венного профиля в увязке с глубиной залегания и минерализацией грунтовых вод, а также литологическим строением покровных отложений (З. П. Пушкарева и А. Мусаханов).

Согласно районированию, весь массив в пределах Кызкеткенской оросительной системы (площадью 400120 га) разделен на четыре района, которые в литолого-геоморфологическом отношении существенно отличаются друг от друга. Наиболее неблагоприятными в мелиоративном отношении находятся III и IV районы, расположенные в основном в пределах междуречных и озерных отложений, представленных неблагоприятными литолого-гидрогеологическими условиями (табл. 18, рис. 8).

В пределах III района запасы солей в 3-метровом слое изменяются от 260,0 до 360,1 т/га, в метровом от 333,2 до 469,2, а в 20-метровом от 376,9 до 1655,7 т/га, т. е. содержание легкорастворимых солей в 2—3 раза превышает их допустимую величину (по классификации Почвенного института им. Докучаева —Базилевича, Панкова и др.).

В наиболее благоприятном в мелиоративном отношении находится I район. Запасы солей изменяются здесь в пределах, допустимых для выращивания высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

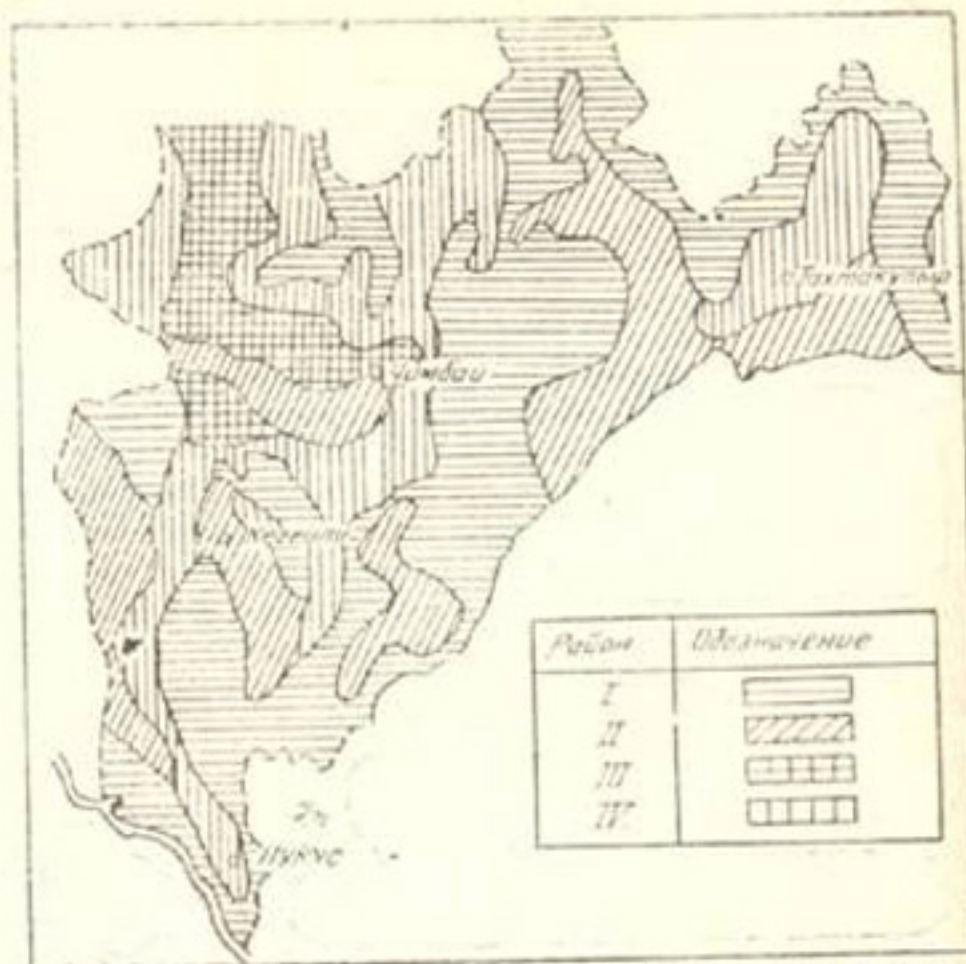
Определенный интерес представляют результаты исследований водно-солевого режима почв, проведенных на опытно-производственных участках, расположенных в зоне междуречных отложений (совхоз «Халкабад» Кегейлийского района) и русловых (совхоз «40 лет Октября» Чимбайского района).

Характер формирования солевого режима определяется режимом и минерализацией грунтовых вод, режимом орошения и промывки. В связи с этим, как в условиях опытных участков, так и по всей территории поливных земель Северной зоны Каракалпакки солевой режим формируется под влиянием ирригационно-испарительного режима грунтовых вод с высокой минерализацией и подпертого подтипа режима влажности, для которых характерен усиленный процесс миграции легкорастворимых солей в зоне аэрации. Хлопчатник за период вегетации поливали 2—3 раза, оросительные

Таблица 18

Экспликация к схеме районирования Северной зоны Каракалпакки по запасам легкорастворимых солей в верхней 20-метровой толще четвертичных отложений.

Показатель	Районы			
	I	II	III	IV
1. Валовая площадь, га	69180	47880	32680	51920
2. Характеристика литологического строения	Двухслойная	Двух и трехслойная	Однослойная и редко двухслойная	Однослойная и двухслойная
3. Мощность четвертичных отложений, м	10—30	40—80	60—120	30—120
4. Мощность покровных отложений, м	5—20	8—30	0—100	5—80
5. Коэффициент фильтрации, м/сут.				
а) покровного мелкозема	0,10—3,5	0,1—3,0	0,05—1,5	0,05—1,0
б) водоносного горизонта	7—13	7—13	5—10	5—12
6. Глубина грунтовых вод, м	1,2—2,5	1,0—2,20	0,8—1,60	1,0—1,8
7. Минерализация грунтовых вод, г/л	5—10	8—12	10—20	15—25
8. Тип солевой эпюры	Поверхности засоление	Поверхности засоление	Засоление начинается с 8—10 м	Засоление по всему профилю
Содержание легкорастворимых солей в % по плотному остатку в толще:				
0—1 м	0,20—0,40	0,4—1,0	0,4—0,90	1,0—2,50
0—3 м	0,15—0,35	0,30—0,90	0,4—0,95	0,8—1,80
0—5 м	0,15—0,35	0,25—0,60	0,50—1,20	1,0—2,0
0—20 м	0,15—0,30	0,20—0,40	1,0—1,40	1,0—2,0



формы при этом изменялись от 2773 до 3552 м³/га по участку «Халкабад» и от 3475 до 4451 м³/га—по участку «40 лет Октября».

Эксплуатационные промывки нормой 3500—5000 м³/га и вегетационные поливы нормой от 820 до 1960 м³/га при близком залегании уровня грунтовых вод и слабой дренированности территории привели к формированию режима своеобразного ирригационно-испарительного типа.

В процессе проведения вегетационных поливов и эксплуатационных зимне-весенних промывок на территории опытных участков и по всей северной зоне Каракалпакии происходит своеобразное изменение минерализации и химического состава грунтовых вод, характерное для слабо- и недренированных территорий. Минерализация грунтовых вод довольно высокая, максимальное значение ее в отдельных случаях достигает

до 30—35 г/л по плотному остатку. По типу засоления грунтовые воды на участке «Халкабад» относятся к сульфатно-хлоридному, а на участке «40 лет Октября» к хлоридно-сульфатному. Некоторое повышение минерализации грунтовых вод наблюдается после весенних промывок, т. е. перед посевом сельскохозяйственных культур, а в вегетационный период она несколько снижается (табл. 19).

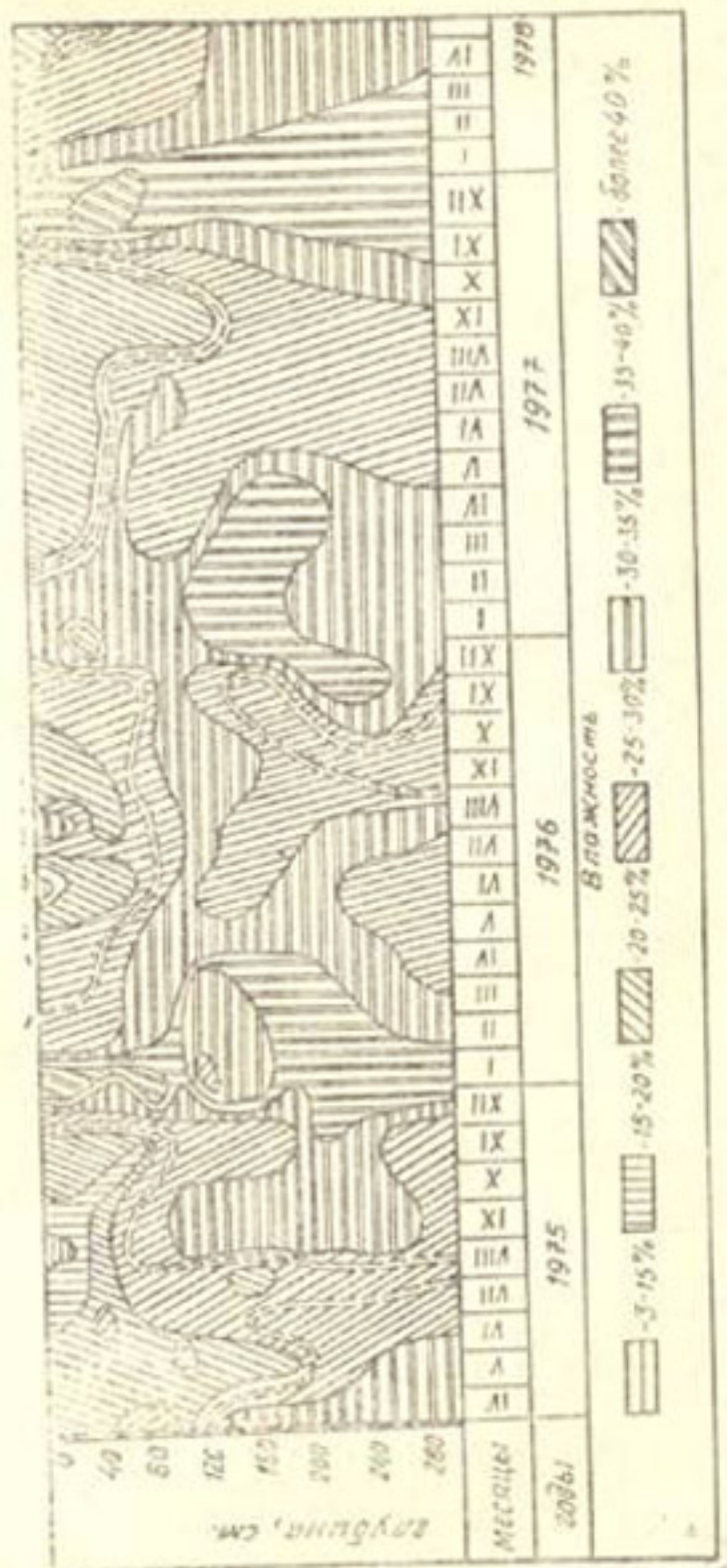
Указанная закономерность изменения минерализации грунтовых вод присуща ирригационно-испарительному режиму грунтовых вод, когда запасы их регулируются испарением и транспирацией.

Запасы почвенной влаги при этом создаются за счет осадков, поливов, промывок через дневную поверхность почвы, а также путем подпитывания из грунтовых вод; расходуются они в основном на суммарное испарение. В принятых хозяйствах режима орошения с 2 и 3 поливами нормой от 820 до 1200 м³/га запасы влаги в слое 0—80 см в вегетационный период постоянно находятся ниже ППВ и лишь в период промывок они изменяются от 30 до 35% от веса сухой почвы (рис. 9). Из-за усиленного расхода влаги на

Таблица 19

Динамика уровня и минерализации грунтовых вод на опытных участках

Сроки наблюдений	«Халкабад»			«40 лет Октября»		
	макс. см	сред. см	минерализация гр. вод, г/л	макс. см	сред. см	Минерализация грунтовых вод, г/л
Перед посевом	95	121	22,910	142	159	14,600
В начале вегетационного периода	160	172	26,080	172	179	18,461
В период вегетационного полива	100	112	14,960	122	152	15,752
В конце вегетации	195	206	19,113	201	229	16,213
В зимний период	230	250	26,013	245	305	21,045



испарение из зоны аэрации к началу сева и в меж-
поливные периоды в верхнем корнесобитаемом слое
почвы (0—80 см) постоянно наблюдается дефицит вла-
ги, что не только отрицательно влияет на рост и раз-
витие сельскохозяйственных культур, но и приводит к
резкому повышению концентрации почвенного раство-
ра и, тем самым, снижению урожайности.

Процесс миграции солей обуславливается, с одной
стороны, режимом орошения и промывок, с другой—
испарением запасов грунтовых вод. При этом скорость
направления миграции солей зависит от соотношения
величины инфильтрации поливных вод и расходования
запасов грунтовых вод, а также от их минерализации.
После ежегодных эксплуатационных промывок нормой
от 4,5 до 6,2 тыс. м³/га наблюдалось некоторое сниже-
ние запасов легкорастворимых солей как в метровом
слое, так и в толще до уровня грунтовых вод.

При диапазоне изменения фактической нормы от
2770 до 4450 м³/га и суммарного испарения 7700—8000
м³/га (Б. Е. Милькис, 1973—1980 гг.) соотношение

$\frac{B}{(I+Tr)-O}$ составляет от 0,44 до 0,56. (табл.20, рис. 10).

Этим объясняется причина усиленной реставрации
солей в зоне аэрации в вегетационный период и умень-
шения их содержания в зимне-весенние сроки. В веге-
тационный период величина сезонной аккумуляции со-
лей (САС) колеблется в пределах 1,42—2,48. (табл. 20).

По вышеизложенным результатам можно отметить,
что в орошаемой зоне северной Каракалпакии наблю-
дается засоление значительной части земель, вызван-
ное близким положением уровня высокоминерализо-
ванных грунтовых вод. В этих условиях для обеспе-
чения необратимого процесса рассоления почв, как в
течение года, так и в многолетнем разрезе, необходи-
мо разработать мероприятия по усилению дренаро-
ванности территории и, в первую очередь, по улучше-
нию работоспособности построенных и намеченных для
строительства в перспективе коллекторно-дренажных
сетей. Так, строительство закрытого горизонтального
дренажа в колхозе «Правда» Янгиярыкского района
Хорезмской области резко улучшило показатели рассо-
ления земель и использования оросительной воды (Ме-

Таблица. 20

Коэффициент сезонной аккумуляции и урожайность хлопчатника.

Опытный участок	Год	В (И+Т)-О		Оросительная норма, м ³ /га	САС	Урожайность, т/га
		невегетационный	вегетационный			

Производственные исследования.

„40 лет Октября“	1973	—	0,44	3475	2,14	2,3
	1974	4,10	0,56	4451	1,85	2,0
	1975	2,55	0,51	3858	2,05	1,8
	1976	2,70	0,50	3793	1,92	2,2
„Халкабад“	1973	—	0,41	3303	1,49	1,6
	1974	2,41	0,43	3126	2,90	1,4
	1975	2,84	0,47	3652	2,30	1,5
	1976	2,20	0,42	3,57	2,48	1,4
	1977	3,00	0,43	35,8	2,43	1,4

решинский, 1978). В этих условиях необратимый процесс рассоления достигается при отношении

$$\frac{В}{(N+Tr)-O} = 1,1 \div 1,3$$

(рис. 10), тогда как в других хозяйствах района рстварения засоления предотвращается при условии

$$\frac{В}{(N+Tr)-O} = 1,3 \div 1,7$$

УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Этот показатель, как сказано выше, суммирует синтезирует воздействие всех природно-хозяйственных факторов на плодородие почвогрунтов и выращиваемых на них растений.

Опыт ведения сельскохозяйственного производст

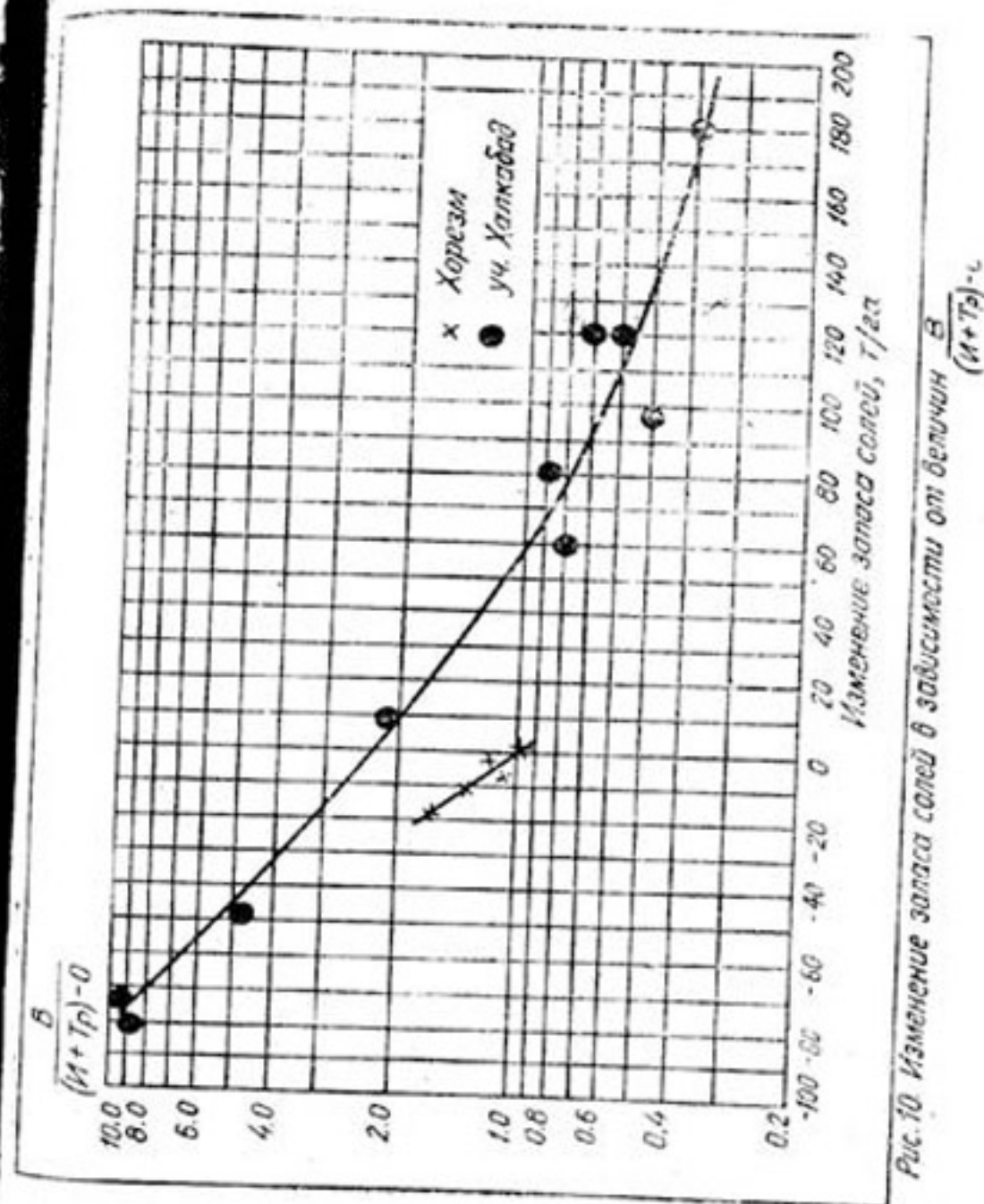


Рис. 10. Изменение запаса солей в зависимости от величин $\frac{В}{(N+Tr)-O}$

В результате этого урожайность сельскохозяйственных культур довольно низкая и нестабильная, и колеблется в пределах 1,2—2,4 т/га, тогда как на хорошо дренированных землях Хорезмской области она достигла 4,0—4,5 т/га.

Улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель Северной зоны Каракалпаккии может быть достигнуто резким увеличением дренированности территории путем строительства совершенных конструкций дренажных систем, позволяющих создать оптимальный мелиоративный режим почвогрунтов.

Глава II

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ

Как было отмечено выше территория Каракалпакской АССР представлена в основном мелиоративно-неблагоприятными категориями земель, характеризующихся близким залеганием высокоминерализованных грунтовых вод, засоленностью почвогрунтов, обусловленных недостаточной естественной и искусственной дренированностью орошаемых массивов. Следствием этого является низкая урожайность сельскохозяйственных культур при их высоком удельном водопотреблении.

В этих условиях мелиорация земель включает в себя разработку системы мероприятий, в которой главное место отводится промывкам засоленных земель и промывным режимам орошения сельхозкультур на основе дренажа. Однако количественные и качественные аспекты рассолительных мероприятий решаются на базе анализа следующих вопросов:

- типизация территории по литологическому строению, выбор типа и фильтрационной схемы расчета дренажа;

- установление оросительной и промывной норм, обеспечивающих промывной режим орошения;

- дренированность (расчет нагрузки на дренаж), территории, обеспечивающая на орошаемых землях оптимальные мелиоративные режимы;

— выбор оптимальных параметров постоянного, систематического и временного дренажа и районирование территории по типам и размерам дренажа.

ТИПИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ ПО ЛИТОЛОГИЧЕСКОМУ СТРОЕНИЮ (СЕВЕРНАЯ ЗОНА)

По генетическим признакам территория Северной зоны Каракалпакии с поверхности представлена четвертичными отложениями аллювиального происхождения мощностью от 10 до 35 м.

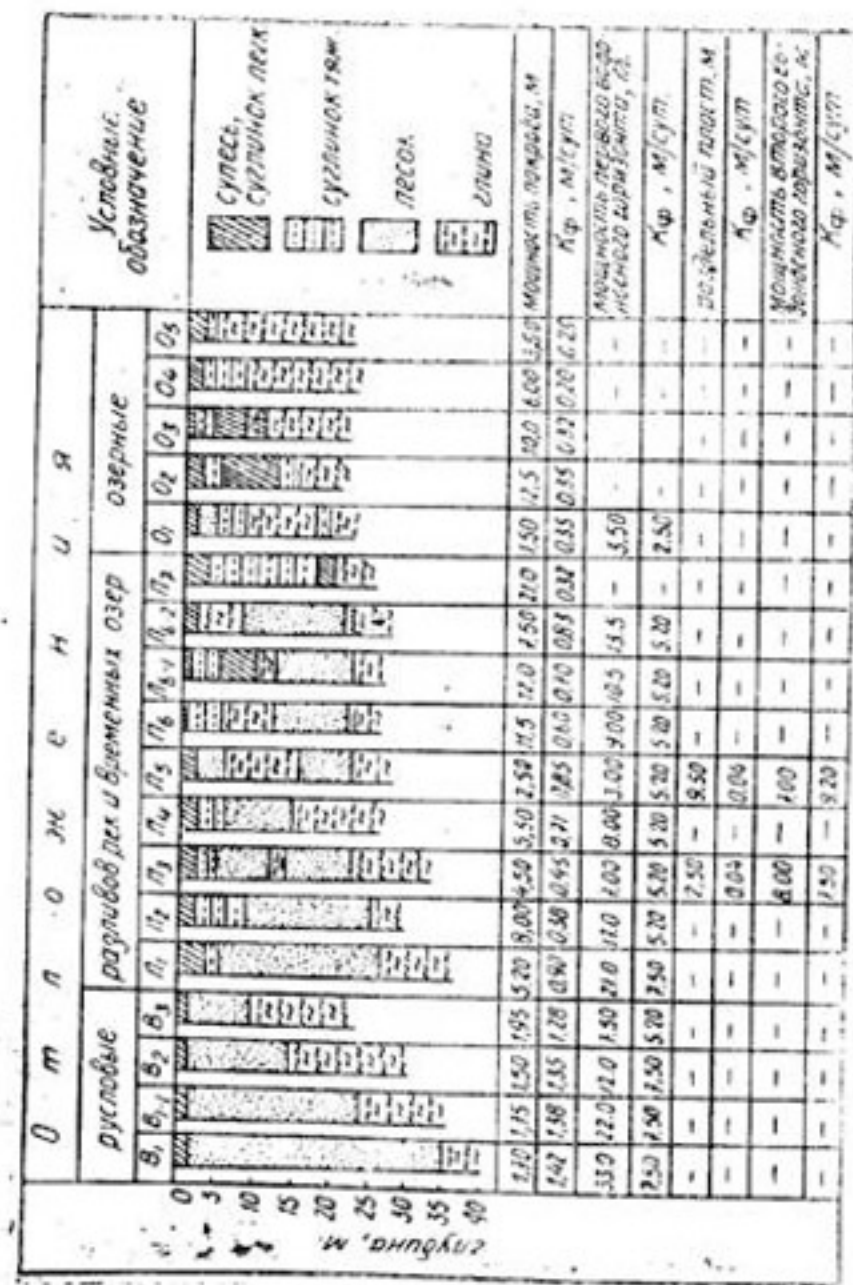
Здесь выделяются три комплекса, резко отличающихся по своему литологическому строению (рис. 11).

Первый относится к русловым отложениям, в разрезе которых преобладают мелко- и тонкозернистые загрязненные пески, сверху прикрытые переслаивающимися супесями и суглинками мощностью 1,50—1,95 м. Коэффициент фильтрации почвогрунтов покровного мелкозема изменяется в пределах 1,28—1,42 м/сут.

Мощность водоносного песчаного комплекса колеблется от 7,5 до 33,0 м, а коэффициент фильтрации от 2,5 до 10,0 м/сут. Коэффициент водопроводимости грунтов водоносного комплекса изменяется от 38 до 248 м²/сут.

Русловые отложения имеют распространение на часть районов, подкомандную каналам Куванышжарма, Есим и Кегейли. По параметрам водоносного комплекса район русловых отложений относится к сложным и неблагоприятным с точки зрения условий применения вертикального дренажа (Д. М. Кац, 1968, 1976). Построенный в пределах этого района в г. Нукусе и Чимбае вертикальный дренаж оказался малоэффективным, дебит скважин не превышал 2,0—4,0 л/с, что является характерным для тонкозернистых пылеватых песков с $K_f = 5,0—9,0$ м/сут.

Тонкозернистые пески также усложняют подбор параметров водоприемной части скважин, главным образом, состав обсыпки, а отсутствие естественного гравийно-песчаного карьера сильно затрудняет организацию строительства вертикального дренажа и приводит к удорожанию его стоимостных показателей. Кроме того, вертикальный дренаж в этих условиях, где по-



крытый мелкозем имеет незначительную мощность—до 2,0 м, создает большую неравномерность залегания грунтовых вод по площади.

Поэтому для района русловых отложений с мощностью покровного мелкозема до 3,0 м следует принять как тип техники дренирования земель —горизонтальный закрытый дренаж, трубчатая линия которого укладывается в песчаный водоносный комплекс (табл. 22 и рис. 12). Опыт строительства закрытого дренажа в колхозе «Правда» Хорезмской области с укладкой трубчатой линии в песчаный пласт показал его высокую мелиоративную эффективность (М. С. Меришенский, 1973).

Высокая эффективность мелиорации земель с помощью горизонтального закрытого дренажа, врезанного в песчаный пласт, достигнута и в других районах. В частности, на пойменном массиве Гододной степи горизонтальный дренаж глубиной до 3,0 м, врезанный в песчаный водоносный пласт, обеспечивает значительный дренажный модуль—до 0,17 л/с, и быстро срабатывают запасы грунтовых вод.

По фильтрационной схеме расчета района русловых отложений больше подходят к однослойным, так как мощность покровного мелкозема не превышает 2,0 м, а водоносный песчаный комплекс лежит на водоупоре, представленном глинами неогеновых отложений. При этом выделяются участки В₁, В₂—1, В₂, В₃, которые отличаются друг от друга параметрами мощности песчаного водоносного горизонта и глубиной залегания водоупора.

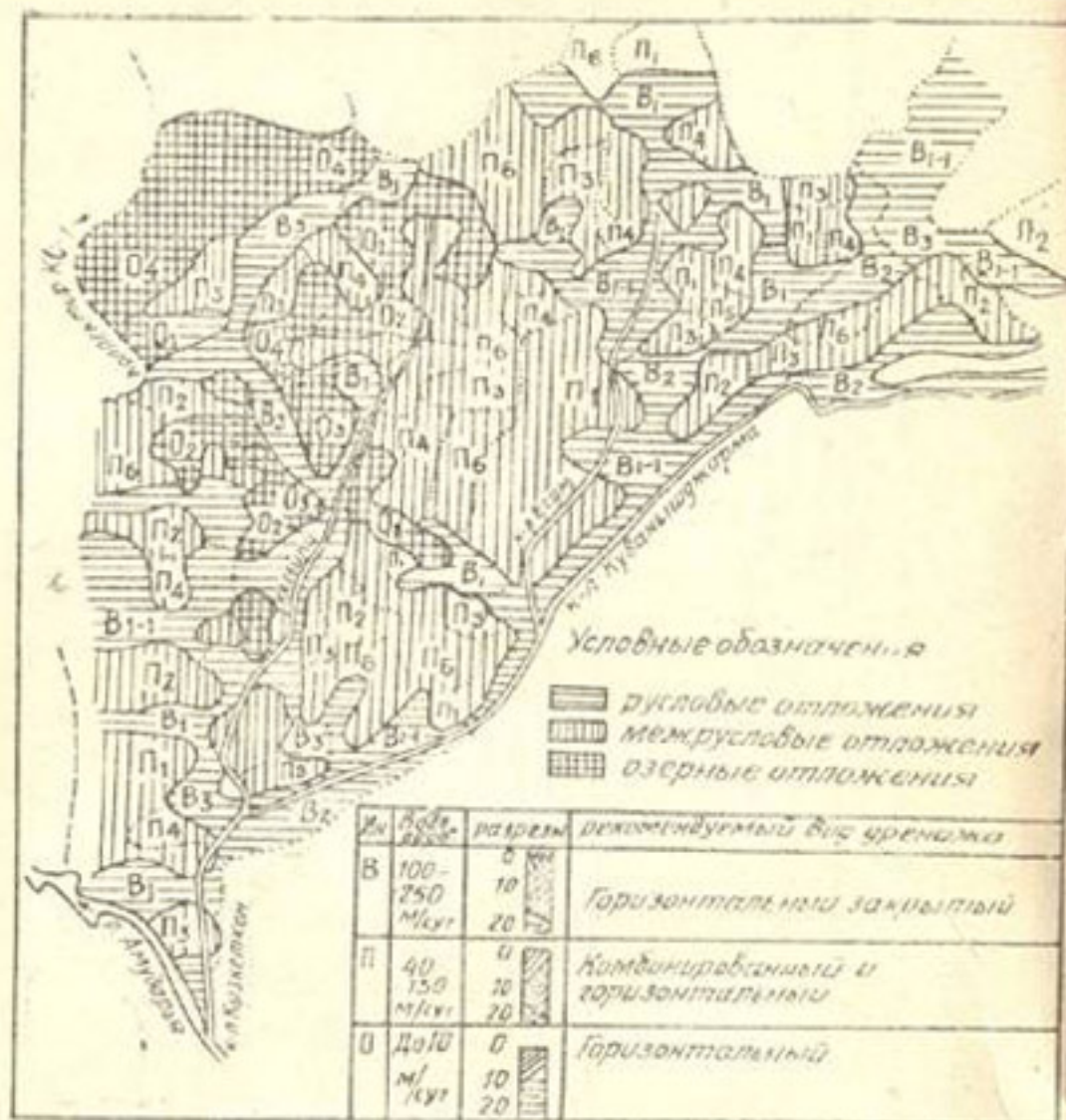
Второй комплекс представлен четвертичными межрусловыми отложениями блуждающих протоков Амударьи и временных озер. Этими отложениями характеризуется территория, расположенная между каналами Куванджарма и Кегейли, и в центральной части системы канала им. Ленина. По литологическому строению они являются однослойными (П₁), двухслойными (П₁, П₂, П₃, П₄), трехслойными (П₂ и П₃).

Водоносный комплекс, представленный тонко- и мелкозернистыми песками с коэффициентом фильтрации 5,2—7,5 м/сут, сверху прикрыт покровным мелкоземом мощностью от 4,5 до 11,5 м. Водопроницае-

Таблица 22

Гидрогеолого-литологическое районирование по применению типа дренажа

Индекс фильтрационных схем	Литолого-геоморфологическая характеристика	Гидрогеологические особенности	Т, м ³ /сут	Характеристика режима грунтовых вод		Запасы солей в 3-м слое, т/га	Рекомендуемый вид дренажа
				Глубина, м	Минимальная, л/г		
В ₁ , В ₂ —1, В ₂ , В ₃	Однослойное строение почвенной толщи, супеси и пески на глубину от 10 до 35 м	Хорошие условия вертикального водообмена	50-250	2,0-2,5	3,0	150-250	Горизонтальный, закрытый
П ₁ , П ₂ , П ₃	Двухслойная толщина, мощность покровных отложений 5—17 м, а водоносного горизонта 5—15 м	Средние условия для вертикального водообмена. При отсутствии дренажа грунтовые воды не имеют оттока	10-150	1,8-1,2	5,8	200-400	Комбинированный, горизонтальный дренаж
П ₂ , П ₃ , П ₄	Однослойная толщина, глины плотные, сверху покрыты суглинками мощностью 3—6 м	Низкий вертикальный водообмен грунтовых вод, бессточный район	Водоносный горизонт отсутствует	1,5-1,8	7,3	600-1700	Только горизонтальный дренаж



мость покровных отложений в районах русловых отложений, а коэффициент фильтрации изменяется в пределах 0,38—0,96 м/сут.

Мощность водоносного песчаного комплекса при двухслойных отложениях изменяется от 8,0 (П₄) до 27,0 м (П₁), а в трехслойных мощность первого пласта составляет 3,0—7,0 м, второго—2,5—9,5 м. Общая мощность четвертичных отложений колеблется от 21,0 до 27,0 м. Коэффициент водопроницаемости грунтов

водоносного песчаного комплекса составляет при двухслойных отложениях 42,0 (П₄)—158,0 (П₁) м²/сут, а при трехслойных—36 (П₆)—60 м²/сут (П₃).

По характеристикам водоносного комплекса район междуречных отложений относится согласно классификации Д. М. Каца к неблагоприятным с точки зрения условий применения вертикального дренажа. С учетом этого обстоятельства и еще трудностей строительства вертикального дренажа в низовьях Амударьи для районов междуречных отложений рекомендуется закрытый горизонтальный и комбинированный дренаж.

Исследования применения комбинированного дренажа в Ташаузской (В. А. Калантаев и др., 1972), в Чарджоуской областях Туркменской ССР (В. С. Седов, 1975), а также в Каршинской степи Узбекской ССР (В. С. Седов, И. П. Умаров, 1975—1979) показали высокую эффективность этого вида дренажа.

Комбинированный дренаж в условиях названных районов позволил в 2—5 раз увеличить дренажный модуль, значительно увеличить скорость сработки грунтовых вод и сохранить удельную протяженность горизонтального дренажа. Удельные затраты на строительство и эксплуатацию комбинированного дренажа в 3—5 раз меньше, чем на горизонтальный закрытый дренаж (В. С. Седов, 1975).

На основании типизации территории по литологическому строению для районов междуречных отложений выделяются три фильтрационные схемы расчета дренажа: однослойная, двухслойная, трехслойная.

Третий комплекс представлен озерными отложениями, литологический разрез которых сложен глинами с подчиненными прослойками супесей, редко — песков. По чередованию слоев и по их мощности район разделяется на пять участков. Мощность четвертичных отложений изменяется здесь от 3,5 до 12,5 м, а коэффициент фильтрации грунтов покровных отложений—от 0,15 до 0,83 м/сут. По своим природным условиям этот район наиболее подходит для строительства горизонтального дренажа.

На основании изложенного можно отметить, что плавучесть почвогрунтов и незначительный уклон поверхности земли резко снижают эффективность открытого горизонтального дренажа, и в этих условиях до-

стичь проектной глубины дренажа практически невозможно. Поэтому в условиях северной Каракалпакии, учитывая необходимость в ближайшей перспективе реконструкции ирригационно-мелиоративной сети, улучшение мелиоративного состояния земель может быть достигнуто путем строительства закрытого горизонтального дренажа.

РАСЧЕТ НАГРУЗКИ НА ДРЕНАЖ ДЛЯ УСЛОВИЙ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ КАРАКАЛПАКИИ

Обычно при проектировании оросительных систем на засоленных землях выделяются два периода мелиорации почв: период мелиоративного освоения и эксплуатационный. Назначение дренажа в первый период — рассоление почвогрунтов до глубины, обеспечивающей оптимальный для сельскохозяйственных культур водно-солевой режим, а второй — гарантированное поддержание этого режима. Исходя из этих положений, нагрузки на постоянный дренаж устанавливаются на основании прогноза водно-солевого режима на перспективу, а для мелиоративного периода дополнительно рассчитывается мощность временного дренажа, обеспечивающего необходимый темп рассоления почв совместно с постоянным.

Величина нагрузки на дренаж определяется по уравнению водного баланса в виде

$$D_r = \Phi_k + (P - O) \pm q \pm R,$$

где Φ_k — фильтрационные потери из каналов оросительной сети,

$$\Phi_k = \frac{1 - \eta}{\eta} O_r;$$

O_r — оросительная норма «нетто», подаваемая на балансовую площадь;
 η — коэффициент полезного действия системы оросительных каналов; $(P - O)$ — разность подземного притока и оттока грунтовых вод;

R — приток из глубоких напорных горизонтов (напорное питание);
 q — влагообмен между почвенными и грунтовыми водами,

$$D = O_r + O_c - (I + Tr);$$

O_c — атмосферные осадки,
 $(I + Tr)$ — суммарное испарение.

Многочисленными исследованиями установлено, что для условий Северной зоны Каракалпакии величины «П», «О» и «Р» имеют местное значение и в балансовых расчетах не учитываются.

В данных условиях основными элементами водного баланса, которые участвуют в формировании режима грунтовых вод и дренажного модуля, являются суммарное испарение в расходной части и водоподача на территорию в приходной части баланса.

Значения суммарного испарения для современных условий можно определять по рекомендации Б. Е. Милькиса, составленной на основании результатов исследований, проведенных с 1971 по 1979 годы в районе г. Чимбай, а величину атмосферных осадков — по данным метеостанции Чимбай. (табл. 23).

Таблица 23

Значения суммарного испарения хлопкового поля атмосферных осадков

Показатели	I—IV	V—X	XI—XII	За год
Испарение, *мм	191	178	75	1047
Осадки, мм	32,0	32,1	15,4	89,3

х) данные по суммарному испарению получены при залегании грунтовых вод на уровне 1,5—1,7 м.

На перспективу с помощью дренажа уровень грунтовых вод будет регулироваться ниже критического их положения (2,2—2,5 м), и несколько изменится вели-

чина водоподдачи, что повлечет за собой уменьшение эвопотранспирации. (табл. 24).

При расчетах нагрузки на дренаж величина КПД оросительной системы принята равной 0,56 для существующих условий, установленная по результатам собственных исследований, и 0,70—0,75—на перспективу согласно проработок институтов САОГидропроект, Узгипроводхоз. (табл. 25).

Таблица 24

Расчетные величины суммарного испарения в зависимости от глубины грунтовых вод

Показатель	Уровень грунтовых вод, м			
	1,65	2,0	2,2	2,5
Коэффициент „К“	1,0	0,88	0,81	0,76
Величина суммарного испарения, мм за год	1017	920	848	805
За вегетационный период, мм	732	688	631	610

Таблица 25

Фактические и рекомендуемые величины КПД системы канала Кызкеткен

Показатель	Фактический КПД на 1975 год	Проектные КПД по			Перспектива САНИРИ
		ген. схеме	Узгипроводхозу	САНИРИ	
КПД системы канала Кызкеткен	0,56	0,70	0,64*	0,64	0,75
КПД внутрихозяйственных каналов	0,65	—	0,76	0,75	0,88

* По первому варианту

ОРОСИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И НАГРУЗКИ НА ДРЕНАЖ НА ПЕРСПЕКТИВУ

Технические параметры и условия работы оросительной системы со всеми звеньями каналов и дренажа определяются режимом орошения и промывными поливами на перспективу, они рассчитываются, исходя из условий поддержания оптимального водно-солевого режима почвогрунтов и грунтовых вод, удовлетворения физиологических потребностей сельскохозяйственных культур с учетом почвенных (тип, механический состав и степень засоленности почвогрунтов), гидрогеологических (режим грунтовых вод и их минерализация на эксплуатационный период работы дренажа), ирригационно-хозяйственных (техника полива) факторов.

Для определения общего объема потребляемой растениями воды предложен ряд формул (А. Н. Костяков, 1951; В. Е. Еременко и С. Н. Рыжов, 1957; В. Р. Шредер, В. Ф. Сафонов, 1970; В. А. Духовный и; Б. Е. Милькис, 1977 и др.).

Вся территория Северной зоны Каракалпакской АССР, в соответствии с почвенно-мелиоративным районированием Средазгипроводхлопка относится к южной части Северной зоны с интенсивным внешним притоком и затрудненным оттоком с устойчивым близким залеганием грунтовых вод.

Для расчета режима орошения на проектных условиях институтами Средазгипроводхлопок и Узгипроводхоз для этой зоны предлагается поддерживать полугидроморфный мелиоративный режим со следующими пределами изменения грунтовых вод по периодам года: апрель—май, к началу сева сельхозкультур—1,5—1,7 м; июнь—август, период вегетационных поливов—2,0—2,7 м; октябрь—декабрь 2,5—2,7 м.

Для Хорезмской области, представленной идентичными природно-хозяйственными условиями, И. К. Киселева (1979) рекомендует поддерживать уровень грунтовых вод при их минерализации 2,5—7,0 г/л по плотному остатку в пределах: март—август 1,3—1,8 м, сентябрь—ноябрь (за счет сработки грунтовых вод, дренажем и испарением и транспирацией)—2,0—2,4 м,

декабрь—февраль 2,5—2,8 м.

Для этих условий А. А. Рачинский (1967), У. К. Мухамадиев (1975), Д. М. Кац (1967) рекомендуют поддерживать гидроморфный мелiorативный режим с регулированием уровня грунтовых вод от 1,2—1,5 м весной до 1,8—2,2 м в вегетационный и осенний периоды.

Для природно-хозяйственных условий северной Каракалпакки «критическая глубина» грунтовых вод, установленная по формулам И. А. Енгелатова (1964), Д. М. Каца, В. А. Ковды (1958) и других с учетом минерализации грунтовых вод составляет 1,8—2,0 м в зоне русловых и 2,3—2,5 м в зоне междурусловых и озерных отложений (табл. 26).

Исходя из изложенных выше положений для расчета режима орошения в условиях северной Каракалпакки, рекомендуется принять гидроморфный режим для территории, представленной русловыми отложениями, полугидроморфный — для междурусловых и озерных отложений согласно данным табл. 27.

Для таких земель оросительная норма (нетто) по Средазгипроводхлопку составляет 4300—4500 м³/га (табл. 28).

На основе обобщения и анализа результатов опытов, проведенных в разных гидромодульных районах (И. А. Нагайбеков, 1942; Б. И. Балашов, 1951; К. Ка-

Таблица 26

Оптимальные залегания среднегодовых уровней грунтовых вод для условий Северной зоны Каракалпакской АССР

№№ п/п	Тип отложений	Оптимальные глубины грунтовых вод (м) с минерализацией по плотному остатку (г/л)			
		3	5	7	10
1	Русловые	1,50	1,80	2,00	2,10
2	Междурусловые	1,80	2,00	2,30	2,40
3	Озерные	2,10	2,30	2,40	2,50

Таблица 27

Рекомендуемые на перспективу уровни грунтовых вод

Тип отложений	Уровень грунтовых вод			
	II—III	IV—V	VI—IX	X—XI
Русловые	1,3—1,6	1,6—1,9	1,9—2,0	2,0—2,2
Междурусловые	1,5—1,7	1,7—2,0	2,0—2,2	2,2—2,5
Озерные	1,8—1,9	1,9—2,10	2,1—2,4	1,4—2,7

Таблица 28

Расчетные оросительные нормы сельскохозяйств (по Средазгипроводхлопку)

Гидромодульные районы	Оросительный период		Оросительная норма м ³ /га	Промышленная норма, м ³ /га	Итого за год, м ³ /га
	начало	конец			
IV	I—VI	5/IX	5500	1500—2000	7000—7500
V	6—VI	5/IX	5300	1200—2000	6800—7300
VI—VIII	II—VI	31—VIII	4300	1000—2000	5800—6300

лимбетов, 1954), для земель Северной зоны ККАССР СоюзНИИХИ определены следующие сроки и нормы орошения (табл. 29).

Как видно из приведенных выше данных, расчетные значения оросительных норм хлопчатника, предложенные институтом «Средазгипроводхлопок», несколько отличаются от рекомендаций СоюзНИИХИ и не обеспечивают, главным образом, промышленного режима орошения сельскохозяйственных культур в условиях засоленных почв при высокой минерализации грунтовых вод.

Результаты производственных исследований

Режим орошения хлопчатника в Северной зоне ККАССР

Гидрометеорологические районы	Вегетационный период			Невегетационный период		
	Оросительная норма м ³ /га	Начало полива	Окончание полива	Поливная норма, м ³ /га	Начало полива	Окончание полива
II	5700	16—VI	5—IX	1500	28—III	30—IV
III	5300	16—VI	5—IX	2000	21—III	30—IV
V	4000	21—VI	31—VIII	3000	16—III	25—VI
VII	2300	26—VI	25—VIII	4000	20—X	10—XII

САНИИРИ в 1973—79 гг. на слабо- и средnezасолен-ных землях Северной зоны показывают, что ежегодно к осени происходит реставрация засоления почв даже при несколько завышенных оросительных и промывных нормах, чем таковые, предложенные СоюзНИИХИ и КК НИИЗ (табл. 30).

В связи с этим для северной зоны Каракалпакии оросительные нормы на перспективу рекомендуется устанавливать по рекомендации «Средазгипроводхлопка» с учетом обеспечения промывного режима орошения с поправочным коэффициентом 1,15—1,25. Тогда годовые оросительные нормы на комплексный гектар составляют от 9200 до 10500 м³/га. (табл. 31).

При указанных в табл. 31 оросительных и промывных нормах с учетом атмосферных осадков в данном районе дренажный модуль на перспективу колеблется от 0,31 до 0,26 л/с га при КПД систем 0,56 (современный уровень) и от 0,17 л/с га до 0,21 л/с га при КПД, равном 0,75.

Аналогичные по величине оросительные нормы предлагаются для условий Хорезмской области У. К. Мухамадиевым (1979) и И. К. Киселевой (1979). Возможность уменьшения оросительных норм на дрена-рованных землях Хорезмской области до указанных в

Таблица 30

Оросительные и промывные нормы хлопчатника в производственных условиях

Гидрометеорологические районы	Периоды		Оросительная норма, м ³ /га	Промывная норма, м ³ /га	Всего полива, м ³ /га	Годы	Изменение содержания хлоридов, %	
	Начало	Конец					до посева	в конце вегетации
Совхоз „Халкабад“ (VI) С-3, 40 лет Октябрь* (V)	13/VII	20—VIII	3410	6480	9890	1973	0,651	0,310
	16/VII	27—VIII	3125	5965	9090	1974	0,650	0,305
	9/VII	23/VIII	3760	7460	11220	1975	0,080	0,218
	20/VI	27/VIII	3475	4480	7955	1973	0,090	0,280
	25/VI	30/VIII	4451	4870	9320	1974	0,130	0,250
	27/VI	24/VIII	3868	5990	9858	1977	0,050	0,130
I Производственные исследования								
С-3 „Халкабад“ (VI) С-3, 40 лет Октябрь* (V) Совхоз „Шуманай“	28/VI	27/VIII	5889	5820	11700	1978	0,060	0,038
	31/VI	28/VIII	6700	5360	11360	1979	0,065	0,132
	29/VI	28/VIII	6210	4860	11070	1978	0,075	0,103
	1/VI	27/VIII	6010	4925	10935	1979	0,063	0,098
	10/VI	29/VII	6670	4810	11680	1979	0,035	0,062
II Опытные данные								

II Опытные данные

Рекомендуемые значения оросительных норм и нормы эксплуатационных поливов на комплексный гектар (хлопководческая зона), а также расчетные величины нагрузки на дренаж для эксплуатационного периода при различных значениях КПД системы

Тип отложений	Варианты		Нагрузка на дренаж					
	Годовая норма водозабора, м ³ /га		К П Д					
	Среднегигро-водлапок		0,56 ^х					
	В т. ч. промывная	Общая	В т. ч. промывная	Общая	q, д/с га	q, м ³ /сут.	q, д/с га	q, м ³ /сут.
Русловые Межрусловые Озерные	7940	2100	10500	3000	0,31	0,0027	0,23	0,0020
	8020	2400	10040	3300	0,35	0,0030	0,27	0,0023
	8350	3800	9200	3700	0,36	0,0031	0,28	0,0024
								0,0014
								0,0017
								0,0018

х — для существующих условий

табл. 31 величина подтверждается исследованиями М. С. Меришинского.

В колхозе «Правда» Янгйарыкского района Хорезмской области оросительные нормы на фоне закрытого дренажа изменялись в пределах 7,0—7,9 тыс. м³/га (нетто).

Такой режим орошения не только обеспечивает необратимый процесс рассоления почв, но позволяет снизить водозабор до 17,0—19,0 тыс. м³/га против 23,0—27,0 тыс. м³/га, которые расходуются фактически на современном уровне (табл. 32).

Дальнейшее снижение оросительной нормы достигается путем сокращения водозабора за невегетационный период.

Таблица 32

Удельный водозабор (брутто) хлопкового комплекса на современном уровне и на перспективу

Тип отложений	Водозабор на современном уровне, м ³ /га при КПД=0,56	Рекомендуемый удельный водозабор при различных значениях КПД	
		0,65	0,75
Русловые	27000	23000	19000
Межрусловые	24500	21000	18000
Озерные	23000	19800	17000

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ДРЕНАЖА

В слоистых отложениях Северной зоны Каракалпакии для расчета дренажа наиболее приемлемой является формула В. И. Шестакова, которая имеет вид

$$B=2 \left(\sqrt{A^2 + \frac{2Th}{w}} - A \right), \quad (1)$$

где,

$$A=2Lg;$$

где B — расстояние между дренами;
 L_d — расчетная длина зоны резкой деформации потока вблизи дрена, характеризующая дополнительное сопротивление на несовершенство дренажа;

$$T = km$$

K — коэффициент фильтрации,
 m — мощность водоносного горизонта,
 h — расчетный напор между дренами.
 Для схемы дренажа в однородном пласте (рис. 13-а).

$$L_g = 0,73 m_k l_g \frac{2m_g}{\tau d} \quad (2)$$

где m_g — расстояние от водоупора до расчетного уровня воды в дренах, м;
 q — диаметр дрена, измеренный по внешнему контуру фильтра, м

$$L_g = 0,01B$$

$$B \approx 2 \sqrt{\frac{2Th}{w}}$$

При наличии покровных отложений для расчета принимаются следующие решения (рис. 13 б).

Расстояние между дренами B определяется по формуле (1), в которой h — превышение уровня грунтовых вод над уровнем заложения дренажа.

При этом

$$\Delta h = \frac{w}{K_g} m_g^0,$$

где T_g^0 — обводненная мощность покровного слоя,
 K_g^0 — коэффициент фильтрации покровного слоя.
 Превышение уровня грунтовых вод в верхнем пласте составляет:

$$H_g = h + \Delta h.$$

Длина резкой деформации при $\frac{K_n}{K_b} > 10$ вычисляется

по формуле

$$L_g = 0,73 \frac{T_n}{K_b} l_g \frac{8m_g}{\tau d} \quad (3)$$

где $T_n = K_n m_n$ — проводимость нижнего слоя.

При $1 < \frac{K_n}{K_b} < 10$ вычисляем L_g по формуле

$$L_g = (m_g + \frac{K_n}{K_b} m_n) \left[0,73 l_g \frac{2(m_n + m_g)}{\tau d} + \Delta h \right] \quad (4)$$

Для расчетной схемы (рис. 13) расстояние между дренами определяют по формуле (1)

$$A = \frac{2L_g}{\Theta^1} + \frac{1}{\Theta} \cdot \frac{T_2}{T_1}; \quad \Theta^1 = \frac{T_1}{T_1 + T_2}.$$

где T_1, T_2 — проводимость первого и второго водоносного пласта ($T_1 = K_1 m_1, T_2 = K_2 m_2$); L_g — фильтрационное сопротивление дренажа в первом пласте двухпластовой системы, определяемое по формулам (3 и 4).

Решение по формулам (3 и 4) справедливо при $v > 3, v = 0,5B_0 v$.

$$v_0 = \sqrt{\frac{K_p T}{m_p T_1 T_2}}; \quad T = T_1 + T_2;$$

m_p — мощность разделяющего слоя, для расчета схемы (рис. 13 г) принимается решение; B определяют по формуле (1) h — по формулам (2) и (3), а A — по формуле (5).

В случае, когда дрена залегает на поверхности водоупора, расчет междренних расстояний производится по формуле Кене:

$$B = 2 \sqrt{\frac{K}{q} (H^2 - h^2)}, \quad (6)$$

где H — превышение уровня грунтовых вод по середине между дренами над поверхностью водоупора; h — уровень воды в канале и дрена, дно которых предполагается залегающим на поверхности водоупора.

Типовые схемы	Рекомендуемый вид дренажа	Расчетные зависимости	Индекс	Условные обозначения
I	Горизонтальный или закрытый	Ф-ли В.М. Шестакова $B=2\sqrt{A^2+\frac{2T_2H^0}{w}}-A$ $A=2L_g$ $L_g=0,73m\sqrt{\frac{2m}{\pi d}}$	B_1 B_2 B_3 B_4 B_5 B_6	В-расстояние между дренажами; Lg-фильтрационное сопротивление дренажа; T-продолжительность водонесного горизонта; H-расчетный напор между дренажами; m-расстояние от водоупора до расчетного горизонта; d-диаметр дренажа; w-инфильтрационный коэффициент; K-коэффициент фильтрации; B-расстояние между скважинами по линии дренажа; T, T2-продолжительность первого и второго водонесного горизонта; q-дренажный модуль; H-превышение поверхности грунтовых вод по середине между дренажами над поверхностью водоупора; h-глубина воды в дренаже
II	Комбинированный горизонтальный или закрытый	В по (1) $L_g=L_g-0,73\sqrt{\frac{2m}{\pi d}}$ $L_{ng}=\frac{L_{ng}-L_c}{K_2}$ $L_c=0,336\sqrt{\frac{2m}{\pi d}}$	P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6	
III	Комбинированный горизонтальный или открытый	В по (1) $A=\frac{L_g}{\theta}+\frac{T_2}{\theta}\cdot\frac{T_2}{T_1}$ $\theta=\frac{T_2}{T_1+T_2}$	P_3 P_5 P_6	
IV	Горизонтальный	Ф-ли Шестакова $B=2\sqrt{\frac{2T_2H^0}{w}}-A$	O_4 O_5	

Расчет комбинированного дренажа производится в соответствии с «Методическими указаниями по расчетам систематического дренажа в сложных системах» (В. М. Шестаков).

Формула для определения междренних расстояний в систематическом комбинированном дренаже имеет вид

$$B=2\sqrt{A^2+\frac{2T_2H^0}{w}}-A. \quad (7)$$

Здесь $A=2L_{ng}$ — эквивалентная длина зоны резкой деформации фильтрационного потока в условиях комбинированного дренажа;

H^0 — действующий напор, исправленный на величину потерь за счет перетекания инфильтрационного потока в покровном слое.

$$H^0=H(1-\frac{w}{K_1})-\frac{w}{K_2}(m_1-h_p);$$

$$T_2=K_2m_2$$

Остальные обозначения показаны на рис. 14.

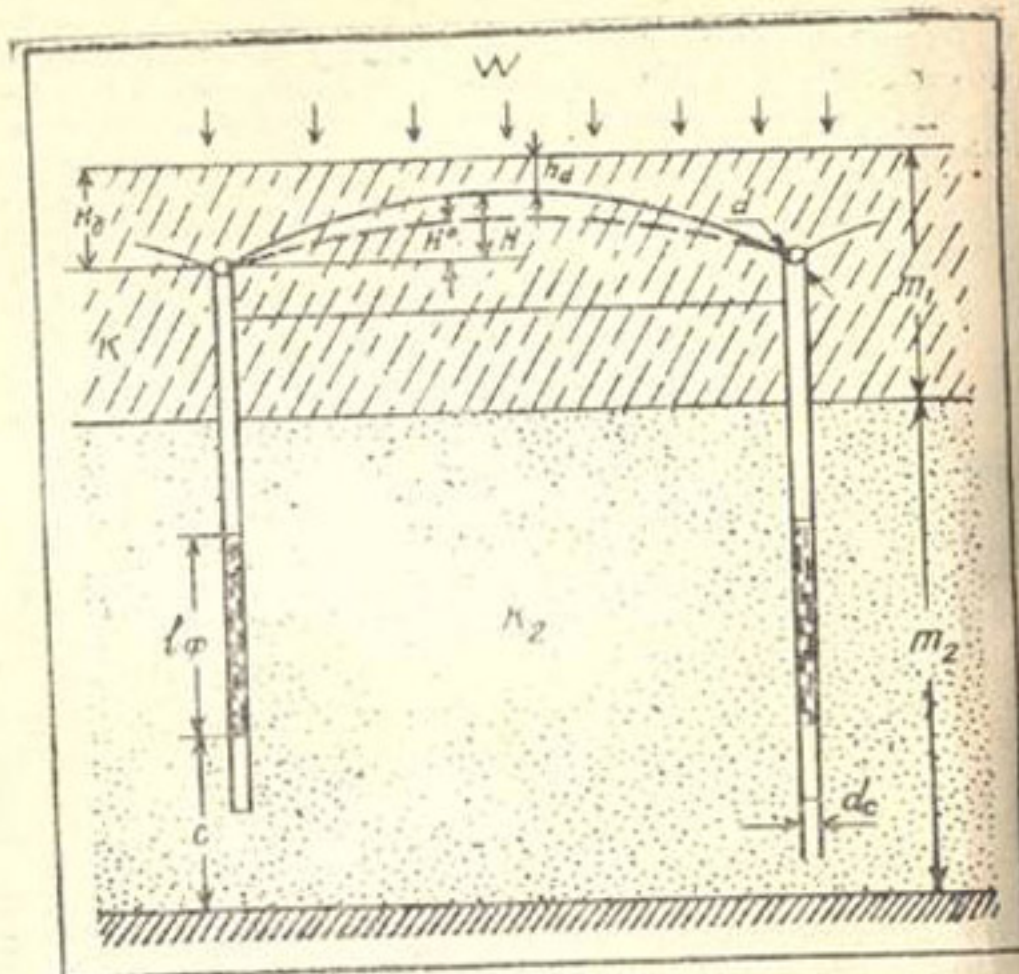
Длину зоны резкой деформации комбинированного дренажа определяют по выражению:

$$L_{ng}=\frac{L_{ng}L_c}{L_{ng}+L_c}$$

$$L_{ng}=0,73\sqrt{\frac{K_2}{K_1}}m_2\lg\frac{8(m_1-h_p)}{\pi dp} \quad (8)$$

$$L_c=0,33\lg\frac{\sigma}{\pi dc}$$

Формула (8) справедлива при $K_2>K_1<10$, что является типичным условием для применения комбинированного дренажа.



РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ КАРАКАЛПАКИИ ПО ТИПАМ И РАЗМЕРАМ ДРЕНАЖА

Известно, что основное назначение дренажа — создание условий для рассоления почвогрунтов зоны засоления и опреснения верхнего слоя грунтовых вод путем промывок и применения промывного режима орошения с последующим поддержанием оптимального мелиоративного режима. Эта задача решается выбором необходимых параметров дренажа на основе анализа водно-солевого режима орошаемых земель с учетом геоморфолого-литолого-гидрогеологических условий.

Как было отмечено, выше, для условий Северной зоны Каракалпакии приняты горизонтальный и комбинированный типы дренажа. Глубина их назначается в зависимости от пределов регулирования грунтовых вод, определяемых прогнозом водно-солевого режима почвогрунтов. В условиях Северной зоны целесообразно создание гидроморфного мелиоративного режима поддержанием уровня грунтовых вод от 1,3 до 2,2 м для русловых отложений, в пределах 1,6—2,5 м для условий междрусовых и озерных отложений.

Необходимость регулирования уровня грунтовых вод в указанных выше пределах определяет глубины заложения дрен от 2,3 до 3,10 м. Это диктуется также и природно-хозяйственными условиями: незначительной мощностью покровного мелкозема в пределах русловых, частично междрусовых отложений, слабым уклоном местности, поверхностным засолением почвогрунтов.

Принятая нагрузка на дренаж при расчете его мощности в эксплуатационный период приведена в табл. 31.

Для облегчения расчета были составлены кривые зависимости $W = f(B)$ для различных фильтрационных схем дренажа (рис. 15). Результаты расчетов сведены в табл. 33.

По данным табл. 31 для типовых расчетных схем (B_1 , B_1-1 , B_2 и B_3), где рекомендован закрытый дренаж, при заданной нагрузке эксплуатационного периода междрусовые расстояния колеблются в пределах 340—1020 м.

Для более тяжелых типовых фильтрационных схем (типовые схемы $П_0$, $П_0-1$, $П_0-2$, $П_1$, $П_1$) особенно там, где ниже проектируемого уровня заложения горизонтального дренажа вскрыты слои глины и тяжелых суглинков мощностью 4—5 м с низким коэффициентом фильтрации (0,1—0,3 м/сут), а ниже них залегают слои хорошо водопроницаемых песков с коэффициентом фильтрации 9—10 м/сут, расчетные междрусовые расстояния составляют 250—350 м. В то же время для этих условий применение скважин — усилителей облегчает работу горизонтального дренажа.

По данным расчетов, при шаге расположенных сква-

Таблица 3

Результаты расчета дренажа на эксплуатационный период

Тип отложений	Типовая фильтрационная схема	Расчетный коэффициент фильтрации покровных отложений, м/сут.	Междреннее расстояние					
			Горизонтальный			Комбинированный		
			К П Д					
			0,56	0,65	0,75	0,56	0,65	0,75
Русловые	B_1	1,42	700	835	1020	—	—	—
	B_{1-1}	1,38	610	720	870	—	—	—
	B_2	1,35	465	540	660	—	—	—
	B_3	1,28	340	370	450	—	—	—
Межрусловые	P_1	0,96	335	410	510	577	720	890
	P_2	0,38	260	290	360	518	560	720
	P_3	0,45	340	375	510	—	—	—
	P_4	0,71	220	255	320	305	352	410
	P_5	0,85	200	240	275	—	—	—
	P_6	0,60	123	135	165	182	202	255
	P_{6-1}	0,70	145	192	255	275	348	450
	P_{6-2}	0,83	138	175	230	220	280	370
Озерные	O_1	0,48	118	185	245	—	—	—
	O_2	0,35	100	120	140	—	—	—
	O_3	0,32	95	115	125	—	—	—
	O_4	0,21	80	90	105	—	—	—
	O_5	0,15	75	85	100	—	—	—

жин $b=100$ м, $dc=0,16$ м (на примере типовой схемы П₁) междреннее расстояние равно 510—890 м.

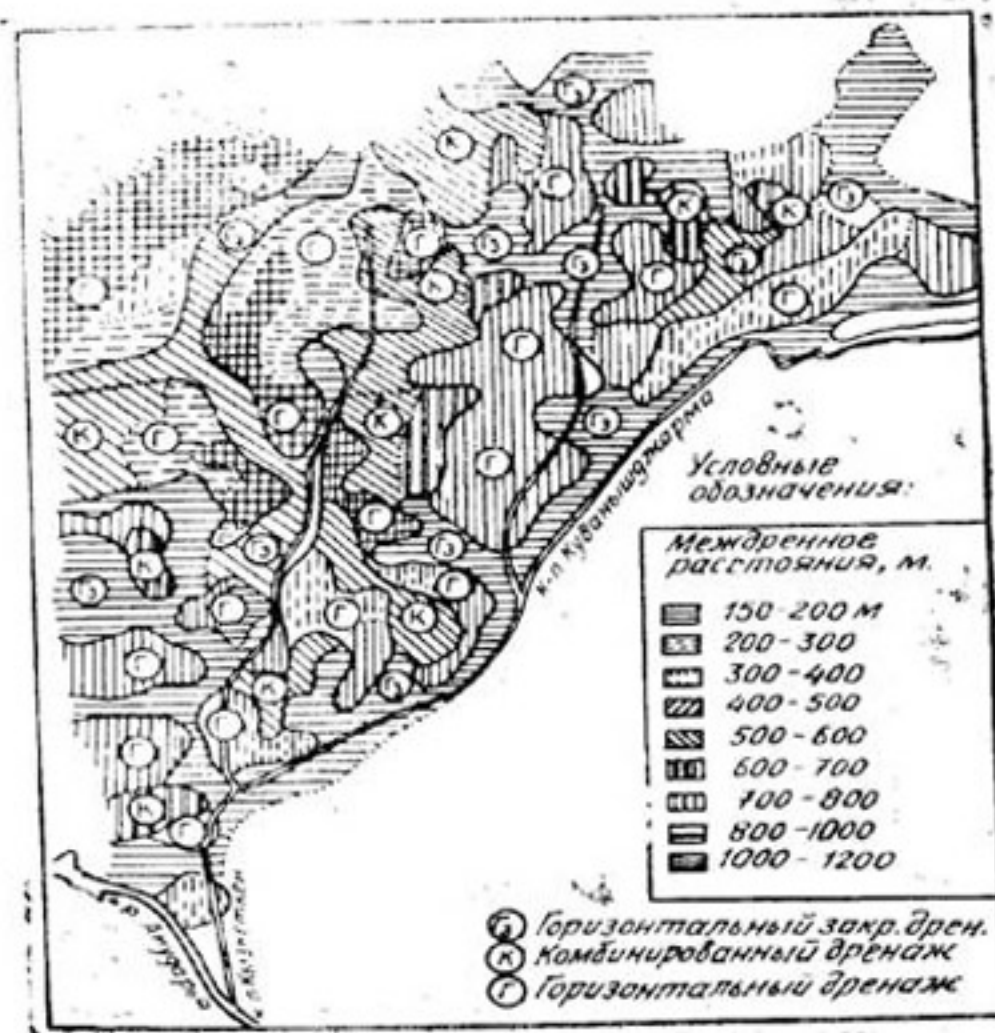
Еще более неблагоприятными при выборе типа мощности дренажа являются типовые фильтрационные схемы П₇, О₁, О₂, О₃, О₄, О₅. Для этих схем характерно отсутствие водоносных горизонтов, покровные отложения представлены сложным комплексом тяжелых суглинков и глин на глубину 25—30 м. В некоторых случаях слабопроницаемые глины большой мощности залегают в 3—5 м от поверхности земли. Расчетны

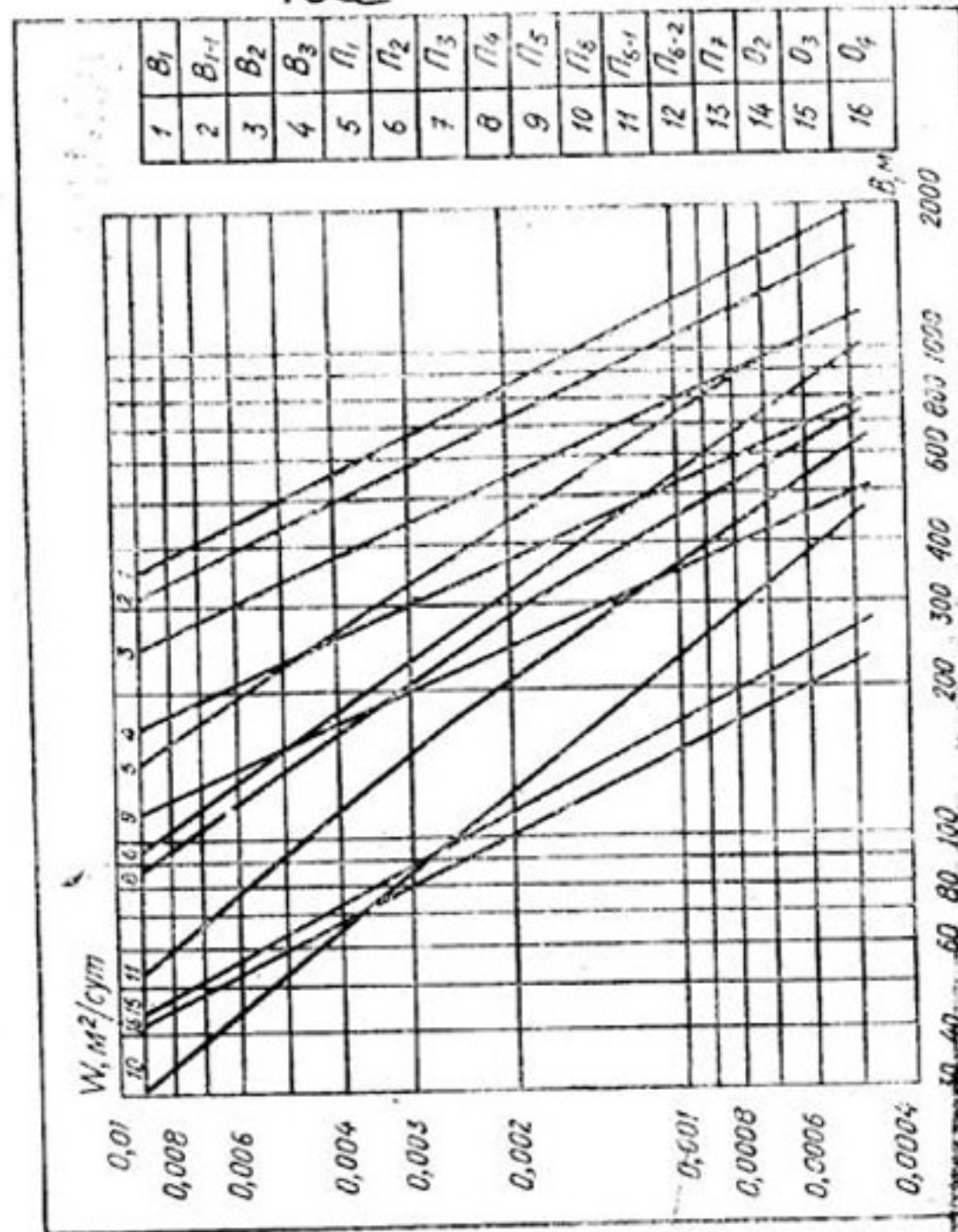
величины междренных расстояний для этих территорий незначительны, колеблются в пределах 75—120 м.

На основании расчетных данных было проведено районирование территории по видам и мощности дренажа (рис. 16).

Согласно районированию территории Северной зоны Каракалпакки по мощности дренажа здесь можно выделить три района:

— первый, где требуется строительство более густой сети дренажных систем мощностью 150—300 м





Территория относится к озерным и частично межрусловым отложениям;

— второй, где мощность дренажа составит 300—600 м. К этому району в основном относится территория межрусловых и озерных отложений;

— третий, где необходим редкий систематический дренаж мощностью 700—1200 м. Этот район занимает значительную территорию русловых отложений.

РАСЧЕТ ДРЕНАЖА ДЛЯ ПЕРИОДА ОСВОЕНИЯ

Необходимо отметить, что мощность совершенных типов дренажа определяется, исходя из условий поддержания оптимального водносолевого режима почв для эксплуатационного периода его работы, при определении скорости инфильтрационного питания (V_n). Затем следует проверить возможность сработки инфильтрационного питания (V_t), формируемого в период освоения земель (мелиоративный) с помощью постоянного дренажа. Если $V_t > V_n$, то излишек вод ($V = V_t - V_n$) необходимо сработать при помощи временных дрен.

Необходимая скорость отвода промывных вод

$$V_t = \frac{N}{t},$$

где N — промывная норма;

t — продолжительность промывки.

Скорость отвода промывных вод постоянным дренажем можно определить по формуле А. Н. Костякова:

$$V_n = \frac{\pi k h}{B \left(\ln \frac{B}{d} - 1 \right)}$$

Расстояние между временными дренами при $h = 1$ м устанавливается подбором по формуле

$$B_s = \frac{\pi k h}{V_n \left(\ln \frac{B}{d} - 1 \right)}$$

где K —коэффициент фильтрации, м/сут;
 $d=0,5b+x$ здесь b —ширина по дну,
 x —глубина наполнения открытой дрена.

Для облегчения расчета составлены кривые зависимости $V_f=f(S_{исх})$ (где $S_{исх}$ —исходное засоление почв) соответствующие различным величинам (рис. 17).

С учетом организационно-хозяйственных условий низовьев Амударьи промывки засоленных земель здесь намечается провести в следующие периоды (табл. 34).

Таблица 34

Сроки и продолжительность промывок в зависимости от степени засоления почвогрунтов

Исходное засоление почвогрунтов	Периоды проведения промывок	Количество дней
0,02—0,20	15 II.—15 IV; XI—XII	122
0,20—0,60	15 II.—15 IV; X—XII	153
0,60—1,30	15 II.—15 IV; X—XII	183

Для расчета промывных норм весь диапазон изменения исходного содержания хлор-иона, входящего в каждую расчетную фильтрационную схему, был разбит на 8 групп.

Категория засоления	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Исходное содержание хлор-иона, %	до 0,04	0,04—0,10	0,11—0,20	0,21—0,40	0,41—0,60	0,61—0,80	0,81—1,00	1,01—1,30

Сопоставление расчетных величин V_f и V_n показывает, что на территориях I и II категорий засоления земель (русловые отложения B_1 , B_1-1 , B_2 , B_3) постоянный дренаж, рассчитанный на эксплуатационный

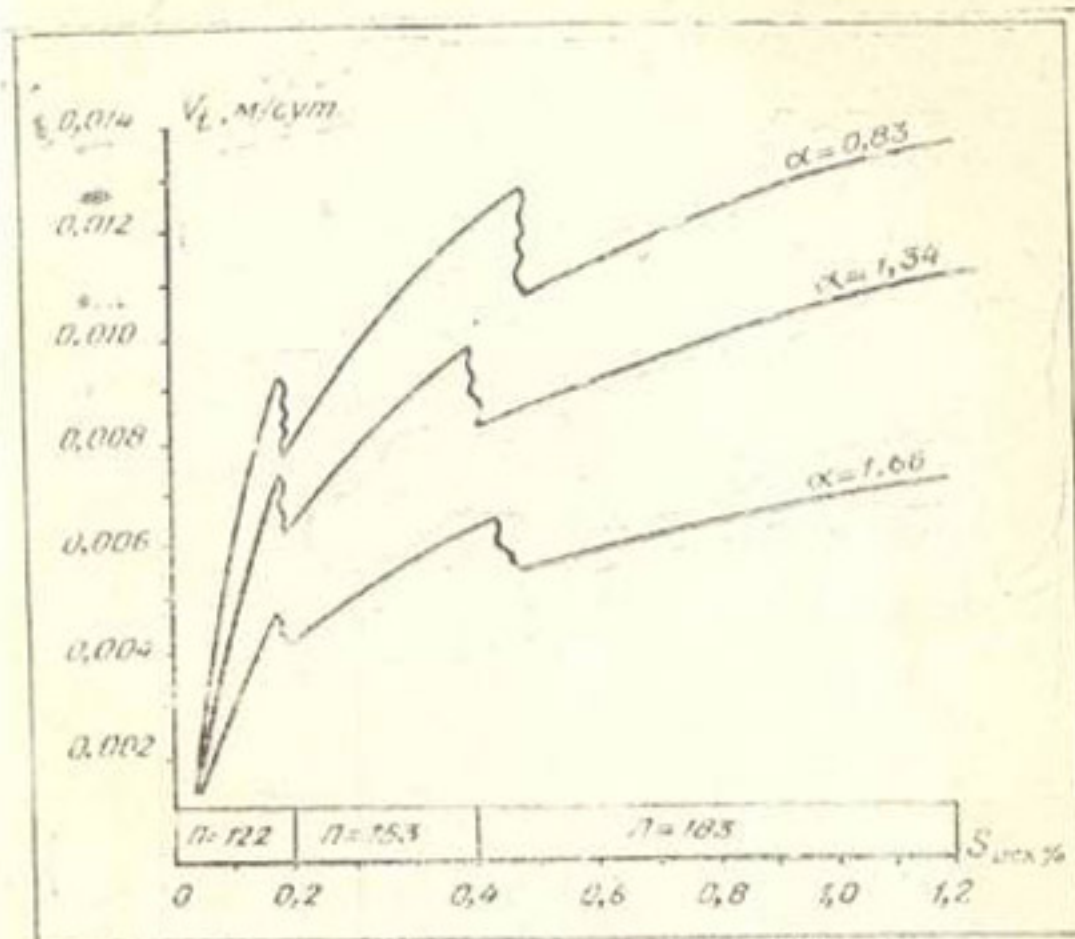


Рис. 17 кривые зависимости $V_f = f(S_{исх})$.

период, вполне обеспечивает необходимый отвод промывных вод. При этом промывка производится в течение одного года. Временный дренаж в период освоения требуется лишь на V, VI и VII категориях засоления почв.

Результаты расчета временного дренажа для выделенных типовых фильтрационных схем приведены в табл. 35.

При промывке засоленных земель, находящихся на территории междуречных и озерных отложений (за исключением I и частично II категорий засоления) по-

стоянный дренаж в сопровождении временного недостаточен для отвода промывных вод, и в период их освоения требуется строительство дополнительного глубокого дренажа или необходимо продлить время проведения промывки.

Таблица 35

Расчет временного дренажа

ТИП	Под-тип	Мощность постоянного дренажа, м	Мощность временного дренажа по категориям засоления по хлор-иону, %				
			0,2—0,4 0,4—0,6 0,6—0,8 0,8—1,0 1,0—1,5				
			III	IV	V	VI	VII
В	В1	1020	—	—	—	50	32
	В1—1	870	—	—	—	55	36
	В2	660	—	—	—	52	38
	В3	450	—	—	—	66	42
П	П1	890	—	43	28	21	18
	П2	720	—	46	26	19	17
	П3	520	—	—	38	31	24
	П4	410	38	—	28	23	19
	П5	275	—	—	35	28	—
	П6—1	540	40	—	—	45	28
	П6	255	45	32	29	26	23
	П6—2	370	36	31	25	18	13
О	П7	158	26	—	—	15	16
	О1	245	29	—	17	15	15
	О2	140	28	26	21	18	15
	О3	125	35	31	25	13	19
	О4	105	36	30	20	18	16
	О5	102	37	32	24	20	17

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бессточность региона в естественных условиях обуславливает при орошении быстрый подъем уровня высокоминерализованных грунтовых вод, что усугубляет и ускоряет процесс вторичного засоления почвогрунтов.

Анализ материалов водохозяйственных организаций и результатов исследований авторов показывает, что в современных условиях основная часть территории Каракалпакии представлена неблагоприятными в мелиоративном отношении землями, характеризующимися недостаточной естественной и искусственной дренированностью, близким залеганием уровня грунтовых вод, высоким содержанием легкорастворимых солей в почвогрунтах зоны аэрации и соответственно низкой и нестабильной урожайностью сельскохозяйственных культур.

Изменчивость параметров дренажа (глубин, уклонов, заложения откосов и т. д.), вызываемая оплыванием откосов, заилением и зарастанием ложа — одна из главных причин снижения эффективности работы коллекторно-дренажной сети и ухудшения мелиоративного состояния земель в условиях северной Каракалпакии.

Коренное улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель северной зоны Каракалпакии может быть достигнуто резким увеличением дренированности орошаемых территорий путем строительства совершенных конструкций дренажных систем, позволяющих создать оптимальные мелиоративные режимы почвогрунтов. Наиболее перспективными типами дренажа для условий рассматриваемого района являются закрытый горизонтальный и комбинированный. Первый

тип дренажа рекомендуется закладывать в пределах русловых и озерных отложений; второй—в основном в районах междрусовых отложений.

В перспективе создание необратимого процесса рассоления слабо- и средnezасоленных почв достигается путем проведения промывок на фоне постоянного дренажа при соблюдении промывного режима орошения в годовом разрезе. Сильнозасоленные почвы и солончаки рассоляются путем проведения промывок нормами, достигающими 12—15 тыс. м³/га и более. При этом постоянный дренаж усиливается временным дренажем, и на первом этапе почвогрунты опресняются до 0,03—0,04% по хлор-иону; дальнейшее рассоление земель до предела ниже порога токсичности достигается в эксплуатационный период работы дренажа.

Осуществление рекомендуемых мероприятий по улучшению дренированности территорий путем строительства совершенных типов дренажа и на их фоне проведения комплекса агротехнических приемов позволит не только ускорить темпы рассоления, но и снизить удельное водопотребление от 25—27 тыс. м³/га до 17—19 тыс. м³/га (брутто) в современных условиях КПД систем—за счет лучшего регулирования уровня грунтовых вод, снижения эвапотранспирации и предотвращения процесса ежегодной реставрации засоления и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов С. Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. М. «Колос», 1978.
2. Айдаров И. П. Вопросы обоснования мероприятий по борьбе с засолением орошаемых земель. Сб. «Теория и практика с засолением орошаемых земель» М., 1971.
3. Акулов В. В. О геолого-литологической карте дельты Амударьи. Труды САГУ им. В. И. Ленина. Т. 1957.
4. Алексин О. А. Гидрохимический режим р. Амударьи. Труды ГГИ, вып. 133.
5. Архангельский А. Д. Геологические исследования в низовьях Амударьи. Труды Главного геолого-разведочного управления ВСНХ СССР, вып. 12, М., 1931.
6. Барон В. А. К вопросу прогноза солевого режима почвогрунтов. Сб. «Теория и практика с засолением орошаемых земель». М., 1971.
7. Богданович Н. В. Некоторые особенности почвообразования в дельте Амударьи. Труды института Почвоведения АН УзССР вып. 1, 1955.
8. Бехбудов А. К., Джафаров Н. Ф. Мелиорация засоленных земель. М., «Колос», 1980.
9. Владимирова А. Г. Мелиоративная гидрогеология. Госгеонизд., М. 1960.
10. Волобуев В. Р. Промывки и дренаж засоленных почв. Сб. «Проблемы засоления почв и водных источников», М. 1960.
11. Георгиевский Б. М. Гидрогеологические процессы и основные закономерности динамики грунтовых вод в Южно-Хорезмском оазисе. В сб. «Материалы по гидрогеологии и инженерной геологии УзССР, вып. 1, Т., 1935.
12. Генеральная схема комплексного использования водных ресурсов в бассейне р. Амударьи. Т., 1971.
13. Герасимов К. П., Иванов Е. Н., Тарасов Д. Н. Почвенно-мелиоративный очерк дельты и долины реки Амударьи. Труды Каракалпакской комплексной экспедиции 1931—1932 гг. Изд. АН СССР, М.-Л., 1935.
14. Гуссак В. Т. Некоторые результаты наблюдений над мелиоративным состоянием почв Каракалпакской опыт-

- ной станции АН УзССР. Труды института почвоведения АН УзССР вып. 6, 1956.
15. Егоров В. В. Почвообразование и условия проведения оросительных мелиораций в дельтах Арало-Каспийской низменности. Изд. АН СССР М., 1959.
 16. Енгүлатов И. А. и др. О проектной или критической глубине грунтовых вод. Ж. Гидротехника и мелиорация, 1964, № 7.
 17. Иванов П. Н. Зоны увлажнения земного шара Изд. АН СССР, 1941.
 18. Калашников А. Н., Кимберг Н. В., Кочубей М. Н. Почвы правобережной части низовий Амударьи. Труды института почвоведения АН УзССР вып. 2, Т., 1956.
 19. Кац Д. М. Режим грунтовых вод в орошаемых районах и его регулирование. Сельхозгиз. М., 1963.
 20. Кац Д. М. Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях. Изд. «Колос», 1967.
 21. Ковда В. А. Дренаж в борьбе с засолением орошаемых почв. В сб. «Применение дренажа при освоении засоленных земель». Изд. АН СССР, М., 1958.
 22. Киселева Н. К. Агротехнические требования к дренажу хлопковых полей, Т., «ФАН», 1985.
 23. Крылов М. М. Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. Изд. АН УзССР, Т., 1959.
 24. Легостаев В. М., Ковыков В. С. Мелиоративное районирование. Т., 1951.
 25. Летунов А. П. Почвенно-мелиоративные условия в низовьях Амударьи. Труды Арало-Каспийской экспедиции вып. X, Изд. АН СССР, М., 1958.
 26. Панков. Мелиоративное почвоведение. Т., 1974.
 27. Рабочев И. С. Мелиорация засоленных почв среднего течения Амударьи Ашхабад. Туркмениздат, 1964.
 28. Рахимбаев Ф. М., Есинбеков А. Е. Влияние гидрогеологических условий на мелиоративное состояние орошаемых территорий Каракалпакии. Изд. «Каракалпакистан», Нукус, 1977.
 29. Рахимбаев Ф. М. Методика установления критического режима грунтовых вод. Международный семинар ирригации вертикальный дренаж, Т II, Т., 1957.
 30. Рачинский А. А. Методика мелиоративного обследования и районирования орошаемых территорий. Т., 1968.
 31. Реке Л. М. Определение параметров переноса солей в сб. «Теория и практика с засолением орошаемых земель», М., 1971.
 32. Решеткина Н. М. Мелиоративные исследования в дельте Амударьи. Известия АН УзССР № 3, 1954.
 33. Решеткина Н. М., Бобченко В. Н. Об оценке эффективности дренажных систем Г и М № 10, 1972.
 34. Рогов М. М. Гидрология дельты Амударьи. Гидрометеоздат Л., 1957.
 35. Савельева Р. В. Исследование солевого режима почвогрунтов под влиянием промывок на фоне вертикального

дренажа. Сб. «Теория и практика с засолением орошаемых земель. М., 1971.

36. Ходжибаев Н. Н., Алимов М. С. Региональный водно-солевой баланс Голодной степи. Т. изд. «ФАН», 1966.
37. Федоров В. В. Агромелиоративное районирование зоны орошения Средней Азии Т., Изд. АН УзССР, 1953.
38. Шалаев А. Ф., Муравьева Н. Т., Фелициант Н. Н. К характеристике почвенного покрова левобережной части дельты Амударьи. Ж. «Почвоведение», № 9, 1953.
39. Якубов Х. Н., Савельева Р. В., Мерешинский М. С. Промывки и режим орошения на фоне систематического дренажа в Хорезмской области. Тр. САНЦИРИ вып. 139, Т., 1973.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава I.	
Особенности природно-хозяйственных условий	5
Климатические условия	5
Современное мелиоративное состояние земель северной зоны Каракалпакии	30
Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель ККАССР	34
Глава II.	
Мероприятия по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и работоспособности коллекторно-дренажной сети	61
Заключение	91