МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Сборник научных трудов

Выпуск 172

Ташкент—1984

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт ирригации
имени В. Д. Журина (САНИИРИ)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Сборник научных трудов

Выпуск 172

Ташкент — 1984

УДК 626.8

Повышение эффективности использования
мелиорируемых земель

Сборник научных трудов, вып.172, Ташкент
САНИИРИ им.В.Д.Журина, 1984, 192 с.

В сборнике на основе научных и опытно-производственных исследований рассматриваются вопросы повышения эффективности использования мелиорируемых земель.

Табл.49, иллюстр.31, библ.89.

Редакционная коллегия:

Духовный В.А. (отв.редактор), Батурин Г.Е., Лактаев Н.Т.,
Милькис Б.Е., Насонов В.Г., Павлов Г.Н., Пулатов А.Г.,
Усманов А.У., Якубов Х.И. (зам.отв.редактора),
Шапошникова Т.М.

© Среднеазиатский научно-исследовательский институт
ирригации им.В.Д.Журина (САНИИРИ), 1984.

УДК 631.67

В.А.Духовный, канд.техн.наук
М.Г.Хорст
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

ТЕХНИКА ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА В АРИДНОЙ ЗОНЕ В СВЯЗИ С РАЗВИТИЕМ ЗАКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Современный подход к выбору типа оросительной системы, схем и конструкций оросительной сети в аридной зоне должен основываться на установлении их критериального уровня, под которым подразумевается инженерный и технический уровень, обеспечивающий оптимальную величину народнохозяйственных затрат на единицу урожая. При этом величина этих затрат включает не только капиталовложения непосредственно в оросительную систему и эксплуатационные затраты на весь комплекс орошаемого земледелия (за исключением затрат, не зависящих от характеристик оросительной системы), но и затраты воды с учетом цены ее, осредненной для данного бассейна на определенный период времени.

Исходя из этого, критериальный уровень системы определяется четко увязанными характеристиками оросительной сети, техники полива и дренажа, а также показателями мелиоративных режимов, складывающихся на основе анализа природных и хозяйственных условий.

Отсюда выбор способа и техники полива как при орошении новых, так и реконструкции староорошаемых земель является частью общей задачи установления критериального уровня оросительных систем.

На основе анализа динамики водносолевых балансов зоны аэрации и грунтовых вод и по данным наблюдений на эталонных воднобалансовых станциях установлена связь мелиоративных режимов с суммарным водопотреблением, с необходимым уровнем КПД оросительных систем, с техникой полива и, наконец, с таким важным показателем, как работоспособность системы.

Под работоспособностью оросительной системы в целом мы понимаем возможность ее удовлетворять во времени и в пространстве функциональные требования, предъявляемые орошаемым

земледелием режиму влажности и содержанию солей в почве. Понятно, что работоспособность системы зависит не только от проектных решений, но и от природных условий, уровня надежности и четкости организации работы службы эксплуатации.

Вместе с тем при прочих равных условиях мелиоративный режим также обусловливает определенные требования к работоспособности оросительной системы. При этом, с точки зрения водообеспеченности, работоспособность системы при полугидроморфном режиме намного выше, чем при полуавтоморфном и особенно автоморфном режимах, чем и объясняется большая устойчивость максимальных урожаев и в Хорезме и на нижних террасах Чирчика, Зарафшана и других регионах. Эту особенность, видимо, учитывают землепользователи этих зон, провоцируя, зачастую, подъем уровня грунтовых вод.

Однако учитывая, что полугидроморфный режим имеет относительно небольшую зональность оптимального распространения на перспективу (около 800...1000 тыс. га в Средней Азии и 400...450 тыс.га в Узбекистане), широкий переход на автоморфный и полуавтоморфный режимы требует значительного повышения работоспособности оросительных систем, особенно в области равномерности и обеспеченности водоподачи. Учитывая возможность при этом максимального уменьшения стоимости дренажных сооружений, целесообразно повышение капиталоемкости и надежности техники полива для обеспечения равномерности увлажнения.

Оценка работоспособности оросительной системы (ОС), с точки зрения режима увлажнения, в соответствии с нашими рекомендациями [1] должна проводиться с учетом устойчивости обеспечения влажности корнеобитаемого слоя в течение вегетации в диапазоне оптимальных параметров для различных культур.

Для хлопчатника, например, этот диапазон ограничивается в зависимости от сорта границами влажности от 60...65% ППВ до НВ.

Естественно, что работоспособность системы будет зависеть от возможности удовлетворения той или иной техникой полива, изменения ординат водопотребления с учетом диапазона возможных отклонений, т.е. от увязки техники полива с ординатой гидромодуля сельскохозяйственной культуры, схемой конструкции оросительной сети. С другой стороны, высокая работоспособность может быть достигнута и в системах низкого технического уровня за счет больших форсировок расходов воды в оросительной сети и, таким образом, значительных перерасходов воды.

Исходя из этих позиций, в условиях, характерных для нынешнего этапа развития орошения в аридной зоне страны, хорошая работоспособность оросительной системы должна быть достигнута при возможно максимальной равномерности распределения оросительной воды на поле и минимальных непроизводительных ее потерях.

Именно закрытая сеть с присущими ей высокой надежностью проводящей части, широким диапазоном маневрирования расходами и высоким КПД в сочетании с различной техникой полива открывает большие перспективы для повышения работоспособности ОС в условиях аридной зоны.

Выбор способа полива определяется рядом природных и экономических факторов; среди них одним из важнейших является водоудерживающая способность почв. К сожалению, в большинстве последних работ по технике полива этот параметр не учитывается.

Из-за различий в способности почв к резервированию влаги предъявляются дифференцированные требования к элементам техники полива, поливным устройствам и схемам оросительной сети. Емкость резервирования влаги почвой компенсирует отклонения, отмечающиеся при несовпадении режима потребности растений в поливах и пропускной способности оросительной сети. Ее объем колеблется от 1100 до 1600 $м^3$/га на один метр слоя при темпах иссушения от 40 до 200 $м^3$/га в сутки в зависимости от водно-физических свойств почвогрунтов и уровня грунтовых вод.

Выбор способа полива необходимо производить в зависимости от водоудерживающей способности почв. Для почв со слабой влагоемкостью и большой водоотдачей - супесей и песков - необходимо стремиться к таким методам и способам полива, при которых можно без значительного увеличения трудозатрат увеличить частоту поливов или достигнуть постоянного увлажнения корнеобитаемого слоя. Связным почвогрунтам с высокими капиллярными свойствами, большой водоудерживающей способностью лучше соответствуют способы полива, позволяющие увеличивать межполивной период.

Воспользуемся классификацией Б.Г.Штепы [2], подразделившего способы полива на дождевание, субирригацию, а также мелкодисперсное, поверхностное и внутрипочвенное орошение и давшего

рекомендации по их применению в зависимости от назначения и природно-климатических условий.

Мелкодисперсное орошение (МДО), хотя и является универсальным по хозяйственным, геоморфологическим условиям, применение его, так же, как и дождевания, ограничено климатическими условиями (скорость ветра, влажность воздуха и дефицит испаряемости), а также наличием зон, не склонных к засолению. Добавим к этому высокую стоимость полива, самые высокие капитальные вложения, и становится ясна ограниченность применения этого метода в условиях аридной зоны. Опыты, проведенные САНИИРИ (Э.Э.Узенбаев) в совхозе № 10-а Голодной степи, показывают, что использование МДО может дать небольшое повышение урожайности - максимум 22% при одновременном применении его с поверхностным способом полива. Однако снижения водопотребления на единицу продукции не происходит, а удельные эксплуатационные затраты увеличиваются почти на 100 руб/га.

Опыты, проведенные Таджикским сельскохозяйственным институтом (Р.Муртазин) в Гиссарской долине, показали целесообразность использования МДО при осадках 500 мм и более только в условиях исключительно крутых склонов (порядка 2...3% площадей Средней Азии), т.е. там, где другие способы полива или невозможны, или требуют огромных капитальных вложений (по данным имеющихся материалов, с уменьшением диаметра капель резко увеличиваются потери на распыл), можно утверждать, что при МДО потери влаги на испарение в условиях аридной зоны составят не менее 50%. Так, в опытах Г.С.Кальянова в Заволжье при диаметре капель 1,5 мм испарялось 5...10% влаги, а при диаметре 0,5 мм - до 50% [3].

Дождевание так же, как и МДО, имеет ограниченный диапазон применения в условиях аридной зоны благодаря климатическим и почвенным условиям, к которым добавляются требования по впитыванию - почвы должны иметь повышенную водопроницаемость с интенсивностью впитывания за первый час не менее 12 см.

С учетом указанных ограничений применение дождевания возможно в Средней Азии на площади, составляющей не более 6...8% от общей, на землях с высоким уровнем залегания пресных или слабоминерализованных грунтовых вод (< 2 г/л), с влажностью воздуха в вегетацию на уровне 50% и более. В этих случаях дождевание сможет покрыть до 35% общего водопотребления

($\approx$ 2,5...3,0 тыс.м^3/га), а остальное водопотребление обеспечивается, в основном, подпиткой из грунтовых вод и на 10...12% - запасами влаги в почве, создаваемыми атмосферными осадками.

Опыты САНИИРИ (табл.1) свидетельствуют о том, что суммарное водопотребление при дождевании не уменьшается по сравнению с бороздковым поливом, как это утверждалось ранее, а несколько увеличивается - в пересчете на сопоставимую урожайность, на 18...22%. Это подтверждается работой Л.Бернстойна и Л.Франсуаза [4], которые отмечают, что дождевание в их опытах в Риверсайде в 1970-1972гг. требовало на единицу урожая столько же или даже больше воды (на 16...19%), чем при бороздковом поливе с минерализацией оросительной воды 0,45 г/л.

Таблица 1

Сравнительное суммарное водопотребление хлопчатника (в мм) при различных способах полива

Год	Участок и исследователь	ВПО	Полив по бороздам	Дождевание	Разница, %
1976	Совхоз № 10-а Голодной степи, Э.Э.Узенбаев	606	606	708	-14,4
1977	То же	558	655	-	-14,8
1974	Совхоз № 9 Каршинской степи, Т.Нигманов	-	792	816	+3,0
1974	НИСТО, Г.А.Ахмедов	-	788	796	+1,3
1979	НИСТО, Ю.Р.Рысбеков	-	807,9	805,7	-0,2
1980	То же	641[x)]	685	-	-6,9

x) Исправлено на испарение с 22/IУ по 26/У- 95 мм.

В условиях хорошей дренированности на почвах с высокой водоудерживающей способностью, характерных для Голодной степи, при неглубоком залегании грунтовых вод с минерализацией до 5 г/л возможно использование комбинированного метода: "дождевание в вегетацию - бороздковый (влагозарядка + промывка) полив вне вегетации". Однако площадь таких земель ограниченна.

Обобщенные нами в работе [I] данные свидетельствуют, что при влажности воздуха свыше 50% и скорости ветра до 2 м/с можно получить КПД техники полива дождеванием, соизмеримый с улучшенными типами полива по бороздам; при меньшей влажности потери резко возрастают. Этим объясняются многочисленные неудачные попытки внедрить дождевание в условиях Каршинской степи (с-з № 26), Голодной степи (с-х № 10а, "Фархад", с-з № 6), т.е. там, где влажность воздуха намного меньше этих величин и большая часть воды не доходит до поверхности поля, испаряясь в воздухе.

Внутрипочвенное орошение (ВПО) так же, как и капельное (КО), является достаточно универсальным по климатическим, почвенным и хозяйственным условиям. Капельное орошение расширяет диапазон применения вод повышенной минерализации - до 4 г/л при хорошей дренированности [4], давая при этом уменьшение урожайности всего на 14% против 54% при бороздковом поливе и 84% при дождевании.

Внутрипочвенное орошение, как свидетельствуют опыты САНИИРИ на производственном участке площадью до 120 га, способствует сохранению рыхлого пахотного горизонта, повышает аэрируемость, ликвидирует период с подавлением растений в момент переполива, предотвращает уплотнение почвы. Поддержание при ВПО верхнего слоя почвы в постоянно рыхлом состоянии способствует минимизации капиллярного подсоса и физического испарения. По данным Н.Г.Минашиной [5], на этом же участке обнаружены определенные закономерности в солевом режиме на фоне ВПО (прирост солей отмечается в слое 0...45 см над увлажнителем). В связи с этим применять ВПО можно только на слабозасоленных и неподверженных засолению грунтах с минерализацией поливных вод менее 0,5 г/л, хотя интенсивность соленакопления при ВПО меньше, чем при бороздковом поливе.

Опытные участки показали дороговизну существующих конструкций ВПО, возможность заиления полости увлажнителей. Для предотвращения этого необходимо создавать на увлажнителях песчаные обратные фильтры над калиброванными отверстиями, устраиваемыми в комплексе специальной машиной (автор.свид. 663790, Б.И.№19 за 1979г.). Кроме того, для сельскохозяйственных культур рядового сева ВПО пригодно лишь в таких условиях, при которых не требуется вызывных поливов для получения всходов.

Капельное орошение, по сути, таких ограничений не имеет, но оно целесообразно для полива садов и виноградников при сложном рельефе поверхности земли. Применение ВПО так же, как и капельного орошения, в целом сдерживается сейчас из-за отсутствия в достаточном количестве полимерных труб для прокладки увлажнителей и, хотя ведутся работы как по развитию их производства, так организации поиска дешевых грунтополимерных увлажнителей, созданию обжиговых кротователей, которые позволили бы заменить полимерные трубы (автор.свид. № 687195), пока оба этих способа не могут являться в аридной зоне альтернативой поверхностному поливу.

На основе опытов САНИИРИ (В.М.Легостаев, Н.Т.Лактаев, В.Г.Лунев, Э.Э.Узенбаев), анализа работ Ю.Г.Шейнкина, А.А.Богушевского, С.М.Кривовяза и методики расчета водопотребления, предложенной нами [I], определены относительные изменения суммарного испарения, а также соотношения между испарением и транспирацией при дождевании, поверхностном орошении, ВПО и КО. Эти результаты (табл.2) имеют достаточное совпадение с натурными данными, полученными в опытах (табл.I).

Таблица 2

Расчетное изменение водопотребления при различных способах полива

Способ полива	Средняя влажность, % НВ: поверхности	Средняя влажность, % НВ: слоя	Суммарное испарение (в долях к поливу по бороздам)	Транспирация, % от суммарного испарения	Физическое испарение, % к суммарному испарению
Бороздковый	50	80	I	57	43
Дождевание	58	75	I,03	46	54
Внутрипочвенное орошение	25	85	0,92	67	33
Капельное орошение	25	85	0,7I	87,4	I2,6

Как следует из табл.2, дождевание в аридной зоне повышает непродуктивную долю водопотребления, а ВПО и КО, особенно последнее - транспирацию.

Поверхностный способ полива по бороздам является основным в аридной зоне. Этот способ полива наиболее полно проанализирован в работе Н.Т.Лактаева /6/.

Повышение работоспособности оросительной системы возможно при дифференцированном назначении техники полива и схем оросительной сети в зависимости от уклонов местности, сложности рельефа, водно-физических свойств почвогрунтов, в том числе, водоудерживающей способности и т.п.

Исходя из этого, в САНИИРИ разработаны положения по оптимизации увязки оросительной сети с техникой полива, позволяющие рекомендовать определенные сочетания разновидностей поверхностного способа полива с участковой распределительной сетью. В частности, при уклонах менее 0,0015 главным видом техники полива на совершенных оросительных системах должен оставаться полив по поперечной схеме из автоматизированных поливных лотков, а также из гибких поливных трубопроводов - для продольной схемы.

Для автоматизации и механизации поверхностного полива с применением гибких шлангов САНИИРИ совместно с ГСКБ по ирригации разработан агрегат дистанционной сборки шлангов, который в опытном хозяйстве САНИИРИ обслуживает до 400 га в сезон. Для аналогичных уклонов в маловодоемких грунтах может быть рекомендован полив из лотков по постоянным поливным участкам или из однобортных оросителей, аналогично применяемому в США методу бассейновых поливов.

При этом для невлагоемких грунтов (Хорезм, отдельные зоны Каршинской степи и Туркмении) поливы по безуклонным или малоуклонным участкам должны проводиться через поливные устройства - водовыпуски, обладающие возможностями сосредоточенных заполнений поливного участка с расходом до 100-120 л/с с тем, чтобы поливной такт завершался в течение 1,5 суток. Лотковая сеть и облицованные каналы для таких уклонов, видимо, и в дальнейшем будут более целесообразными, чем закрытые трубопроводы с дополнительной подкачкой, которые даже при высокой стоимости формирования водных ресурсов

(например, в бассейне р.Сырдарьи - 10 коп/м^3) оказываются менее эффективными.

При уклонах от 0,0015 до 0,004 наиболее приемлема схема, которая была широко применена в Голодной степи на площади более 20 тыс.га, начиная с совхоза "Фархад" (1958г.). Эта схема представляет собой сочетание закрытых самонапорных транспортирующих трубопроводов с гибкими поливными шлангами (удельная протяженность стационарной сети 7,5...25 пог/м на 1 га и шлангов - 4...12 пог/м на 1 га).

Построенные по такой схеме 425 км закрытых трубопроводов в Голодной степи показали возможность их эксплуатации длительный период (с/х "Фархад" уже 25 лет) при относительно высоком КПД системы. При поперечной схеме полива в этих же условиях во влагоемких грунтах хорошо себя зарекомендовали жесткие трубопроводы типа ТАП-150 конструкции САНИИРИ и ГСКБ по ирригации.

При этих же уклонах в грунтах повышенной и сильной проницаемости, когда необходимо значительно увеличить частоту поливов, и при уменьшенной длине борозды, очевидно, широкое применение должны найти стационарные поливные трубопроводы конструкции Шарова-Шейнкина и аналогичные им с управляемым расходом в борозду.

Для уклонов 0,004...0,02, как показали исследования на Джизакском массиве, могут быть рекомендованы жесткие поливные трубопроводы в сочетании с загущенной сетью малонапорных закрытых трубопроводов с водосливными стояками-водовыпусками, разработанными в САНИИРИ (автор.свид. № 967412 Б.И. № 39 за 1982г.). Полив из такой системы управляемой струей может осуществляться введением некоторых дополнительных приспособлений в конструкцию жесткого трубопровода.

Наконец, для уклонов более 0,02 закрытые трубопроводы должны применяться в сочетании с передвижными жесткими трубопроводами, работающими в безнапорном режиме либо с загущенной стационарной сетью трубчатых оросителей с дозированной подачей смачивающей струи.

Следует отметить, что неудачи в применении закрытых трубопроводов на целом ряде массивов с уклонами более 0,004 вызваны недоучетом технологических требований, именно, техники полива, когда после строительства закрытых трубопроводов приме-

нение их на больших уклонах в сочетании с гибкими шлангами или вообще без поливных устройств приводило к большим сбросам оросительной воды и, как следствие, к значительным размывам, эрозии при низкой степени равномерности увлажнения по площади поливных карт.

Для установления оптимальных сочетаний элементов техники бороздкового полива и схем закрытой участковой оросительной сети, нами предложена оптимизационная функция, которая учитывает, наряду с коэффициентами полезного действия системы, техники полива, приведенные затраты на оросительную сеть и технику полива, удельные затраты воды, а также особенности производства той или иной сельскохозяйственной продукции. Одновременно учитывается и степень возврата водных ресурсов при различных сочетаниях оросительной сети и техники полива.

Оптимизация основывается на методике приведенных затрат, включая капитальные вложения в технику полива и распределительную сеть, эксплуатационные затраты на их содержание и ремонт, непроизводительные расходы воды, дополнительные затраты сельскохозяйственного производства, связанные с техникой полива ($\Delta E_{сх}$), а также изменения доходов из-за разницы в урожае, вызванной степенью неравномерности увлажнения, и обусловленные площадной работоспособностью системы ($\bar{\Delta}$):

$$(a_1+n)\bar{K}_{тп}+(a_2+n)\bar{K}_{ур}+\bar{Э}_{тп}+\bar{Э}_{ур}+\Delta E_{сх}+ \\ +\frac{O_P(1-\eta_{тп})}{\eta_c}(1-K_в)Ц_в+(1-\bar{\Delta}^{\lambda})У_j\cdot Ц_j \to min, \qquad (1)$$

где $a_1; a_2$ – амортизационные отчисления, соответственно, на технику полива и участковые распределители;

$\bar{K}_{тп}; \bar{K}_{ур}$ – удельные капиталовложения на технику полива и участковые распределители;

$\bar{Э}_{тп}; \bar{Э}_{ур}$ – текущие затраты на эксплуатацию, соответственно, техники полива и участковых распределителей;

O_P – оросительная норма;

$\eta_{тп}; \eta_c$ – КПД, соответственно, техники полива, системы;

$K_в$ – коэффициент использования возвратных вод;

$Ц_в$ – удельная стоимость 1 м^3 воды;

$\bar{\Delta}$ – работоспособность оросительной сети по нашей работе [1];

λ – коэффициент влияния снижения водообеспеченности на урожай для данной сельскохозяйственной культуры;

$У_j$ – потенциальная урожайность сельскохозяйственной культуры " j " при цене единицы " $Ц_j$ ";

n – коэффициент нормативной эффективности.

Нетрудно увидеть влияние вида и параметров техники полива на основные составляющие оптимизационной функции.

Капиталовложения в технику полива зависят от вида, времени работы поливных устройств на одной позиции, площади поливного участка $W_{пу} = l_б \cdot l_{пу}$ (рисунок), соотношения времени полива и межполивного периода:

$$\bar{K}_{тп} = S_{ком}\frac{t_{мп}}{(t_п+t_{пр})\cdot l_б\cdot l_{пу}}, \qquad (2)$$

где $S_{ком}$ – стоимость комплекта поливных устройств;

$t_{мп}; t_п; t_{пр}$ – соответственно, межполивной период, время полива и время перемещения с позиции на позицию;

$$\bar{K}_{ур}=\left(\bar{L}_{тр}(d_т)\cdot\frac{10^4}{B}+S_{вв}\cdot n_{вв}\right)K_{нр}.$$

$\bar{L}_{тр}(d_т)$ – удельная стоимость 1 пог/м трубопровода в зависимости от диаметра $d_т$;

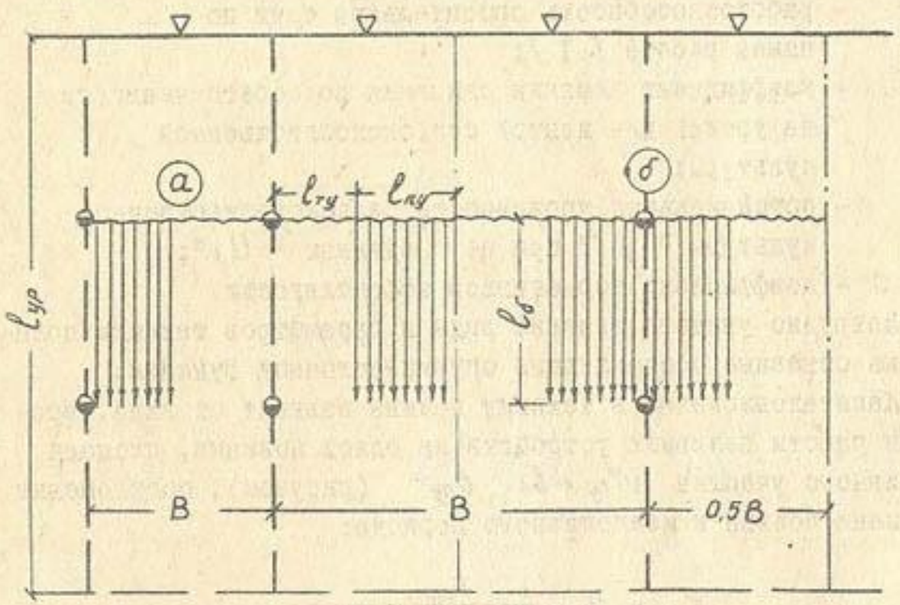
B – расстояние между трубопроводами, принимаемое равным " $l_{ту} + l_{пу}$ " при продольной схеме и " $l_б$ " при поперечной и одностороннем командовании. При двустороннем командовании значение "Ь" удваивается;

$S_{вв}$ – стоимость водовыпуска в поливное устройство;

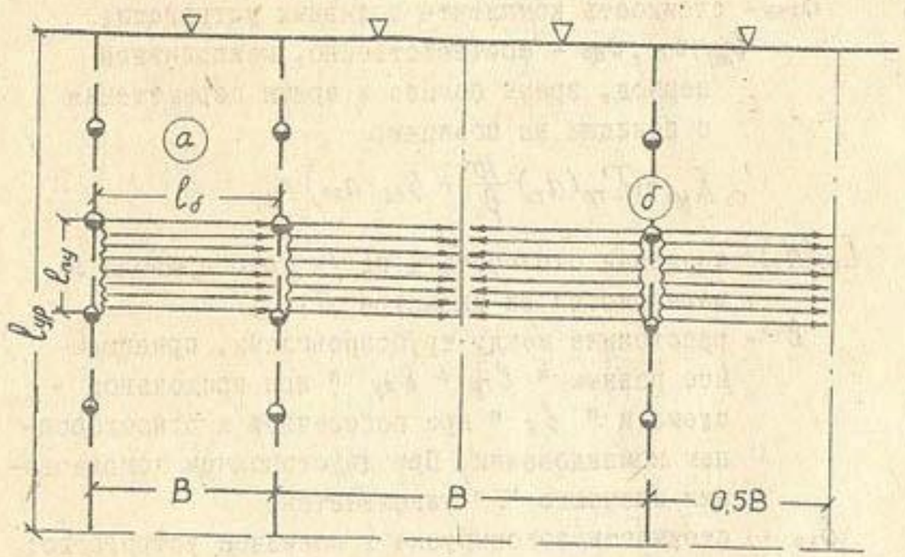
$n_{вв}$ – число водовыпусков, определенное как $l_{ур}/l_б$ при продольной схеме и $l_{ур}/l_{пу}$ при поперечной.

Величины " $S_{вв}$ " и $\bar{L}_{тр}(d_т)$ определяются в зависимости от расчетного расхода и числа одновременно работающих на данном трубопроводе поливных устройств.

Продольная схема полива



Поперечная схема полива



Схемы закрытой оросительной сети (а - одностороннее командование; б - двустороннее командование):

I - в/х распределитель; 2 - участковый распределитель; 3 - поливное устройство; 4 - поливные борозды; 5 - гидрант.

Эксплуатационные расходы на технику полива складываются из затрат на установку поливного устройства, полив, перемещение, хранение и ремонт и зависят, в основном, от вида техники полива.

Эксплуатационные текущие расходы по участковым распределителям зависят от затрат на ремонт и могут быть оценены в % от стоимости капвложений:

$$Э_{ур} = n_з \bar{K}_{ур}. \qquad (4)$$

Дополнительные издержки на сельскохозяйственное производство связаны с проведением междурядных обработок (или с отказом от них) в зависимости от способа полива. Так, при поверхностных поливах каждому поливу должна соответствовать культивация, а при ВПО она может вообще не проводиться. При других способах полива могут возникать и другие затраты (нарезка и разравнивание ок-арыков и т.п.).

Определение КПД техники полива производится в зависимости от способа и техники полива, размера поливной струи, коэффициента неравномерности увлажнения по длине борозды ($K_б$) и величины сброса из борозды.

Для установления этих величин разработана специальная программа. В ней управляющими воздействиями являются длина борозды и расход в нее. Здесь же определяется возможность повторного использования возвратных вод ($K_в$). Наконец, показатель $\bar{\Delta}$ определяется в зависимости от коэффициента неравномерности увлажнения по длине борозды $K_б(q_б; l_б)$ и коэффициента равномерности распределения расходов по длине поливного устройства:

$$\bar{\Delta} = K_б \cdot K_{пу}. \qquad (5)$$

В результате появляется возможность оптимизировать сочетание элементов техники полива, технологических параметров и схем закрытой оросительной сети.

Список использованной литературы

I. Духовный В.А. Ирригационные комплексы на новых землях Средней Азии. - Ташкент: Узбекистан, I983, 84 - 120с

2. Штепа Б.Г. Прогрессивные способы орошения. М., ЦБНТИ Минводхоза СССР, I976, 5-6 с.

3. Кальянов Г.С. Испарение искусственного дождя при дождевании в условиях Закавказья. - Гидротехника и мелиорация, 1954, № 4, 66-68с.

4. Shilfgarde I., Berstain L., Rheades I.D., Rawlins S. - Irrigation management for salt centrol. Journal of the Irrigation and Drainage Division PASCI, 1974, p.321-338.

5. Лунев В.Г., Насонов В.Г., Узенбаев Э.Э., Минашина Н.Г. Исследование водно-солевого режима почвогрунтов и грунтовых вод на участке ВПО в совхозе № 10а Голодной степи, Научно-технический отчет САНИИРИ, 1977, 34-95с.

6. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника. - М.: Колос, 1978, 26-31, 148-160с.

УДК 631.445.52:631.62

А.У.Усманов, канд.с.-х.наук,
Т.У. Бекмуратов, канд.техн.наук
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЕЛА ОПРЕСНЕНИЯ ПОЧВ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЫ

На засоленных землях повышение плодородия почвогрунтов, а следовательно, и урожайность выращиваемых культур достигается прежде всего путем опреснения почв с применением промывок и промывного режима орошения. При этом затраты времени на опреснение оросительной воды зависят от порога токсичности солей, при котором обеспечивается нормальный рост и развитие растений.

Вопросом снижения урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от степени засоления почв уделяли внимание В.М.Легостаев (1959г.) , А.М.Расулов и др.(1976г.),В.А.Духовный и др. (1979г.), А.Е.Нерозин (1980г.), А.А.Богушевский, А.И.Голованов и др. (1981г.). Засоленность почв, как отмечали А.Е.Нерозин (1980г.), и В.Н.Ковда (1981г.) / 2 /, не только снижает урожайность, но и значительно ухудшает качество получаемой продукции.

В связи с этим одной из актуальных на сегодняшний день является задача нахождения порога токсичности солей, дифференцированных по почвенно-мелиоративным условиям и обеспечивающих получение высоких урожаев с минимальными затратами оросительной воды и труда.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время порог токсичности солей принимается по величине, равной степени незасоленных почв по существующим классификациям. Вместе с тем предельные значения порога токсичности могут быть самыми различными, что зависит от водно-физических свойств почвогрунтов, типа засоления, солеустойчивости выращиваемых культур. А.П.Розов / 5 /, изучавший влияние солей почвогрунтов на рост и развитие растений, отмечает, что в основе классификации степени засоления почв заложены некоторые общие физиологические закономерности. Однако на практике они самым серьезным образом модифицируются местными почвенными, хозяйственными и, частично, климатическими условиями.

На наш взгляд, вопрос о нормах мелиорирования засоленных почв должен решаться на основе местных районных данных. Существуют многочисленные классификации почв по степени засоления. Н.И.Базилевич и Е.И.Панкова (1968г.) / 1 / приводят в своей работе лишь некоторые из них. Например, такие авторы, как В.А.Ковда (1946г.), Б.Ф.Федоров (1934г.), В.Р.Волобуев (1948г.),А.А.Шошин (1955г.), О.А.Грабовская (1947г.), Е.В.Лобова, А.Н.Розанов (1951г.), В.М.Легостаев (1959г.), Н.В.Орловский (1946, 1955гг.) предлагают определять эту норму по реакции полевых культур; Н.И.Базилевич (1952г.) - по реакции луговых дикорастущих трав; В.А.Ковда, В.В.Егоров, В.С.Муратова, Б.П.Строгонов (1960г.), В.В.Егоров, Н.Г.Минашина (1976г.) - по сумме токсичных солей и т.д.

Каждая из этих классификаций отнесена к отдельным типам засоления в зависимости от местных климатических зональных условий. Применительно к условиям Средней Азии, в частности, к Ферганской долине, допустимы различные пределы засоления. Так, В.М.Легостаев / 3 / к незасоленным почвам относит земли в Средней Азии, степень засоления которых не превышает 0,01% по иону хлора и 0,25-0,30% по плотному остатку.

Он отмечал, что при хлоридно-сульфатном типе засоления для получения нормальных всходов и дальнейшего развития растений в первый период вегетации содержание легкорастворимых

солей не должно превышать I%, в том числе Cl' - 0,0I и SO_4'' - 0,5%.

А.Е. Нерозин / 4 / для условий Ферганской долины и Бухарской области рекомендует по сумме солей 0,75 - I%, SO_4'' - 0,3-0,4, Cl' - 0,0I-0,0I5%.

В.А.Ковда для условий Бухары и Центральной Ферганы к незасоленным относит земли с содержанием солей менее 0,5-0,6% по плотному остатку, 0,005 - по хлору и 0,3% - по иону сульфата, по классификации СоюзНИХИ - менее 0,3 и 0,0I%, соответственно, по сумме солей и иону хлора.

В существующих классификациях предельные значения степени засоления почвогрунтов для градации "незасоленные" составляют по плотному остатку 0,3-I%; по иону хлора - 0,005-0,0I5 и по иону сульфата - 0,3-0,7% от сухой массы почвы. В градациях "слабозасоленные", "среднезасоленные" и т.д. эти значения колеблются в больших пределах.

С нашей точки зрения, при назначении предельной величины засоления, необходимо учитывать не только фактор отрицательного воздействия солей на рост и развитие растений, но и природно-хозяйственные условия района, а также возможность изменения химического состава солей при опреснении почв. Таким критерием может служить изменение качественного состава - ухудшение его из-за растворения нетоксичных солей и увеличения токсичной их части.

Мы изучали процесс опреснения почвогрунтов (I970-I980 гг.) на двух опытно-производственных участках вертикального дренажа в совхозе Бешарык Кировского района Ферганской области, расположенных на периферии конуса выноса р.Исфары. Почвенный покров здесь по степени и типу засоления почвогрунтов такой же, как в зоне пустынных почв Центральной Ферганы.

Исходное мелиоративное состояние опытных участков характеризовалось слабой дренированностью территории; близким залеганием минерализованных грунтовых вод и высокой напорностью подземных вод.

Постоянная эксплуатация СВД позволила регулировать УГВ на участках в широких пределах: I,8-3,56 м (в вегетационный период I,8-2,66 м)- на первом участке; I,8-2,77 м (в вегетационный период I,8-2,6I м)- на втором. Небольшая величина предела регулирования УГВ на втором участке объясняется, с

одной стороны, слабой степенью засоленности почв и грунтовых вод, с другой - большим размером подземного притока.

В результате эксплуатации СВД в течение 4-5 лет было достигнуто повсеместное рассоление почвогрунтов зоны аэрации и зоны, расположенной ниже уровня грунтовых вод, а также их опреснение. Содержание солей в почвогрунтах зоны аэрации доведено до 0,6% по сумме солей и 0,0I-0,0I5% по иону хлора (рис.I).

Исследования показали, что при опреснении почвогрунтов в условиях опытных участков вертикального дренажа уменьшение величины отдельных анионов и катионов происходит в определенной закономерности (рис.2,3 и табл.I).

На основе статистической обработки опытных данных установлено, что между суммой солей (% от сухой массы) в почве и ионов SO_4'', HCO_3' существует параболическая связь (табл.I). Корреляционные отношения равны 0,90 и 0,86; ошибка - 0,024 и 0,033, соответственно. Между суммой солей, ионов кальция и натрия имеется слабая параболическая связь. Их корреляционные отношения составляют 0,63 и 0,52; ошибка - 0,078 и 0,094.

В содержании ионов хлора и магния в относительных единицах от суммы солей (в период опреснения почв) больших изменений не произошло. Как видно из графика (рис. 3), составленного по данным многолетних солевых съемок с опытного участка № I, при опреснении почв с 2 до I% (по сумме солей), относитель-

Таблица I

Объект исследования	Зависимость	Уравнение связи	Корреляцион. отнош.	Ошибка коррел. отнош.
Опытный участок	$SO_4 = f(c.c.)$	$Y_x = 20,97+6I,55X-I9,33X^2$	0,90	0,0245
	$HCO_3 = f(c.c)$	$Y_x = 40,7I-49,82X+I5,33X^2$	0,86	0,033
	$Ca = f(c.c)$	$Y_x = 5,I2+I6,I9X-5,I2X^2$	0,63	0,078
	$Na+K = f(cc)$	$Y_x = 20,46-I4,76X+4,84X^2$	0,52	0,094

ные величины отдельных ионов оставались, как правило, стабильными. В период же опреснения почв ниже I% относительные величины HCO_3' и $Na+K$ увеличиваются с 5 до 35 и с I0 до I8%. Ионы

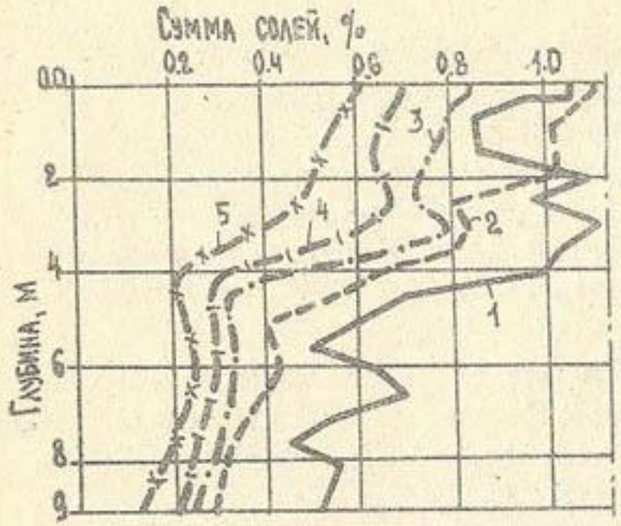


Рис.I.Динамика рассоления почвогрунтов под влиянием вегетационных поливов и эксплуатационных промывок на фоне СВД: I-весна I970г.; 2-осень I970г.; 3-осень I972г.; 4-осень I974г.; 5-осень I980г.

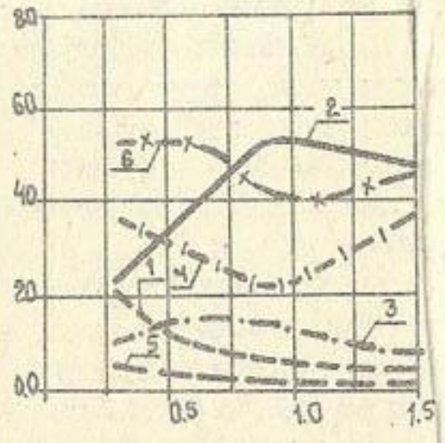


Рис.2. Изменение состава солей при различных степенях опреснения почв: $1-Ca(HCO_3)_2$; $2-CaSO_4$; $3-MgSO_4$; $4-Na_2SO_4$; $5-NaCl$; 6- сумма токсичных солей.

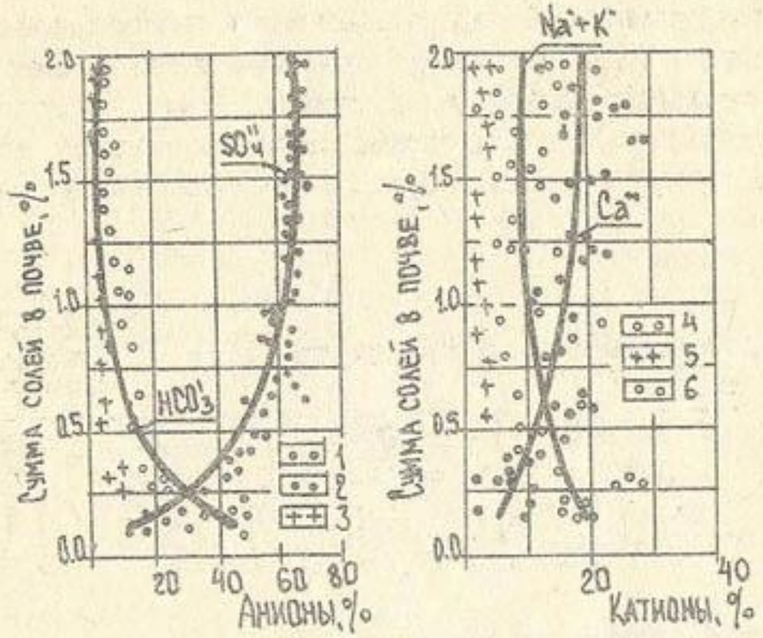


Рис.3. Зависимость содержания относительных величин отдельных анионов и катионов в почве:
$1-HCO_3'$; $2-SO_4''$; $3-Cl'$;
$4-Ca''$; $5-Mg''$; $6-Na'+K$.

сульфата и кальция уменьшаются с 65 до 20-25 и с I6 до 7%, соответственно.

Абсолютные и относительные величины ионов сульфата и гидрокарбоната уравновешиваются при степени засоления почв от 0,2 до 0,3% по сумме солей, а содержание натрия и кальция - по сумме солей 0,5-0,75% (рис.3). При опреснении почв ниже 0,6% (по сумме солей) ион натрия преобладает над кальцием, что способствует резкому ухудшению качественного состава солей.

Наблюдаемые точки перегиба на графике (рис.2) у гипотетических солей, где происходит изменение качественного состава солей в почве, для $CaSO_4$ составляют 0,45-0,52% от сухой массы почв; $MgSO_4$ - 0,I2-0,I6; Na_2SO_4 - 0,I8-0,20%, что соответствует 0,9-I% по сумме солей.

Многолетние исследования, проводившиеся на опытно-производственных участках вертикального дренажа, показали, что на землях, где степень засоления по плотному остатку составляет 0,8-I%,иону хлора - 0,0I-0,0I6, иону сульфата - 0,5-0,6%, при существующих агротехнике и режиме орошения хозяйства получают относительно высокий урожай хлопка-сырца - 38-45 ц/га.

График зависимости урожая хлопка от степени засоленности почв, составленный нами на основе литературных данных и данных собственных наблюдений (рис.5), показывает, что перечисленные пределы засоления почв не оказывают влияния на снижение урожайности хлопчатника.

С целью проверки достоверности установленного предела опреснения по изменению качественного состава солей нами были проанализированы результаты солевых съемок, проведенных на опытно-производственных участках, и на больших площадях, имеющих различную степень опреснения. Обработка этих данных методом математической статистики позволила установить зависимость содержания суммы токсичных солей, ионов Cl', SO_4'' общее и SO_4'' токсичных солей в почве от суммы солей при различной степени опреснения почв. В большинстве случаев была получена криволинейная связь и лишь в зависимости иона сульфата от суммы солей - прямолинейная (рис.4).

На рис.4 видно, что между суммой солей в почве и суммой

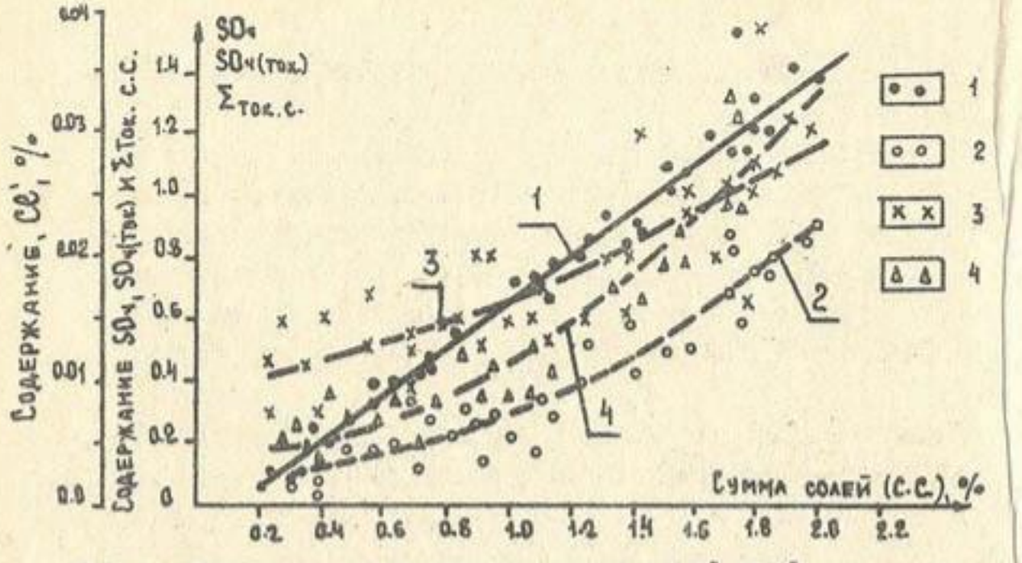


Рис.4. Зависимость отдельных ионов (SO_4''; SO_4'' токсичных солей; Cl') и суммы токсичных солей от суммы солей в почве;
I – SO_4'' общее; 2 – SO_4'' токсичных солей; 3.–Cl';
4 – сумма токсичных солей.

1- $SO_4 = f(c.c.)$ $Y_x = -0.0753 + 0.7975x$ $r = 0.99$ $\delta = 0.0002$
2- SO_4 тох.$= f(c.c.)$ $Y_x = 0.089 + 0.0[illegible]9x + 0.204x^2$ $r = 0.99$ $\delta = 0.0006$
3- $Cl = f(c.c.)$ $Y_x = 0.0106 + 0.00062x + 0.0047x^2$ $r = 0.61$ $\delta = 0.088$
4- Σ Ток.с. $= f(c.c.)$ $Y_x = 0.1642 + 0.81567x + 0.303x^2$ $r = 0.93$ $\delta = 0.022$

Рис.5. Зависимость урожая хлопчатника от содержания в почве иона хлора,% от сухой массы почвы:
I – данные В.М.Легостаева (1943–1947и 1959гг.,полученные на Федченковской опытной станции); 2 – Т.Бекматова (1966 и 1969 гг. – в Бозском районе); 3 – Г.Алимжанова (1975– 1975–1976гг. – во Фрунзенском районе);
4 – Т.У.Бекмуратова (1973–1976гг.в Кировском районе).

токсичных солей, а также долей токсичного иона сульфата имеется параболическая связь. Корреляционное отношение при этом составляет 0,61, ошибка – 0,08. Это объясняется тем, что ион хлора как более подвижный элемент быстрее вымывается из почвы.

При опреснении почвы удаление отдельных ионов из расчетного слоя происходит неравномерно. Так, при опреснении с 2 до 0,63% и ниже (по сумме солей) ион хлора (в относительных величинах от суммы солей) равномерно увеличивается с 1,5 до 3,7%, а ион сульфата, наоборот, уменьшается с 69 до 46,6%.

Токсичная доля иона сульфата и суммы токсичных солей при опреснении почв (с 2 до 0,8–1%) уменьшается с 45 до 26,3% и с 67 до 42,5,соответственно. При опреснении ниже 0,8–1% увеличиваются их относительные величины – с 26,3 до 36,7 и с 42,5 до 60%.

Установлено, что на землях с повышенным содержанием сульфата иона, оптимальным пределом опреснения почв зоны аэрации является 0,6–0,8% по сумме солей, 0,5–0,6 – по иону сульфата и 0,01–0,015%– по иону хлора. В данном случае обеспечивается минимальное относительное содержание суммы токсичных солей и максимальное – кальциевых солей в почве.

Список использованной литературы

1.Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Методические указания по учету засоленных почв. – М.: 1968,–92 с.
2.Ковда В.А. Борьба с засолением почв. – В кн.: Борьба с засолением земель. – М.: Колос, 1981, с.7–27.
3.Легостаев В.М. Мелиорация засоленных земель. – Ташкент: Госиздат УзССР, 1959,–154 с.
4.Нерозин А.Е. Мелиорация засоленных орошаемых земель Узбекистана. – Ташкент : Узбекистан, 1974,– 104 с.
5.Розов А.П. Мелиоративное почвоведение. М.: Госиздат, 1956,– 440 с.

УДК 631.445.52:626.862.4

Х.И.Якубов, канд.тех.наук
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАССОЛИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА КРУПНЫХ МАССИВАХ НА ФОНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

В аридной зоне 30-40% староорошаемых и до 70-75% вновь осваиваемых земель засолены, рассоление их требует проведения промывных поливов. Назначение, техника и технология проведения рассолительных мероприятий зависят от степени и типа засоления почв, характера распределения легкорастворимых солей в зоне аэрации и минерализации верхнего слоя грунтовых вод, а также проницаемости грунтов.

Обычно территория любого хозяйства или массива представлена неоднородными по степени засоления и проницаемости почвогрунтами. На практике в большинстве случаев эксплуатационные мероприятия по рассолению земель осуществляются без учета распределения площадей по степени засоления и проницаемости почв, подается одинаковая промывная норма на всю мелиорируемую площадь. В то же время дифференцированное планирование рассолительных мероприятий, с учетом распределения площадей по степени засоления, позволит экономно расходовать оросительную воду и потребует решения ряда вопросов, таких как:

определение промывных норм с учетом распределения площадей по степени засоления отдельных севооборотных полей и в целом по хозяйству;

проверка пропускной способности внутрихозяйственных каналов и распределительной сети в период проведения промывки;

определение достаточной дренированности земель (мощности дренажа) для проведения промывных поливов в установленное время;

выявление возможности сработки запасов влаги в период промывок и до проведения предпосевной обработки почв - проверка пропускной способности покровного мелкозема;

определение необходимости строительства временного дренажа на фоне системы вертикального дренажа при освоении сильнозасоленных перелогов на староорошаемых землях или солончаков, вновь вводимых в сельскохозяйственный оборот почв.

Для решения этих вопросов при планировании промывок на староорошаемых землях в качестве исходных данных для расчетов служат:

Гидрометеорологические условия территории;

гидрогеолого-литологическое строение;

план мелиорируемой территории в масштабе I :5000-I:I0000 с нанесенными подлежащими промывке площадями, оросительной и коллекторно-дренажной сетью, а также скважинами вертикального дренажа;

характеристики пропускной способности и коэффициенты полезного действия (КПД) различных звеньев оросительной сети;

дебиты скважин, их эксплуатационная надежность и коэффициент полезной работы (КПР) системы вертикального дренажа (КПР - отношение фактического времени проработанной СВД к календарному);

структура посевных площадей и режим орошения сельскохозяйственных культур.

I. Определение норм промывных поливов с учетом распределения площадей по степени засоления почв

Опыт мелиорации засоленных земель крупных регионов Средней Азии показал целесообразность постепенного рассоления почвогрунтов зоны аэрации и опреснения верхнего слоя грунтовых вод путем осуществления промывного режима орошения в годовом разрезе. При этом на слабозасоленных землях размер водопотребления должен определяться, исходя из условия постепенного увеличения мощности опресняемого слоя с помощью влагозарядковых, профилактических и вегетационных поливов несколько повышенной нормой, а на средне- и сильнозасоленных почвах - путем проведения эксплуатационных промывок. В то же время на землях среднего и сильного засоления в период их освоения можно допускать небольшое накопление солей в верхних слоях почв в конце вегетации. Однако в годовом разрезе необходимо из года в год обеспечивать необходимый процесс рассоления почвогрунтов зоны аэрации.

Капитальная промывка производится при освоении перелож-ных и залежных внутриоазисных участков сильнозасоленных земель и солончаков в зоне старого орошения или для освоения аналогичных по засоленности земель на объектах нового орошения. В этом случае нормы промывок назначаются из расчета опреснения почвогрунтов корнеобитаемого слоя 0,5-0,6 м.

Кроме того, при проектировании рассолительных мероприятий обязательным условием определения норм промывных поливов является фактор доведения содержания в расчетном слое (обычно метровой толщи) легкорастворимых солей до порога токсичности, устанавливаемого в зависимости от типа засоления почв: при хлоридном - 0,2% плотного остатка от массы сухой почвы; сульфатно-хлоридном 0,3-0,4 и при хлоридно-сульфатном с содержанием определенного количества гипса 0,7-0,8%.

Практика мелиорации земель крупных орошаемых регионов Средней Азии на фоне вертикального дренажа показывает возможность вовлечения внутриоазисных сильнозасоленных перелогов в сельхозоборот и выращивания на этих землях довольно высокого урожая при содержании легкорастворимых солей несколько выше указанных порогов токсичности, особенно при хлоридно-сульфатном и сульфатном типах засоления. Тогда большая часть внутриоазисных перелогов, представленных сильнозасоленными почвогрунтами, может быть вовлечена в сельхозоборот путем проведения эксплуатационных промывок и вегетационных поливов повышенными нормами, и только отдельные, очень сильнозасоленные участки (солончаки), где территория представлена слабопроницаемыми почвогрунтами, отводятся под капитальную промывку.

Для увязки режима работы СВД, мощность которой рассчитывается на сработку среднегодовой нагрузки на дренаж, с интенсивностью питания грунтовых вод в период проведения рассолительных мер необходимо определить средневзвешенные по территории нормы промывных поливов для земель различной категории по степени засоления, разного механического состава и с учетом распределения их по площади.

Нормы капитальных и эксплуатационных промывок можно определять по эмпирической формуле Б.Р.Волобуева (1975 г.), которая для метрового слоя почвы имеет вид

$$N = 10000\,\alpha \lg \frac{S_0}{S}\,, \qquad (I)$$

где N - промывная норма (нетто), м³/га; S_0, S - исходное и допустимое содержание солей в метровом слое, % от массы сухой почвы; α - показатель солеотдачи.

Значения показателя солеотдачи α для почвогрунтов различного механического и солевого составов приведены в табл.I.

Для приближенных расчетов норм промывок различных по мощности слоев зоны аэрации можно использовать эмпирические зависимости затрат воды на единицу выноса солей (рис.I).

При необходимости рассоления почв глубже метрового слоя можно воспользоваться также формулой И.П.Айдарова [3 7:

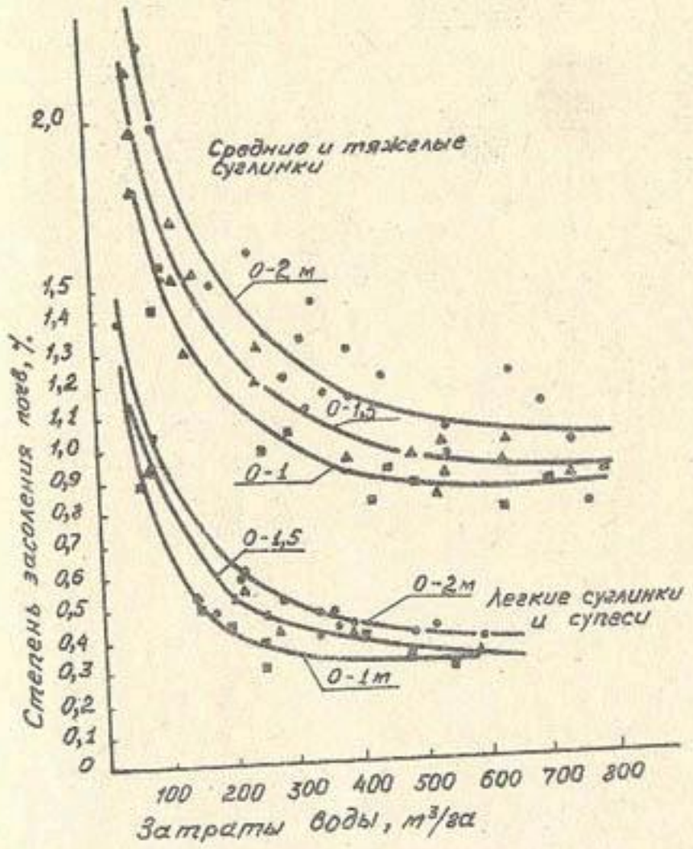


Рис.I. Затраты оросительной воды для выноса I т солей при различном их исходном содержании.

Таблица I

Значение показателя солеотдачи " α " для слоистых почвогрунтов различного строения

Характеристика механического состава почвогрунтов верхнего горизонта (30-100)	Показатель	Характеристика механического состава почвогрунтов подстилаемого горизонта до УГВ: Песок	Супесь	Легкий суглинок	Средний суглинок	Тяжелый суглинок
Песок (тонко- и средне-зернистый, барханный	K_φ	I,2-8	0,96-2,08	0,706-I,45	0,343-0,94I	0,096-0,I97
	β	0,2-0,3	0,I5-0,2	0,05-0,I5	0,05-0,0I	0,0I-0,03
	α	0,45	0,45	0,55	0,65	0,72
Супесь и легкий суглинок	K_φ	0,706-2,087	0,6I5-I,2	0,5-0,96	0,286-0,706	0,09-0,I8
	β	0,I-0,3	0,I5-0,2	0,05-0,I5	0,05-0,I	0,0I-0,03
	α	0,73	0,85	0,92	I,02	I,I2
Средний суглинок	K_φ	0,34-0,94I	0,32-0,706	0,286-0,6I5	0,2-0,5	0,08-0,I67
	β	0,2-0,3	0,I5-0,2	0,05-0,I5	0,05-0,I	0,0I-0,03
	α	I,02	I,I2	I,48	I,68	I,92
Тяжелый суглинок, глина	K_φ	0,096-0,39	0,094-0,343	0,0909-0,32	0,08-0,286	0,05-0,I33
	β	0,2-0,3	0,I5-0,2	0,05-0,I5	0,05-0,I	0,0I-0,03
	α	2-2,2	2,2-2,4	2,4-2,6	2,5-2,8	2,8-3,2

K_φ - коэффициент фильтрации, м/сут.
β - коэффициент водоотдачи.

$$N = 100 h \gamma \left[(W_{nnв} - W_{ев}) + \frac{\delta_0 - \delta}{k_c} \right], \qquad (2)$$

где h - мощность опресняемого слоя, м; γ - объемный вес грунта, т/м^3; $W_{ев}$, $W_{nnв}$ - естественная (до промывки) влажность грунта и предельная полевая влагоемкость, м^3/га; k_c - коэффициент выноса солей, определяемый опытным путем [3;4].

Для земель, представленных слабозасоленными почвогрунтами, расчеты по формуле (I) дают несколько заниженные результаты. Поэтому норму профилактических промывок для этих земель следует назначать из условия обеспечения промывного режима орошения в годовом разрезе, т.е. созданием превышения нисходящих токов влаги через зону аэрации над восходящими:

$$\frac{O_p + N + O_0}{ET} = 1{,}10 \ldots 1{,}15.$$

При обосновании промывных норм следует рассчитать прогнозные водно-солевые балансы зоны аэрации для обеспечения заданных темпов рассоления корнеобитаемого слоя почвогрунтов (0,5-I м) в мелиоративный период, а в эксплуатационный - создать медленный необратимый процесс рассоления зоны аэрации и верхнего слоя грунтовых вод.

Для составления водно-солевых балансов можно использовать уравнения, предложенные С.Ф.Аверьяновым:

$$\Delta W_a = O_c + O_p + N - ET_n - C_n \pm g ; \qquad (3)$$

$$\Delta C_a = C_{(O_p+N)} - C_{C_n} \pm C_g , \qquad (4)$$

где

ΔW_a, ΔC_a - изменение влаги и солей в зоне аэрации; O_c - атмосферные осадки;

$O_p N$ - оросительные и промывные нормы;

ET_n - эвапотранспирация с орошаемого поля;

C_n - сбросы с оросительных полей;

g - водообмен зоны аэрации с грунтовыми водами;

$C_{(O_p+N)}$; C_{C_n}, C_g - содержание солей в соответствующих элементах водного баланса.

Значения норм профилактических промывок можно определить из уравнения (I), исходя из указанного выше условия создания нисходящих токов через зону аэрации в годовом разрезе. Водно-солевые балансы по уравнениям (I) и (2) составляются на орошаемую площадь нетто; единица измерения удельных значений слагающих элементов - $м^3$/га; т/га.

Практически на территории, обслуживаемой системой вертикального дренажа, встречаются почвы с различной степенью засоления и разного механического состава. Кроме того, под воздействием природно-хозяйственных и организационных факторов наблюдается перераспределение указанных площадей как во времени, так и в пространстве, что требует дифференцированного проведения промывных поливов. Указанное наглядно прослеживается на примере совхоза "Пахтаарал" (табл.2, рис.2).

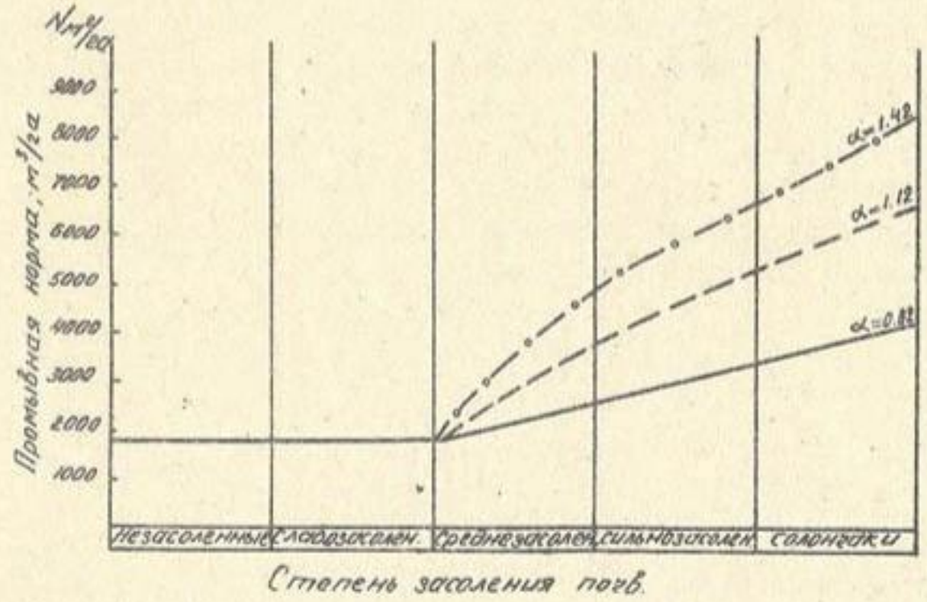


Рис.2. Нормы промывок метрового слоя почвогрунтов в зависимости от механического состава и степени засоления (с-х Пахтаарал).

Таблица 2

Распределение площадей по засолению и механическому составу почв в совхозе "Пахтаарал"

№ п/п	Степень засоления почв	Площадь, га/%	Распределение почв с различным механическим составом, %		Средневзвешенный коэффициент солеотдачи	Промывная норма, $м^3$/га
I.	Незасоленные	3454,5	Супеси	- легкие-I0		I735
		25,4	"-"	-средние-70		
			"-"	-тяжелые-20		
2.	Слабозасоленные	4I89,2	"-"	-легкие		I735
		30,9	"-"	-средние		
				-тяжелые		
3.	Слабозасоленные (с пятнами средне- и сильнозасоленных 20-40%)	5570,8	"-"	-средние	I,I2	2270
		40,8	"-"	-тяжелые		
4.	Среднезасоленные	I07,2	"-"	-легкие		2775
		0,8				
5.	Сильнозасоленные	286,5	"-"	-средние	I,42	5340
		2,I			0,96	-
	Итого	I3608,2				
		I00				

Однако режим работы системы вертикального дренажа в разрезе отдельных хозяйств увязывается с интенсивностью питания грунтовых вод, установленной, исходя из средневзвешенных промывных вод, подаваемых на территорию.

Исходя из норм промывок, определенных для площадей с различными механическим составом почв и категорией засоления рас-

считывается средневзвешенная промывная норма, которую необходимо подать на мелиорируемую территорию:

$$N_{ср.вз.} = \frac{\sum_{i=1}^{3_0}\sum_{j}^{F} N_{ij} \cdot f_{ij}}{F} . \qquad (5)$$

Здесь

N_{ij} – промывная норма на площадь с i механическим составом почв и j степенью засоления;

f_{ij} – единичная площадь с i механическим составом почв и j степенью засоления;

F – площадь, мелиорируемая СВД.

Для рассматриваемого объекта средневзвешенная промывная норма нетто для опреснения метрового слоя почвогрунтов при заданном распределении площадей с различной категорией засоления равна 2027 м^3/га. На староорошаемых районах Средней Азии (за исключением низовьев Сырдарьи и Амударьи) наиболее целесообразные сроки проведения массовых эксплуатационных промывок – декабрь-январь.

Исходя из указанных сроков, нормы промывок распределяются по времени, в частности для Пахтаарала планируется подать в декабре 1200 м^3/га, остальные 327 м^3/га – в январе.

В то же время, после установления величин средневзвешенных по территории хозяйств промывных норм, следует проверить пропускную способность участкового оросителя и покровного мелкозема, где расположены сильнозасоленные почвы и солончаки. В случае неспособности участкового оросителя подать промывную воду за установленное время, рассоление почв осуществляется либо за счет вегетационных поливов, либо уже следующей осенью.

При недостаточной пропускной способности покровного мелкозема вертикальный дренаж усиливается временным дренажем.

2. Проверка пропускной способности оросительной сети в промывной период

Обычно пропускную способность оросительных каналов рассчитывают, исходя из максимального приведенного гидромодуля вегетационного периода. Однако особенно на засоленных землях, в

невегетационный период необходимо подавать большие объемы промывных поливов за короткий срок. Поэтому при планировании промывных поливов следует проверять возможность подачи требуемых норм по оросительной сети в намеченные сроки.

Пропускную способность оросительной сети следует проверять следующим образом. С одной стороны, сопоставляются величина максимально возможного водозабора по хозяйственному распределителю с общим потребным объемом воды на промывку засоленных земель в хозяйство, т.е.

$$Q_{хр}^{max} \geq \frac{N_{ср.вз} \cdot F_{пр}}{\eta_c \cdot t_{пр} \cdot 86400} , \qquad (6)$$

где

$Q_{хр}^{max}$ – максимальная пропускная способность хозяйственного распределителя, м^3/с;

$t_{пр}$ – продолжительность промывки, сут.;

η_c – КПД системы;

$F_{пр}$ – площадь в хозяйстве, подлежащая промывке, га. С другой стороны, необходимо проверить пропускную способность участкового распределителя, который является определяющим звеном оросительной системы при подаче воды непосредственно на промываемую площадь, т.е.

$$Q_{ур}^{max} \geq \frac{n_{max}}{t_{пр} \cdot 86,4 \cdot \eta_{ур}} \cdot f_{пу} . \qquad (7)$$

Здесь

$Q_{ур}^{max}$ – максимальная пропускная способность участкового распределителя, л/с;

n_{max} – максимальная промывная норма на поливной участок, м^3/га;

$\eta_{ур}$ – КПД участкового распределителя;

$f_{пу}$ – площадь поливного участка, га.

Проверка показала, что хозяйственный канал К-20 и распределительная сеть совхоза "Пахтаарал", расход которых составляет 9,7 и 0,25 м^3/с соответственно, вполне пропускает объем воды, необходимый для организации промывок в зимнее время. В этот период максимальная водоподача по хозяйственному каналу

К-20 равна 7,55, а по участковому - 0,2I м³/с. В то же время при ином соотношении площадей на засоленных, слабо- и сильнозасоленных почвах, чем в совхозе "Пахтаарал", пропускная способность оросительной сети может не удовлетворить требованиям водоподачи в период проведения промывок.

3. Учет мощности и эксплуатационной надежности СВД в промывной период

В невегетационный период общую продолжительность работы СВД можно выразить, как

$$t_{об} = t_{ем} + t_{пр} + t_{пп}, \qquad (8)$$

где

$t_{ем}$ – период создания откачками из скважин емкости в почвогрунтах на сильнозасоленных землях и солончаках понижением грунтовых вод на глубину 4–5 м. Это позволяет проводить промывки большими нормами, получить высокие скорости фильтрации воды в процессе промывок и, тем самым, ускорить темпы рассоления.

На староорошаемых землях создание емкости в почвогрунтах можно начинать за I5–20 дней до конца вегетации, что позволяет также ускорить процесс созревания хлопчатника и уборки урожая. Тогда продолжительность откачки для создания свободной емкости составляет 3 месяца (с 20.08 по 20.II);

$t_{пр}$ – продолжительность промывок. Сроки начала и окончания устанавливаются административно-хозяйственными органами. В Голодной степи промывки начинаются после уборки сельскохозяйственных культур, т.е. хлопка-сырца (декабрь) и завершаются в январе;

$t_{пп}$ – период от конца завершения промывных поливов до начала проведения ранне-весенних поливных работ. Для большинства орошаемых земель – это с февраля по апрель.

Таким образом, общая продолжительность работы СВД для обеспечения промывок и подготовки к посеву составляет 7–8 месяцев. Проверка достаточной мощности СВД для проведения промывок земель необходимыми нормами в установленные сроки, а также обеспечения оптимального режима глубин грунтовых вод к

началу предпосевных обработок почв производится использованием уравнения общего водного баланса мелиорируемой территории:

$$\Delta W_{об} = O_c + \frac{N_{ср.вз}}{\eta_c} - ET_м - C - \mathcal{D}_в \pm (П - Q) \pm P, \qquad (9)$$

где

$\Delta W_{об} = W_к - W_н$ – общее изменение запасов влаги на мелиорируемой территории за расчетный период;

$W_н$, $W_к$ – запасы влаги в начале и конце расчетного периода;

C – суммарные сбросы ирригационных вод;

$\mathcal{D}_в$ – объем откачек системы вертикального дренажа;

$(П - Q)$ – разность бокового подземного притока и оттока;

P – вертикальный водообмен балансового слоя с глубокими подземными водами;

$ET_м$ – эвапотранспирация с мелиорируемой территории.

Запасы влаги в различных почвогрунтах при прогнозных расчетах могут быть выражены как функция от глубины грунтовых вод, т.е. $W = f(H)$. Значения их, соответствующие заданным глубинам грунтовых вод, могут быть определены из таблиц, составленных для 4,5 – метровой толщи почвогрунтов с использованием формулы И.А.Енгулатова (I969):

$$W = (4{,}5m - h\bar{A}\sqrt[3]{h}) \cdot 10000. \qquad (I0)$$

Здесь m – пористость; h – глубина грунтовых вод, м; $\bar{A}$ – параметр, характеризующий проницаемость почвогрунтов (для Голодной степи $\bar{A} = 0{,}II$; Бухарского оазиса 0,I5; Ферганской долины 0,I2).

При использовании формул (7) и (8) прогнозируют также и глубины грунтовых вод в начале и конце месяца:

$$W_к = O_c + \frac{N_{ср\,вз}}{\eta_c} - ET_м - C - \mathcal{D}_в \pm (П - Q) \pm P + W_н. \qquad (II)$$

По полученному значению $W_к$ с применением зависимости (8) (или таблиц, составленных с ее использованием) определяется $h_к$.

В период промывок и после их проведения СВД должна работать с наибольшим КПР (КПР – один из основных показателей, характеризующих ее эксплуатационную надежность); тогда максимально возможный объем отбора подземных вод определится, как

$$\mathcal{D}_в^{max} = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i \cdot КПР (t_{см} + t_{пр} + t_{пп}) \cdot 86{,}4}{F}. \qquad (12)$$

Здесь q_i – средний расход одной скважины, л/с ; n – количество скважин в системе.

Для обеспечения необходимой дренированности земель должно выполняться условие:

$$\mathcal{D}_в \leq \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i \cdot КПР (t_{см} + t_{пр} + t_{пп}) \cdot 86{,}4}{F}. \qquad (13)$$

Изложенное рассмотрим на примере совхоза "Пахтаарал", где построено 72 скважины. По многолетним исследованиям САНИИРИ, в среднем за промывкой период КРС=0,60, а $q_{ср}$ = 50 л/с. Отсюда максимальный возможный удельный объем откачек за промывной период можно установить по формуле

$$\mathcal{D}_в^{max} = \frac{n \cdot q_{ср} \cdot КПР \cdot 86{,}4 \cdot t_{об}}{F} = \frac{72 \cdot 50 \cdot 0{,}6 \cdot 212 \cdot 86{,}4}{13604} = 2920\ м^3/га.$$

Необходимый объем отбора у водного баланса (7) при глубине грунторых вод в начале промывного периода 3,0 м и в предпосевной – 2 м равен

$$\mathcal{D}_в = O_с + \frac{N_{ср.вз}}{\eta_с} + Ф_{кмк} - ET \pm \Delta W_{об} = 1953 + \frac{2027}{0{,}65} + 312 - 187 - 2351 = 2846\ м^3/га,$$

где $Ф_{кмк}$ – потери на фильтрацию из магистрального канала им. Кирова. При этом для рассматриваемого хозяйства, где на соседних территориях также работают СВД, в уравнении (7) практически ($П - Q$) и $\pm P$ равны нулю.

Таким образом, согласно условию (II) существующая мощность СВД достаточна для отбора необходимого объема грунтовых вод, определенного из баланса, т.е.

2846 м³/га < 2920 м³/га.

Как отмечалось, в производственных условиях на мелиорируемой территории встречаются сочетания почв с различной степенью засоления, что требует проведения выборочной их промывки – в зависимости от типа засоления и механического состава грунтов. В связи со сказанным, необходима проверка возможности проведения промывки сильнозасоленных пятен большими нормами с учетом предварительно созданной емкости в почвогрунтах и размера дренированности в этот период.

На староорошаемых землях для проверки можно использовать значение средневзвешенной скорости снижения уровня грунтовых вод, установленной по данным наблюдений службы эксплуатации дренажных систем. Указанное условие проверки можно записать в виде

$$O_с + N^{max} - ET_п - (W_к^а - W_н^а) \leq 100\, V_{ср.вз.} \cdot \beta, \qquad (14)$$

где

$V_{ср.вз.}$ – средневзвешенная скорость снижения уровня грунтовых вод при беспрерывной работе системы скважин.

По данным натурных исследований, средняя скорость снижения грунторых вод изменяется в зависимости от сложения покровных мелкоземов в широких пределах: 5–10 см/сут и более для супесей и легких суглинков; 3–5 см/сут – для легких и средних суглинков; 2–3 см/сут – для средних и тяжелых суглинков; 1–2 см/сут. – для тяжелых суглинков; ниже 1,0 см/сут – для глин и сильно переслаивающихся грунтов с тяжелыми по проницаемости грунтами;

β – коэффициент водоотдачи почвогрунтов или недостаток насыщения; $W_н^а$, $W_к^а$ – содержание запасов влаги в зоне аэрации, соответственно, в начале и конце промывок; для их расчета может быть использована формула И.П.Енгулатова:

$$W = h\,(m - A\sqrt[3]{h}).$$

В случае несоставления проектов мелиорации новых массивов и отсутствия фактических данных по скорости снижения грунтовых вод при работе дренажа, проверку следует производить на самые невыгодные условия, когда площадь, обслуживаемая скважиной сис-

тематического дренажа, представлена сильнозасоленными почвами.

Расчет производится, исходя из допущения, что в рассматриваемом квадратном участке скважина работает изолированно, дебит ее обеспечивается инфильтрацией поверхностных вод и перетеканием из нижележащих пластов. Для упрощения расчетов этот квадрат приводится к эквивалентному кругу. В этом случае условие проверки уравнения (I2) примет следующий вид:

$$O_c + \frac{N^{max}}{\eta_c} - ET_м - (W_к^a - W_н^a) \pm P < \mathcal{D}_в. \qquad (I5)$$

Если расчеты покажут, что к концу промывного периода не обеспечивается требуемая глубина уровня грунтовых вод, то промывки следует начинать при большей их глубине (т.е. предусмотреть режимом откачек еще большую емкость в почвогрунтах). Эта глубина в увязке с дренированностью и промывными нормами может быть найдена из решения уравнения общего водного баланса (9).

4. Проверка пропускной способности покровного мелкозема инфильтрационных промывных вод

Такая проверка производится при слабой проницаемости покровного мелкозема на основании результатов расчета глубин грунтовых вод и оттока из покровного мелкозема, определяемого из решения его водного баланса за рассматриваемый период:

$$Q_п = O_c + \frac{N_{ср.в3}}{\eta_c} + \Phi_{кмк} - ET \pm \Delta W_{об}. \qquad (I6)$$

Для территорий, где ($П - О$) и $\pm P$ практически отсутствуют (например, совхоз "Пахтаарал"), значение водного баланса $Q_п \approx \mathcal{D}_в$.

Исходя из данных $Q_п$ и гидрогеологических параметров покровного мелкозема, рассчитывают соответствующие пьезометрические уровни в подстилающем, хорошопроницаемом горизонте по известным зависимостям фильтрационных расчетов, установленных для различных гидродинамических схем вертикального дренажа /5/.

Далее, используя полученные пьезометрические уровни, находят величину перетекания по формуле Дарси, которую для рассматриваемого случая в общем виде можно записать так:

$$Q_п' = k_ф^в (\mathcal{J} - \mathcal{J}) \cdot F \cdot t_{пр} = k_ф^в \left(\frac{H-h}{m_в - h} - \mathcal{J}_н \right) \cdot F \cdot t_{пр}. \qquad (I7)$$

Здесь $\mathcal{J}$ – гидравлический градиент; $\mathcal{J}_н$ – начальный гидравлический градиент; $k_ф^в$ – коэффициент фильтрации покровного мелкозема, м/сут; $m_в$ – его мощность, м; h, H – соответственно, глубина уровня грунтовых вод и пьезометрического уровня в подстилающем покровной мелкозем, хорошопроницаемом каптируемом горизонте, м.

В случае, если потребный отток грунтовых вод из покровного мелкозема не обеспечивается, то необходимо изменить режим откачек для создания необходимых градиентов нисходящих токов из покровного мелкозема.

5. Потребность в строительстве временного дренажа

Потребность в строительстве временного дренажа возникает в случае, когда пропускная способность покровного мелкозема, мощность и режим откачек СВД не обеспечивают отвода воды, необходимой для промывки земель, т.е.

$$Q_н' < Q_п. \qquad (I8)$$

Отсюда нагрузка на временный дренаж определится, как

$$\mathcal{D}_{вр.д} = Q_п - Q_п'. \qquad (I9)$$

Расчет параметров открытого временного дренажа при известной на него нагрузке может быть выполнен в соответствии с /5/.

Список использованной литературы

I. Волобуев В.Л. Расчет промывки засоленных земель. – М.: Колос, I975.
2. Енгулатов И.А. К вопросу расчета запасов влаги в зоне аэра-

ции почвогрунтов. - В кн.; Сб.научн.тр. САНИИРИ, вып.II9. Мелиорация, орошение, эксплуатация гидромелиоративных систем. Ташкент, I968, с.77-89.
3. Айдаров И.П. Вопросы обоснования мероприятий по борьбе с засолением орошаемых земель. В кн.: Сб.научн.тр. ВАСХНИЛ. Теория и практика борьбы с засолением орошаемых земель. - М.:Колос, I97I.
4. Панин П.С. Процессы солеотдачи в промываемых толщах почв. - Новосибирск.: Наука, I968.
5. Инструкция по проектированию оросительных систем, ч.УШ. Дренаж на орошаемых землях ВСН-П. 8-74, ММиВХ СССР, М., I975.

УДК 63I.62

В.Г.Насонов, канд.геол-мин.наук
Ф.С.Карамов
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДРЕНАЖА

Эффективность сельскохозяйственных мелиораций на землях, подверженных засолению, в значительной степени определяется достоверностью выбора параметров дренажа, которые, в свою очередь, зависят от правильности учета изменчивости природных и ирригационно-хозяйственных условий орошаемых территорий.

В практике проектирования дренажа широко используется представление об однородности природных условий или их закономерных изменениях. Методы расчета дренажа, основанные на этих предпосылках, достаточно хорошо разработаны и доведены во многих случаях до практического пользования [I-3, 8-II]. Однако для реальных объектов мелиоративного строительства характерна пространственная изменчивость, имеющая, как правило, случайный характер. Такое явление, в частности для фильтрационных свойств почвогрунтов, отмечено многими исследователями, предложившими различные способы учета данного фактора при расчете дренажа [4,5,6,7,II].

В практике проектирования изменчивость коэффициента фильт-

рации обычно учитывается на основе известного статистического приема - "правила сигм":

$$Кр = Кср \pm n\sigma \qquad n = I, 2, 3,$$

где - Кр - расчетный коэффициент фильтрации, применяемый в проектах;
Кср- математическое ожидание коэффициента фильтрации;
σ - среднеквадратичное отклонение коэффициента фильтрации.

Предполагается, что указанный прием обеспечивает достаточный запас "прочности" в определении мощности дренажа. Однако в реальных условиях изменчивостью обладает не только коэффициент фильтрации дренируемых отложений, но и остальные параметры, определяющие мощность дренажа: нагрузка на дренаж, мощности покровных слоев и каптируемых пластов, несовершенство дренажа по степени и характеру вскрытия, а также норма осушения. Степень изменчивости этих параметров, охарактеризованная коэффициентом вариации, по данным натурных и опытно-производственных исследований, приведена в табл.I.

Представляют практический интерес оценка влияния случайной изменчивости природных условий на протяженность дренажа и разработка методов учета этого явления при проектировании дренажных мероприятий. В данной работе рассматривается наиболее простой случай неоднородности, когда размер ее равен или превышает междренные расстояния [7]. Данное допущение предполагает постоянство параметров в междренье, поэтому расчет дренажа можно производить по формулам для однородной и однороднослоистой среды [II]. Однако из-за случайной изменчивости исходных параметров - коэффициентов фильтрации и мощности слоев, несовершенства дренажа, инфильтрационного питания и нормы осушения - на определенной части территории следует ожидать ухудшения мелиоративного состояния земель из-за подъема УГВ и, соответственно, снижения эффективности использования мелиорируемых земель.

Нетрудно видеть, что междренные расстояния в данном случае следует рассматривать как функцию нескольких независимых случайных величин. В соответствии с этим, статистические характеристики междренных расстояний для стационарного случая

Таблица I

Параметры дренажа	Обозначения	Изменчивость параметра (коэффициент вариации)		
		относительно слабая	средняя	сильная	очень сильная
Коэффициент фильтрации покровных мелкоземов, м/сут	$K_п$	0,I-0,3	0,3-0,6	0,6-I,5	> I,5
Коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут	$K_в$	0,I-0,2	0,2-0,5	0,5-0,8	> 0,8
Мощность водонасыщенной части покрова до относительного водоупора, м	m_A	0,I-0,3	0,3-0,6	0,6-I,0	> I,5
Мощность водоносного пласта,м	$m_п$	0,I-0,2	0,2-0,5	0,5-I,5	> I,5
Норма осушения, м	$H°$	0,I-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	> 0,6
Сопротивление на несовершенство дрены, м	$L_{нд}$	0,I-0,3	0,3-0,7	0,7-I,5	> I,5
Инфильтрационное питание,м/сут	W	0,I-0,3	0,3-0,8	0,8-I,5	> I,5

определяются по зависимостям

$$\bar{L} = 4\left[\sqrt{\bar{L}_{нд}^2 + \frac{\bar{T}\bar{H}_0}{2\bar{W}}} - \bar{L}_{нд}\right], \qquad (I)$$

$$\sigma_L^2 = \left(\frac{\partial L}{\partial K}\sigma K\right)^2 + \left(\frac{\partial L}{\partial m}\sigma m\right)^2 + \left(\frac{\partial L}{\partial W}\sigma W\right)^2 + \left(\frac{\partial L}{\partial H_0}\sigma H^0\right)^2 + \left(\frac{\partial L}{\partial L_{нд}}\sigma_{L_{нд}}\right)^2, \qquad (2)$$

где

$\bar{L}$ – математическое ожидание междренного расстояния;

σ_L – среднеквадратичное отклонение математического ожидания;

$\bar{K}, \bar{H}^0, \bar{W}, \bar{L}_{нд}, \bar{m}$ – математические ожидания коэффициента фильтрации, действующего напора, инфильтрационного питания, несовершенства дренажной линии и мощности водоносного пласта, соответственно;

σK – среднеквадратичное отклонение коэффициента фильтрации;

σW – среднеквадратичное отклонение инфильтрационного питания;

σH^0 – среднеквадратичное отклонение нормы осушения;

σm – среднеквадратичное отклонение мощности слоя или пласта;

$\sigma_{L_{нд}}$ – среднеквадратичное отклонение несовершенства по степени и характеру вскрытия пласта.

Несовершенство по степени и характеру вскрытия пласта для каждой расчетной схемы рассчитывается так же, как функция случайных величин: мощностей хорошо- и плохопроницаемых слоев, диаметра дрены и т.п.

Выражения частных производных, приведенные в (2), для простейших расчетных схем будут иметь вид

$$\frac{\partial L}{\partial L_{нд}} = 4\left[\frac{L_{нд}}{\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{H^0 Km}{2W}}} - 1\right] \qquad (3)$$

$$\frac{\partial L}{\partial H^0} = \frac{Km}{W\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{H^0 Km}{2W}}} \qquad (4)$$

$$\frac{\partial L}{\partial K} = \frac{H^0 m}{W\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{H^0 Km}{2W}}} \qquad (5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial m} = \frac{H^0 K}{W\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{H^0 Km}{2W}}} \qquad (6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial W} = -\frac{Km}{W^2\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{H^0 Km}{2W}}} \cdot \qquad (7)$$

Для оценки изменчивости междренных расстояний в зависимости от изменчивости исходных параметров воспользуемся выражениями (3)–(7). Преобразовав (2), опустив промежуточные выкладки и вводя безразмерные переменные, получим:

$$V_L = 4 L_{\bar{нд}} \sqrt{\left(\frac{\alpha^2}{1+\alpha}\right)^2 \left(V_K^2 + V_m^2 + V_W^2 + V_{H^0}^2\right) + \left(\frac{1}{\sqrt{1+\alpha}} - 1\right)^2 V_{L_{нд}}^2} \quad , \qquad (8)$$

где $L_{\bar{нд}} = \frac{L_{нд}}{L}$

V_L – коэффициент вариации междренных расстояний;

V_K, V_m, V_W, V_{H^0} – коэффициенты вариации коэффициента фильтрации, мощности каптируемого пласта, инфильтрационного питания и нормы осушения, соответственно.

$V_{L_{нд}}$ – коэффициент вариации несовершенства дренажа.

Как следует из рис.1, построенного по данным расчета (8), изменчивость междренных расстояний может достигать больших величин в зависимости от изменчивости исходных параметров.

Принятие того или иного междренного расстояния L при случайной изменчивости нагрузки на дренаж, геофильтрационных параметров, нормы осушения обуславливает случайную изменчивость напора в междренье. Рассматривая напор в междренье как функцию нескольких независимых случайных величин $K, m, W, L_{нд}$, найдем статистические характеристики напора в междренье H^0 по известным зависимостям

$$\bar{H}^0 = \frac{\bar{W}L^2}{8\bar{K}\bar{m}} + \frac{\bar{W}L}{\bar{K}\bar{m}} L_{\bar{нд}} \quad , \qquad (9)$$

$$\sigma_{H^0} = \sqrt{\left(\frac{\partial H^0}{\partial K}\right)^2 \sigma_K + \left(\frac{\partial H^0}{\partial m}\right) \sigma_m^2 + \left(\frac{\partial H^0}{\partial W}\right) \sigma_W^2 + \left(\frac{\partial H^0}{\partial L_{нд}}\right)^2 \sigma_{L_{нд}}^2} \quad , \qquad (10)$$

где

H^0 – математическое ожидание напора в междренье;

$\sigma_{L_{нд}}$ – среднеквадратичное отклонение напора в междренье.

Оценим изменчивость напора в междренье в зависимости от

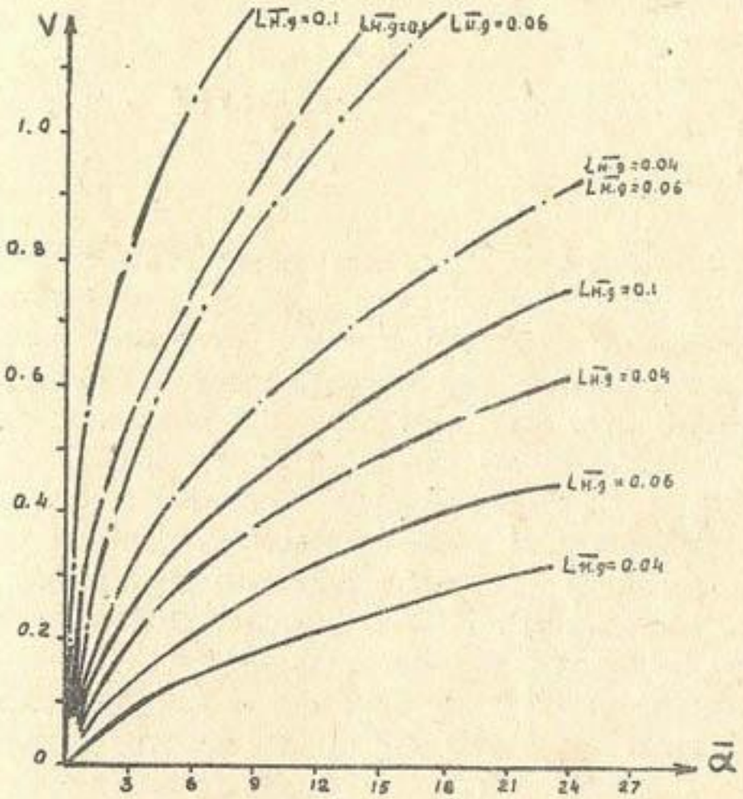


Рис.I. Зависимость коэффициента вариации междренного расстояния от безразмерного параметра β для различной изменчивости исходных параметров:

——— коэффициент вариации 0,2;
– – коэффициент вариации 0,4;
–.– коэффициент вариации 0,6.

принятого междренного расстояния. Используя (8) и (9), получим выражение для определения коэффициента вариации напора под дреной:

$$V_{H^0} = \beta \sqrt{\left(\frac{1}{8} + L_{\bar{H}\bar{g}}\right)^2 V_W^2 + \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{2} L_{\bar{H}\bar{g}}\right)^2 \left(V_K^2 + V_m^2\right) + L_{\bar{H}\bar{g}}^2 \cdot V_{L_{\bar{H}\bar{g}}}^2}, \qquad (11)$$

где $\beta = \frac{WL}{KmH^0}$; $L_{\bar{H}\bar{g}} = \frac{L_{Hg}}{L}$.

Результаты расчетов для одинаковых коэффициентов вариаций приведены на рис.2. Как следует из рис.2, на изменчивость напоров существенно влияют междренное расстояние, несовершенство дренажа и коэффициенты вариации исходных параметров. Кроме того, изменчивость междренных расстояний и напоров в междренье может достигать очень больших значений.

Для того, чтобы учесть возможные подъемы УГВ на определенной части территории из-за случайной изменчивости природной среды и связанное с этим ухудшение мелиоративного состояния земель, междренные расстояния следует находить, исходя из создания определенного запаса "прочности" в расчетах. Если рассматривать междренное расстояние как функцию нескольких независимых случайных величин, то расчетное междренное расстояние (L_p) целесообразно выбирать, используя известный статистический прием - "правило сигм":

$$L_p = \bar{L} \pm n\sigma_L \qquad n = 1,2,3. \qquad (12)$$

Размеры оптимального запаса прочности в проектируемой мощности дренажа, учитывающей изменчивость природных условий, определяются величиной капитальных и эксплуатационных затрат на дренаж, а также стоимостью дополнительной продукции, исходя из условия, что

$$K C_K + Э_H \pm \Delta U \to min \ , \qquad (13)$$

где K - нормативный коэффициент;
C_K - капитальные вложения на строительство дренажа;
ΔU - снижение совокупного чистого дохода сельского хозяйства от недобора урожая при недостаточной

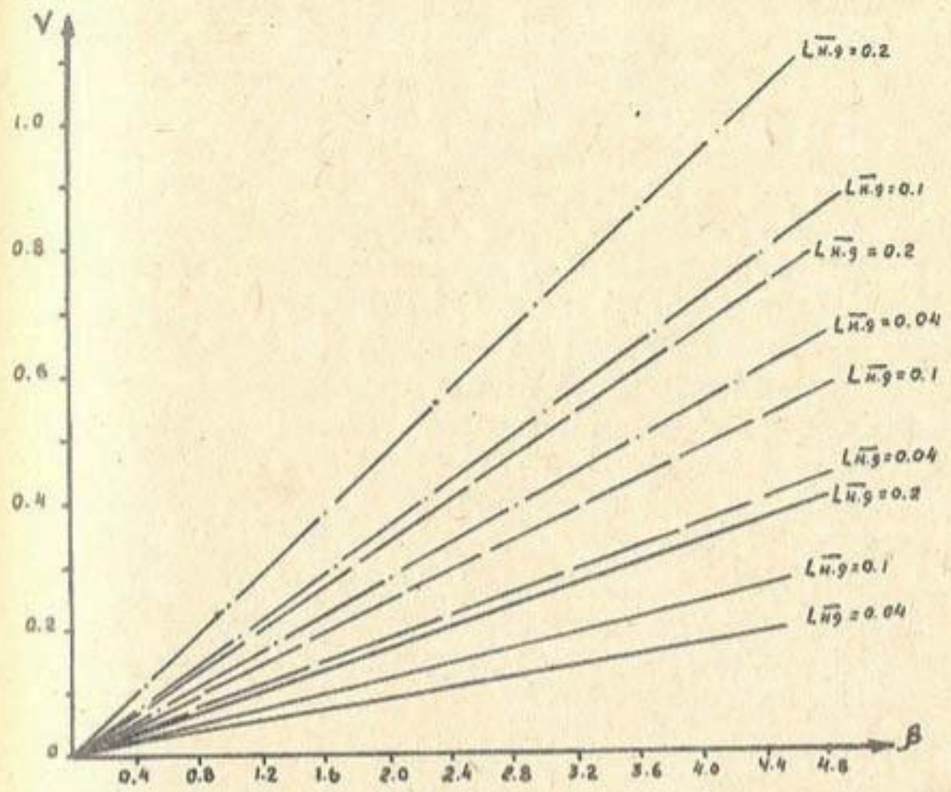


Рис.2. Зависимость коэффициента вариации V напора в междренье от безразмерного параметра β для различной изменчивости исходных параметров:

___ коэффициент вариации 0,2
- - коэффициент вариации 0,4
-.- коэффициент вариации 0,6

протяженности дренажа, не учитывающей случайный характер параметров;

$Э_н$ – эксплуатационные издержки.

Снижение совокупного чистого дохода сельского хозяйства от недобора урожая оценивается по формуле

$$\Delta Д = Д_ч + Н_0 \ ,$$

где

$Д_ч$ – чистый доход, получаемый в хозяйстве за единицу продукции, ц/га;

$Н_0$ – налог с оборота, приходящийся на единицу выращиваемой культуры (хлопок);

Чистый доход $Д_ч$ определяется по выражению:

$$Д_ч = СВП - И_з \ ,$$

где

$СВП$ – стоимость валовой продукции, приходящаяся на I ц/га (для хлопка – 57 руб/ц);

$И_з$ – издержки годовых расходов на выращивание сельскохозяйственной культуры (для хлопка – в среднем 41 руб/ц).

Капитальные затраты на строительство дренажа для каждого варианта рассчитываются через удельную протяженность дрен на гектар орошаемой площади.

$$C_{Кi} = C \cdot l_i \ , \ где \ l_i = \frac{10000}{L_р \pm nб_i} \ . \qquad (I4)$$

Здесь

C – стоимость I м дрен.

Примем глубину заложения дренажа за известную величину, определяемую возможностями строительных механизмов.

Эксплуатационные затраты установлены, как это принято в настоящее время, в виде процента от капитальных вложений.

Снижение совокупного чистого дохода $\Delta И$ от недобора урожая будем оценивать по установленным связям урожайности от засоления корнеобитаемого слоя и связям засоленности уровня и минерализации грунтовых вод и, соответственно, протяженности дренажа.

Относительная урожайность хлопчатника определяется засоленностью почвогрунтов, которая в свою очередь тесно связана с коэффициентом корреляционного отношения, равного 0,944, и описывается уравнением регрессии

$$\bar{U} = exp\left[-a\,(\varphi - b)^2\right] \ , \qquad (I5)$$

где

$\bar{U} = \frac{U}{U_0}$ – относительная урожайность;

φ – засоленность почвогрунтов от сухого веса по сумме токсичных солей, %;

U_0 – урожай на незасоленных землях,

a и b – параметры, определяемые экспериментально;

для нашего случая

$a = 8{,}68$; $\qquad b = 0{,}05$.

График данной зависимости приведен на рис.3 и 4.

Засоленность почвогрунтов определяется минерализацией и глубиной залегания уровня грунтовых вод, а также принятым режимом орошения. Путем обработки опытных данных по юго-восточной части Голодной степи, юго-западной части Джизакской степи и Дальверзинской степи на основе корреляционного анализа установлена зависимость между засолением почвогрунтов по сумме токсичных солей и глубиной залегания уровня грунтовых вод:

$$\varphi = 0{,}05 + \frac{C}{10H\gamma} \exp\left(-\frac{H^2}{5}\right) \ , \qquad (I6)$$

где

H – глубина залегания уровня грунтовых вод, м;

C – минерализация грунтовых вод, г/л;

γ – плотность почвогрунтов, г/см^3.

Для общего случая зависимость (I6) можно получить не только эмпирическим методом, но и достаточно хорошо разработанными методами физико-химической гидродинамики или водосолебалансовыми.

На основе уравнений (I5) и (I6) можно вывести общее уравнение зависимости относительной урожайности от минерализации и уровня грунтовых вод:

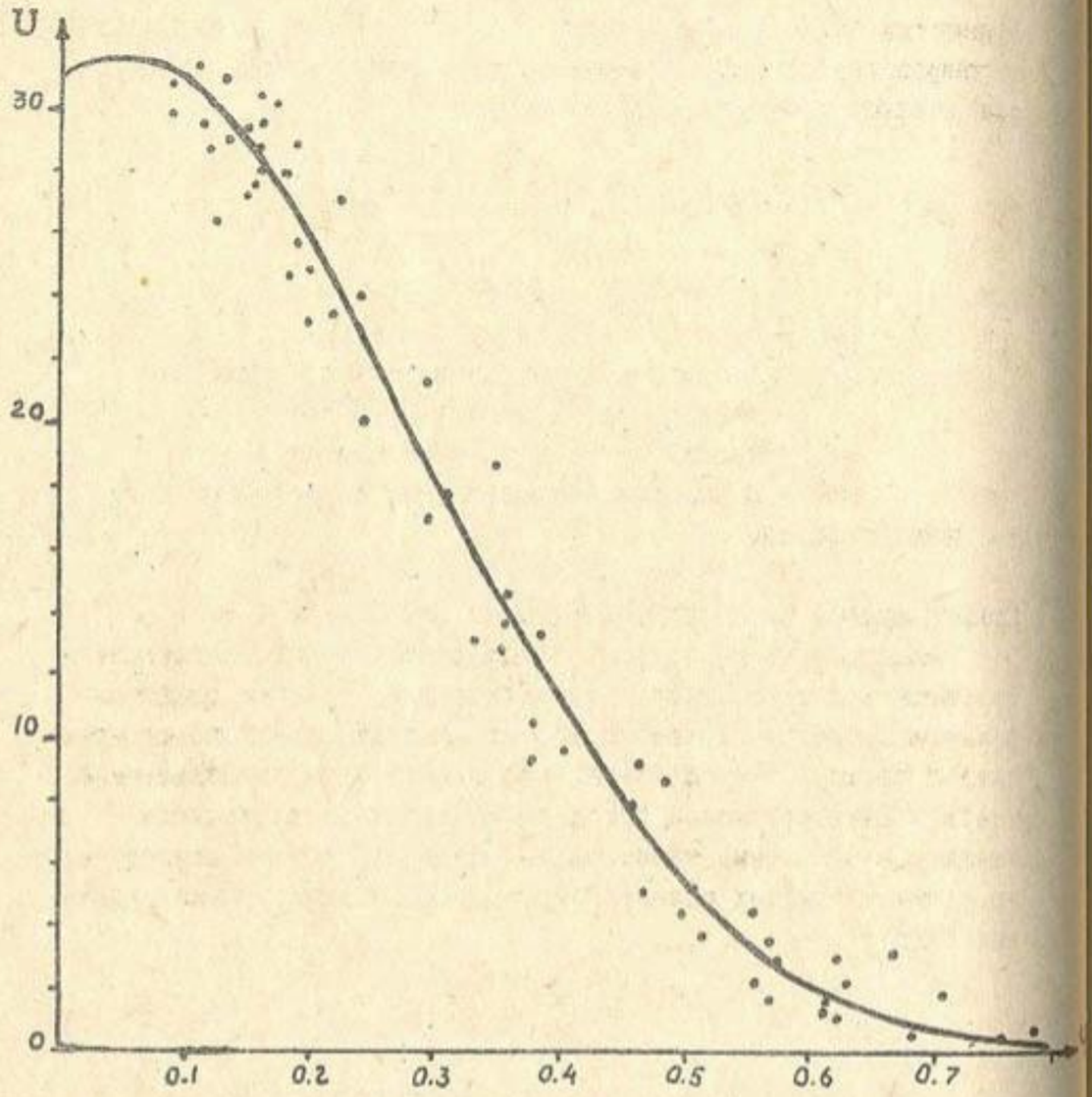


Рис.3. Зависимость урожайности U от суммы токсичных солей φ.

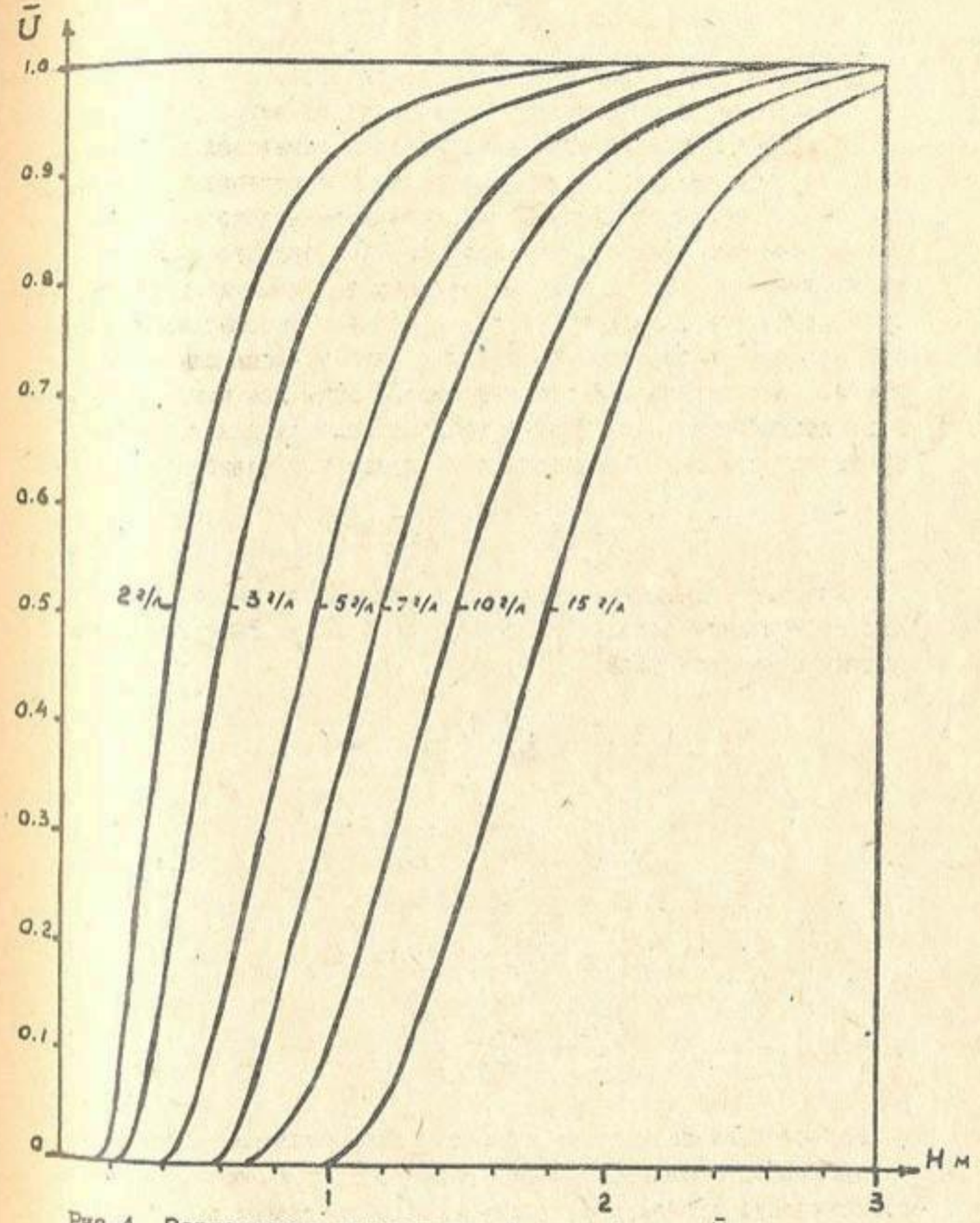


Рис.4. Зависимость относительной урожайности $\bar{U}$ от глубины залегания уровня грунтовых вод при различной степени минерализации.

$$\bar{U} = exp\left\{-8{,}68\left[\frac{c}{10Hg}\,exp\left(-\frac{H^2}{5}\right) - 0{,}05\right]\right\} \qquad (17)$$

Графики этой связи приведены на рис.3,4.

Следующим этапом наших исследований является установление статистических характеристик уровня грунтовых вод в зависимости от принятого запаса прочности в междренных расстояниях. Если коэффициент фильтрации, мощности водоносных слоев, несовершенство дренажа, инфильтрационное питание являются случайными и в первом приближении независимыми величинами, то уровень грунтовых вод в междренье следует рассматривать, даже при заданном междренном расстоянии, как функцию случайных независимых величин. В соответствии с этим для каждого варианта междренных расстояний математическое ожидание уровня грунтовых вод (H^0) находится по известной зависимости

$$\bar{H}^0 = \frac{\bar{W}(L \pm n\sigma_L)^2}{8\bar{K}\bar{m}} + \frac{\bar{W}(L \pm n\sigma_L)}{\bar{K}\bar{m}} L_{нд} . \qquad (18)$$

Среднеквадратичное отклонение междренных расстояний для любого варианта находится по формуле (10). Значения производных приведены ниже

$$\frac{\partial H^0}{\partial W} = \frac{L^2}{8Km} + \frac{L}{Km} L_{нд} , \qquad (19)$$

$$\frac{\partial H^0}{\partial K} = -\frac{WL^2}{8K^2m} - \frac{L}{K^2m} L_{нд} , \qquad (20)$$

$$\frac{\partial H^0}{\partial m} = -\frac{WL^2}{8Km^2} - \frac{L}{Km^2} L_{нд} , \qquad (21)$$

$$\frac{\partial H^0}{\partial L_{нд}} = \frac{WL}{Km} . \qquad (22)$$

По установленным таким образом статистическим характеристикам УГВ определяется ущерб урожайности для любого варианта обеспечности протяженности дренажа по следующей зависимости:

$$\Delta\bar{y} = \sum_{i=1}^{n} \beta_i \bar{y}_i (H, C) , \qquad (23)$$

где β – весовой коэффициент, соответствующий вероятности или частоте встречаемости данного интервала уровня, обеспечивающего снижение урожайности $\bar{U}$, отвечающее уровню этой обеспеченности.

Коэффициент (β) устанавливается по кривой обеспеченности уровня грунтовых вод для заданной протяженности дренажа следующим образом. Кривые обеспеченности УГВ для каждого варианта протяженности дренажа разбиваются на 7–10 интервалов. Для каждого интервала коэффициент устанавливается как разность между границами этого интервала кривой обеспеченности.

Была выполнена для различных условий по предлагаемой методике оценка оптимального запаса "прочности" в расчетах дренажа при его проектировании в различных условиях и широком диапазоне изменчивости.

Для некоторых вариантов результаты расчета приведены на рис.5,6,7,8, а исходные данные для расчетов этих вариантов – в табл.2,3.

Как следует из выполненных расчетов, при невысокой минерализации грунтовых вод и слабой изменчивости исходных параметров дренажа запас "прочности" должен составлять $L_{ср} + \sigma_L$. Если минерализация грунтовых вод высокая (7 г/л и более), то при тех же изменчивостях параметров дренажа запас прочности будет равен $L_{ср} - \sigma_L$.

Однако в природных условиях не все параметры характеризуются одинаковой изменчивостью. Такие параметры, как коэффициенты фильтрации и мощности отложений имеют весьма сильную изменчивость, доходящую до 1,0 и более. При слабой минерализации грунтовых вод (до 3 г/л) и сильной изменчивости исходных параметров запас прочности должен составлять $L_{ср} - 2\sigma_i$, $L_{ср} - 3\sigma_i$, а при высокоминерализованных водах требуются дополнительные опытно-фильтрационные и разведочные работы для детализации геофильтрационных схем природных условий.

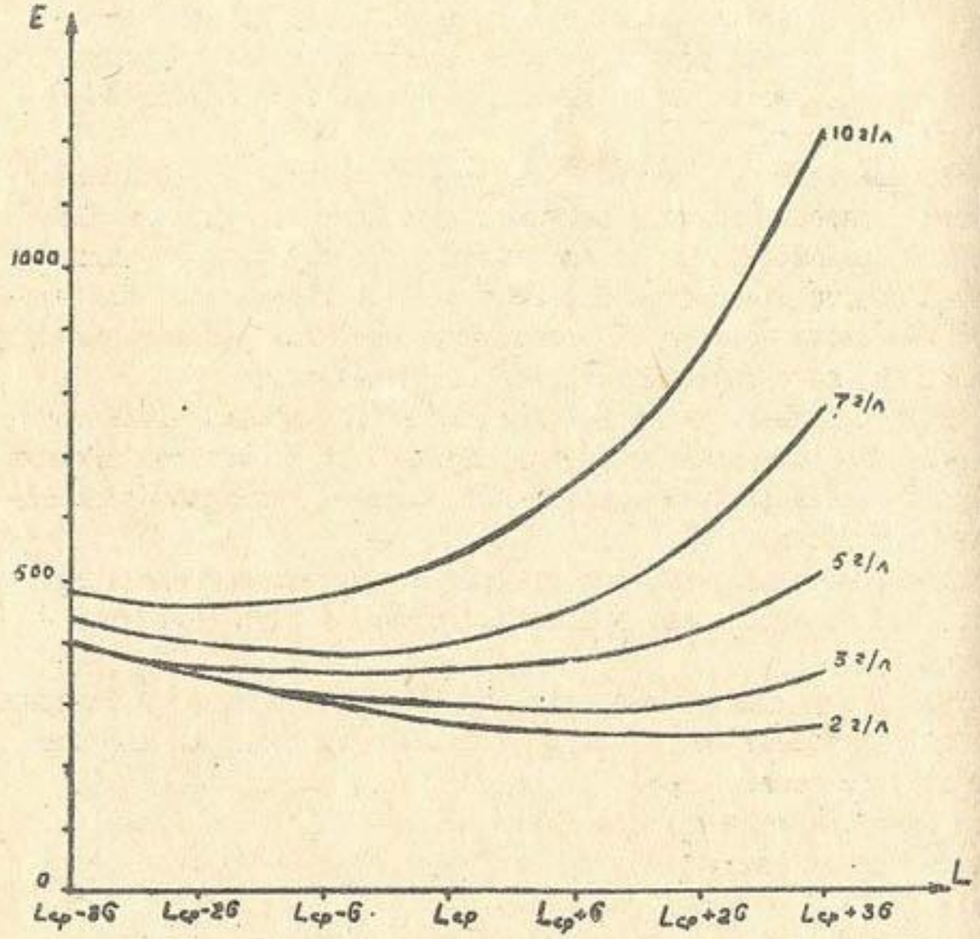


Рис.5. Зависимость экономической эффективности строительства горизонтального дренажа от принятого "запаса прочности" междренного расстояния /однослойное строение/.

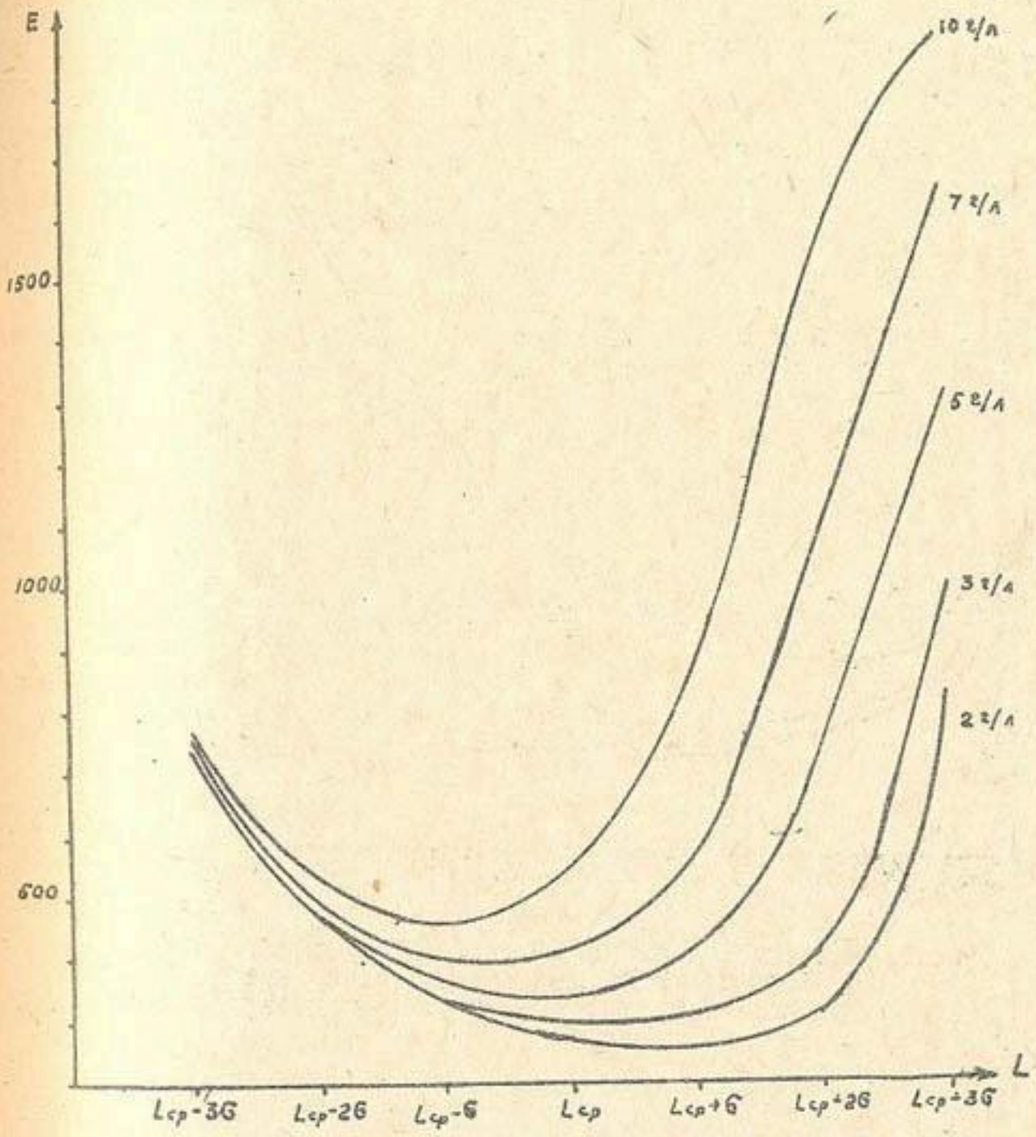


Рис.6 Зависимость экономической эффективности строительства горизонтального дренажа от принятого "запаса прочности" междренного расстояния /однослойное строение/.

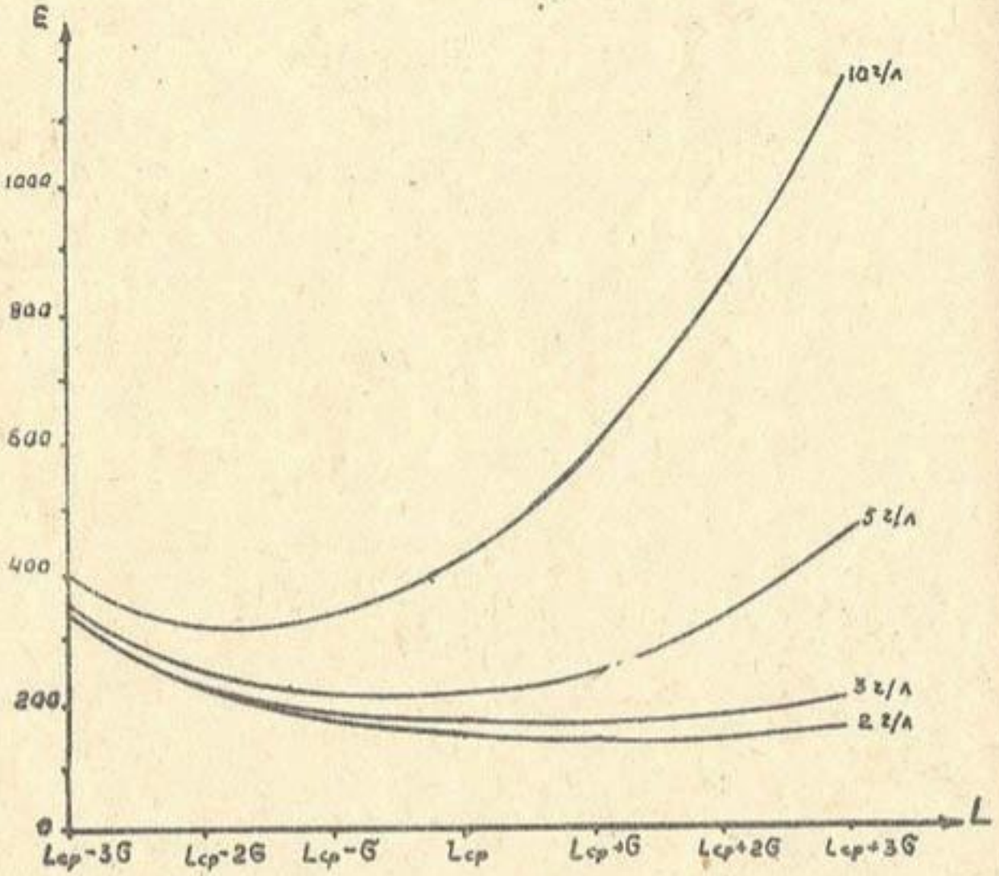


Рис.7. Зависимость экономической эффективности строительства горизонтального дренажа от принятого "запаса прочности" междренного расстояния /двухслойный пласт/.

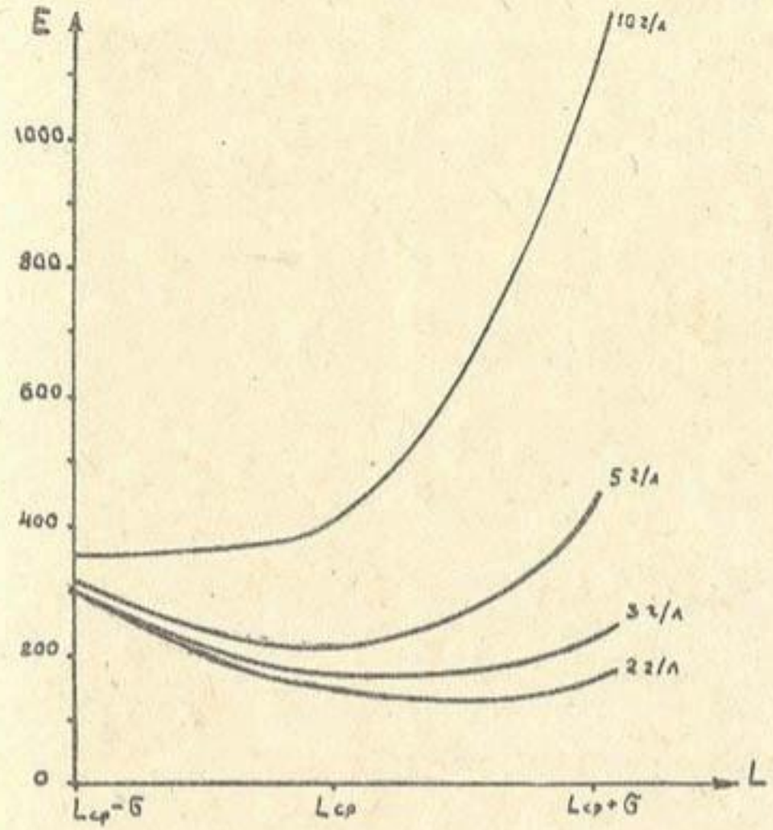


Рис.8. Зависимость экономической эффективности строительства горизонтального дренажа от принятого "запаса прочности" междренного расстояния /двухслойный пласт/.

Таблица 2

Изменчивость параметров дренажа в двух вариантах однослойного строения почвогрунтов

Параметры дренажа	Обозначения	I вариант		II вариант	
		математич. ожидание	коэффициент вариации	математич. ожидание	коэффициент вариации
Инфильтрационное питание, м/сут	W	0,00I5	0,000I5	0,00I5	0,0030
Коэффициент фильтрации, м/сут	$K_ф$	0,5	0,05	0,5	0,I
Мощность пласта, м	m_A	I0	I	I0	2
Диаметр дрены, м	d	0,6	0,06	0,6	0,I2
Норма осушения, м	$H°$	2,0	0,2	2,0	0,4
Несовершенство дрены, м	$L_{нд}$	7,5	0,75	7,5	I,5

Таблица 3

Изменчивость параметров дренажа в двух вариантах двухслойного пласта почвогрунтов

Параметры дренажа	Обозначения	I вариант		II вариант	
		математичес. ожидание	коэффициент вариации	математичес. ожидание	коэффициент вариации
Инфильтрационное питание, м/сут	W	0,00I5	0,000I5	0,00I5	0,0045
Коэффициент фильтрации покрова, м/сут	$K_б$	0,5	0,05	0,5	0,05
Мощность водонасыщенной части покрова до относительного водоупора, м	m_A	7	0,7	7	0,7
Коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут	$K_п$	I0	I,0	I0	5
Мощность водоносного пласта, м/сут	$m_п$	I0	I,0	I0	2
Диаметр дрены, м	d	0,5	0,05	0,5	0,05
Несовершенство дрены, м	$L_{нд}$	226,3	22,6	226,3	45,3
Норма осушения, м	$H°$	2,0	0,2	2,0	0,2

Список использованной литературы

I. Б а р о н В.А. Выбор кондиций при определении гидрогеологических параметров для расчета дренажа. - В кн.: Применение математических методов при гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях. М.,I968, вып.6,25-27с.

2.Барон В.А. Обоснование объемов и видов гидрогеологических исследований для целей мелиорации.-М.:ВСЕГИНГЕО, I974, 55с.

3.Богомолов Ю.Г., Жабин В.Ф., Хачатурьян. Состав и объем фильтрационных исследований,необходимых для обоснования фильтрации. Методы и интерпретация полевых исследований. В кн.: Изменение гидрогеологических условий под влиянием мелиорации. - М.: I980, с.70-I20.

4.Богушевский А.А. Влияние стохастического характера коэффициента фильтрации на расчетный режим осушения. В кн.: Режим осушения и методика полевых научных исследований.М.: Колос, I97I, 240с.

5.Голованов А.И. Учет изменчивости коэффициента фильтрации при расчете дренажа. - В кн.: Физическое и математическое моделирование в мелиорации. М.; I973, 432с.

6.Гороховский Б.М. К выбору расчетных значений параметров при обосновании мелиоративных мероприятий. - В кн.: Материалы межведомственного совещания по мелиоративной гидрогеологии и инженерной геологии. Часть П, М., I972, с.I08-II5.

7.Давидченко Н.Н. Коэффициент фильтрации при проектировании горизонтального дренажа на орошаемых землях - Вестн.с.-х. науки, I973, № I, с.67-73.

8.Зеленин И.В. Оценка параметров фильтрации водоносных пластов с применением методов математической статистики.- Кишинев; Штиница, I976. - 224 с.

9.Ильин Н.И., Чернышев С.Н., Зекцер И.С. и др. Оценка точности водопроницаемости горных пород. - М.: Наука, I97I. - с.35-4I.

I0.Олейник А.Я., Насиковский В.П. Расчет несовершенного дренажа в однородном грунте при неустановившемся режиме фильтрации. - Мелиорация и водное хозяйство, I969, № I0, I96с.

II.Шестаков В.М. Динамика подземных вод. М.: Изд-во, МГУ,I973.- 327с.

УДК 63I.67I

Б.Е.Милькис, канд.физ.-мат.наук
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Сложный комплекс работ по проектированию, строительству и эксплуатации оросительных систем требует точного учета количества воды, используемой для орошения территории.

В настоящее время для определения величины суммарного испарения - водопотребления с сельскохозяйственного поля применяют методы водного и теплового баланса, испарителей или лизиметров, градиентных измерений и гидрометеорологический. Последний связан с разработкой эмпирических соотношений скорости испарения и наблюдаемых характеристик метеорологических элементов.

По методу, разработанному в УкрНИИГиМе, суммарное испарение - водопотребление-определяется по сумме среднесуточных дефицитов упругости водяного пара за расчетный период

$$E = K_{б} \Sigma d , \qquad (I)$$

где E - суммарное испарение, мм;

Σd - сумма среднесуточных дефицитов упругости водяного пара, мб;

$K_{б}$ - биологический коэффициент испарения, мм/мб.

В табл.I приведены значения $K_{б}$ для хлопчатника, составленные в САНИИРИ:

Т а б л и ц а I

Значения биологического коэффициента $K_{б}$ для хлопкового поля

Район	Месяц						В среднем за период
	IУ	У	УI	УП	УШ	IX	
Ферганская долина	0,24	0,20	0,2I	0,3I	0,32	0,39	0,28
Ташкентская область	0,30	0,I9	0,2I	0,33	0,38	0,3I	0,27

Голодная степь	0,25	0,27	0,25	0,25	0,34	0,32	0,28
Каршинская степь и сопредельные с ней районы	0,20	0,I3	0,I8	0,22	0,24	0,20	0,20
Низовья Амударьи	0,26	0,20	0,22	0,30	0,30	0,30	0,26

По разработанному в САНИИРИ методу / I-3 /, суммарное испарение - водопотребление хлопчатника за месяц-определяется по формуле

$$E = \frac{K_a Q_n}{L} , \qquad (2)$$

где Q_n - суммарная радиация, ккал/см^2;

L - скрытая теплота испарения (при температуре воды 0^oC L = 597 кал/г);

K_a - коэффициент.

На основе материалов теплобалансовых наблюдений, проводившихся в Среднеазиатском регионе, определены значения коэффициента по месяцам:

IУ	У	УI	УП	УШ	IX
0,25I	0,289	0,366	0,560	0,5I3	0,540

Для климатологических расчетов суммы суммарной радиации существует большое число эмпирических формул. Мы использовали формулу Савинова-Онгстрема

$$Q_n = Q_o \left[1-(1-K_1) n\right] , \qquad (3)$$

где Q_o - суммарная радиация за месяц при безоблачном небе, ккал/см^2;

n - средняя облачность в долях единицы;

K_1 - эмпирический коэффициент.

Значения Q_o рассчитываются по известным таблицам в зависимости от широты местности. Параметр K_I определяется на основе данных актинометрических наблюдений опорных станций в изучаемом районе.

Проверка рассматриваемого метода, по данным независимых наблюдений в различных районах Узбекистана, показала, что ошибка в определении величин испарения за месяц, как правило,

не превышает ± 20%, а сумма за сезон - 5-I0%.

На основе этой методики были проведены расчеты суммарного испарения с хлопкового поля за многолетний период. Как показали расчеты, за период вегетации на суммарное испарение с хлопкового поля расходуется 6330-9040 м^3/га воды в зависимости от района и года наблюдений. Экстремальные значения сумм испарения хлопкового поля за период отличаются на 500-I850 м^3/га. Наибольшее испарение наблюдается в июле (I560-2300 м^3/га), наименьшее - в апреле (450-780 м^3/га).

В работе / 4 / дана оценка величины суммарного испарения и дефицита водопотребления хлопчатника по высотным зонам различных районов Узбекистана. Например, в Ташкентской области суммарные величины испарения хлопчатника и дефицита водопотребления за вегетационный период на высоте от 20I-400 до 50I-900 м, соответственно, равны 7690-7370 и 6680-5790 м^3/га. В Голодной степи среднемноголетняя величина испарения с хлопкового поля составляет 7720 м^3/га, а дефицита водопотребления - 6740 м^3/га.

Суммарные расходы воды с орошаемого поля в Каршинской степи и сопредельных с ней районах более значительны - 8I60-7970 м^3/га, больше и дефицит водопотребления - 7620-6820 м^3/га. В низовьях Амударьи наибольшие значения испарения и дефицита водопотребления наблюдаются в Хорезмской области (на высоте 8I-I00 м) - 8060 и 7730 м^3/га, наименьшие - в северной Каракалпакии (на высоте 5I-80 м) - 7730 и 7260 м^3/га.

Расчеты показывают, что наименьшая величина дефицита водопотребления за год наблюдается в Ташкентской области (3460-5950 м^3/га), наибольшая - в низовьях Амударьи (87I0-9270 м^3/га).

По результатам теплобалансовых наблюдений, коэффициент перехода от испарения хлопчатника к испарению люцерны равен в среднем I,3, а к испарению с переложных земель (при УГВ I-3 м) - 0,6-0,8. Сезонный ход этих коэффициентов представлен в табл.2 и 3.

Величину испарения люцернового поля определяли из соотношения испарения с хлопкового поля на основе данных табл.3.

Таблица 2

Сезонный ход коэффициента перехода от испарения с хлопкового поля к испарению с люцернового (по месяцам)

IУ	У	УI	УП	УШ	IX	В среднем за период
I,3I	I,78	I,4I	I,2I	I,I2	I,II	I,29

Таблица 3

Сезонный ход коэффициента перехода от испарения хлопчатника к испарению с перелогов (по данным М.В.Бабаева /5/, Л.П.Лапшовой /6/ и Б.Е.Милькиса)

Район	УГВ	Месяц IУ	У	УI	УП	УШ	IX	В среднем за период
Ферганская долина	I-3	0,72	0,98	0,76	0,34	0,5I	0,28	0,60
Вахшская долина	< I	0,90	I,I8	0,94	0,75	0,67	0,65	0,85
	> 3	0,80	0,45	0,30	0,I4	0,II	0,24	0,34
Низовья Амударьи	I-3	0,47	0,76	0,89	0,58	0,70	0,58	0,66

Результаты расчетов средних многолетних величин суммарного испарения и дефицита водопотребления люцерны за вегетационный период представлены в табл.4

Таблица 4

Средние многолетние величины суммарного испарения и дефицита водопотребления люцерны за вегетационный период, $м^3/га$

Район	Высотная зона, м	Величина суммарного испарения	Атмосферные осадки	Дефицит водопотребления
Ферганская долина	30I-400	I0300	830	9470
	40I-500	I0070	620	9450
	50I-900	9920	II40	8780
	90I-I200	9840	I820	8020

Продолжение табл.4

Ташкентская область	20I-400	9830	I0I0	8820
	40I-500	9600	I220	8380
	50I-900	9420	I580	7840
Голодная степь	20I-400	9870	980	8890
Каршинская степь и сопредельные с ней районы	20I-400	I0450	540	99I0
	40I-500	I0300	660	9640
	50I-900	I0I90	II50	9040
Низовья Амударьи	5I-80	9920	470	9450
	8I-I00	I0340	330	I00I0

В последней колонке приведено суммарное испарение за вычетом атмосферных осадков, т.е. величина водопотребления, необходимая для покрытия суммарного испарения. В показания осадкомеров были введены поправки на смачивание.

Как видно из табл.4, в центральной части Ферганской долины, т.е. на высоте 40I-500 м, сумма испарения с люцернового поля за апрель-сентябрь составляет I0070 $м^3/га$, а дефицит водопотребления равен 9450 $м^3/га$. Ближе к предгорьям наблюдается уменьшение испарения до 9840 $м^3/га$, а дефицита водопотребления - до 8020 $м^3/га$. В западной части долины (30I-400 м) испарение несколько выше - I0300 $м^3/га$, однако, дефицит водопотребления здесь почти такой же, как и в центральной ее части за счет большего количества выпадающих атмосферных осадков. Такое распределение испарения и дефицита водопотребления в Ферганской долине обусловлено ее климатическими особенностями: в восточной части выпадает больше осадков, чем в западной.

В Ташкентской области суммарные величины испарения с люцернового поля и дефицита водопотребления на высоте от 20I-400 до 50I-900 м, соответственно, равны 9830-9420 и 8820-7840 $м^3/га$.

В Голодной степи величина испарения с люцернового поля составляет 9870 $м^3/га$, а дефицит водопотребления - 8890 $м^3/га$. В Каршинской степи и сопредельных с ней районах величина испарения и дефицит водопотребления равны, соответственно, I0450-I0I90

и 9910-9040 м³/га.

Суммарные расходы воды с люцернового поля в низовьях Амударьи и дефицит водопотребления составляют 9920-10340 и 9450-10010 м³/га. Характер сезонного хода испарения с люцернового поля представлен в табл.5.

Таблица 5

Распределение величины суммарного испарения с люцернового поля по месяцам за период вегетации, %

Район	Месяц					
	IУ	У	УI	УП	УШ	IX
Ферганская долина	8,1	15,6	17,6	24,0	19,1	15,6
Ташкентская область	7,6	15,6	18,7	24,4	18,6	15,1
Голодная степь	7,4	15,7	18,8	23,5	19,2	15,4
Каршинская степь и сопредельные с ней районы	8,2	16,5	17,7	24,2	18,6	14,8
Низовья Амударьи	8,2	16,2	18,2	24,5	18,1	14,8

Из табл.5 видно, что меньше половины сезонной суммы испарения (43%) приходится на июль и август.

Полевые исследования показывают, что наибольшая величина испарения наблюдается у люцерны второго года посева. После полива люцерны величина испарения за декаду увеличивается на 25-30%; укос уменьшает декадную сумму испарения на 34-54%.

За период вегетации транспирация люцерны составляет около 75% суммарного испарения. Во время экспериментов величина транспирации определялась как разность суммарного испарения, найденного методом теплового баланса, и испарения с почвы под растительным покровом, измеренного испарителями малой модели.

Величина испарения за невегетационный период, по данным наблюдений, составляет 21 (Ферганская долина) - 27% (низовья Амударьи) от величины испарения за период вегетации.

Распределение величины суммарного испарения по месяцам за невегетационный период на люцерновых полях представлено в табл.6.

Таблица 7

Средние многолетние величины суммарного испарения, суммы осадков и дефицита водопотребления на люцерновых полях Узбекистана, м³/га

Район	Высотная зона, м	Величина суммарного испарения	Атмосферные осадки	Дефицит водопотребления
Ферганская долина	301-400	12470	2170	10300
	401-500	12190	2010	10180
	501-900	12000	3400	8600
	901-1200	11910	5130	6780
Ташкентская область	201-400	12190	3580	8610
	401-500	11900	4440	7460
	501-900	11680	5680	6000
Голодная степь	201-400	12240	3440	8800
Каршинская степь и сопредельные с ней районы	201-400	12950	1840	11110
	401-500	12770	2380	10390
	501-900	12630	4110	8530
Низовья Амударьи	51-80	12600	1110	11490
	81-100	13140	970	12170

Таблица 6

Распределение величины суммарного испарения за невегетационный период на люцерновых полях, %

Район	Месяц					
	X	XI	XII	I	II	III
Ферганская долина	32,2	I3,I	7,0	7,5	I4,0	26,2
Низовья Амударьи, Каршинская степь и сопредельные с ней районы	29,5	I0,0	I,3	I0,5	23,9	24,8
Ташкентская область и Голодная степь	30,8	II,6	4,I	9,0	I9,0	25,5

Отсюда видно, что около 56% сезонной суммы испарения приходится на октябрь и март.

Результаты расчетов средних многолетних величин суммарного испарения, суммы осадков и дефицита водопотребления в Узбекистане за год приведены в табл.7.

По данным табл.7 видно, что наименьшая величина дефицита водопотребления за год наблюдается в Ташкентской области – 6000–8610 м^3/га, наибольшая – в низовьях Амударьи – II490–I2I70 м^3/га.

Материалы, приведенные в настоящей работе, дают возможность оценить величину водопотребления люцерны в тех районах, где специальные наблюдения не проводились, а данные о дефиците водопотребления за год и вегетационный период — производить расчеты водопотребления нетто и брутто для различных районов, с учетом сложившегося мелиоративного режима и фактических КПД системы и техники полива.

Список использованной литературы

I.Мильких Б.Е.,Ахмедов Г.А.,Туйчиев Т. К вопросу о зависимости суммарного испарения с орошаемого хлопкового поля от суммарной радиации и радиационного баланса. – Сб.науч.тр./Среднеаз. НИИ ирригации,I969, вып.II8,с.95–II6.

2.Мильких Б.Е.,Муминов Ф.А. Вопросы методики расчета испарения с орошаемых полей. Труды СарНИГМИ,I97I,вып.66 (8I).–Л.:с.52–6I.

3.Мильких Б.Е. Расчет оросительных норм с использованием характеристик радиации.– Труды ВНИИГиМа, I979, вып.2, с.8I–83.

4.Мильких Б.Е. Оценка водопотребления хлопчатника в орошаемой зоне Узбекистана. – Сб.науч.тр./Среднеаз.НИИ ирригации,I98I, вып.I65, с.97–I04.

5.Бабаев М.В. Результаты изучения испарения с поверхности почвы в западной части Ферганской котловины.–В кн.: Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии Таджикистана". Душанбе;I965, с.64–88.

6.Лапшова Л.П. Гидрометеорологический режим испарение с орошаемых полей Вахшской долины: Автореф.дисс.,канд.географ. наук. – Л.,I968, – 24 с.

УДК 626.8I/.84:633.5II

М.Г.Хорст
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ЗАКРЫТЫЕ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ХЛОПКОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ УЗБЕКИСТАНА

Основной тип закрытой оросительной сети, получивший распространение в регионе – самотечно-напорный, в котором напор создается за счет естественных перепадов местности по трассе трубопровода.

Так же, как и напорная, самотечно-напорная сеть позволяет полностью автоматизировать работу системы, осуществлять подачу воды в любую точку ее по требованию водопользователя, несколько снизить требования к качеству планировки поверхности поливных участков.

Однако самотечно-напорной сети присущи и недостатки, сдерживающие широкие масштабы строительства ее, несмотря на обширность зон возможного применения.

Как показывают обследования технического состояния закрытых оросительных систем из асбестоцементных труб, получивших наибольшее распространение в мелиорации, работают такие трубопроводы (особенно диаметром 300...500 мм) ненадежно [I]. Трубы ВТ-9 фактически выдерживают давление, не превышающее

0,5...0,6 МПа, а ВТ-12 - 0,7... 0,8 МПа.

По этой причине в последнее время прекращен выпуск труб ВТ-6, а при проектировании производят замену требующихся по расчету труб ВТ-6 на трубы ВТ-9, что приводит к увеличению сметной стоимости. В этих условиях некоторое снижение рабочего давления в трубопроводах способствовало бы существенному повышению эксплуатационной надежности без роста сметной стоимости.

Большая номенклатура арматуры на сети закрытых трубопроводов предусматривает высокий уровень квалификации как самих поливальщиков, так и специальных ремонтно-эксплуатационных бригад, что находится в противоречии с фактически существующим уровнем эксплуатации и реальными возможностями обеспечения комплектами запасных частей. Так как внутрихозяйственная закрытая оросительная сеть находится на балансе самих хозяйств, повышение качества эксплуатации по сравнению с достигнутым уровнем неизбежно приведет к увеличению себестоимости производства сельхозкультур, возрастающей с опережающими темпами, особенно в первые годы, по сравнению с доходами хозяйств за счет повышения урожайности.

Второе направление в создании закрытых оросительных систем, развивающееся с начала восьмидесятых годов, основывается на снижении напорности транспортирующих трубопроводов до величин, достаточных для работы поливных устройств (оросительная система ВНПО "Союзводавтоматика" с сифонными водораспределителями пневмогидравлического управления [2], оросительная система САНИИРИ с водосливными стояками-водсвыпусками [3]).

Это направление позволяет повысить надежность трубчатых линий, привести в соответствие их напорные характеристики напорам в сети, а в перспективе использовать специальные механизмы, формующие из бетона непрерывные трубчатые линии непосредственно на трассах закрытых распределителей.

Вместе с тем следует отметить, что в этом случае появляется ряд особенностей, несколько ограничивающих зону применения таких систем: повышенные требования к планировке, недопустимость обратных уклонов по трассе транспортирующих трубопроводов, необходимость в больших, по сравнению с напорными системами, диаметрах транспортирующих трубопроводов. Но появляется одно немаловажное для зон их применения (средние и большие

уклоны) преимущество: возможность перехвата и повторного использования поверхностного сброса. Кроме того, возможно некоторое снижение требований к прочностным характеристикам трубчатых линий.

Наиболее целесообразна комбинированная закрытая самотечно-напорная сеть, в которой верхняя часть системы с напорами до 4...6 м выполнялась бы по первой (напорной) схеме, а нижняя часть с напорами > 6 м - по второй (малонапорной) схеме.

При назначении технологических параметров закрытой оросительной сети и поливных устройств важное значение имеет выбор элементов техники полива.

Основной технологией поверхностного способа орошения является полив постоянной струей. Для этой технологии характерны большие непроизводительные потери оросительной воды на поверхностный сброс, неравномерность увлажнения по длине борозды. Эти недостатки полива постоянной струей в значительной мере исключаются при поливе переменной струей или дискретном поливе. Однако, широкого производственного внедрения эти две технологии пока не имеют. Причина - отсутствие технических средств, учитывающих особенности этих технологий и потребность в существенном изменении принципов проектирования оросительной сети всех порядков.

Таким образом, поверхностный полив постоянной струей является основной производственной технологией.

Из применяющихся методик подбора оптимальных сочетаний элементов техники поверхностного полива постоянной струей наиболее обоснована и распространена методика, разработанная Н.Т.Лактаевым [4], основанная на созданной им классификации орошаемых земель по уклонам и водопроницаемости почвогрунтов. Основным фактором при решении задачи оптимизации элементов техники полива в ней принят средний уклон местности. Такой подход полностью оправдан при выборе оптимальных элементов техники полива на уровне схем и при рабочем проектировании для зон безуклонных и малоуклонных земель ($i < 0{,}003$).

Определяющим фактором при назначении оптимальных сочетаний элементов техники полива при $i > 0{,}003$ является расход в борозду, максимальная величина которого ограничивается сопротивляемостью почв размыву. Кроме того, геоморфологичес-

ние условия для таких зон, как правило, отличаются большой пестротой, и принятие элементов техники полива по средним для зоны величинам может существенно отклонить их от действительно оптимальных значений и привести к неправильным техническим решениям оросительной сети. Для этих условий в принятой классификации уклонов при конкретном проектировании предлагается выделять подзоны с тем, чтобы максимальные величины расходов в борозды двух смежных подзон не отличались бы более, чем на 10...20%.

Из методик, позволяющих вести расчет элементов техники полива постоянной струей по заданному уклону в направлении полива, остановимся на основных положениях методики, предложенной Г.Н.Павловым /5/ и дополненной нами в настоящей статье.

В расчетах сочетаний элементов техники полива приняты следующие ограничения:

I. Так как расход в борозду $q_б$ определяется пропускной способностью борозды и в то же время допустимой скоростью движения потока, при которой не происходит размыва почвогрунтов, $q_б$ не должен превышать следующих величин (табл.I):

Таблица I

Максимально допустимые расходы в борозду из условия недопущения эрозии почвы

i	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01	0,02
$q_{б(max)}$	0,8	0,54	0,44	0,35	0,30	0,26	0,22	0,18	0,10

2. При поливе постоянной струей необходимо стремиться к равномерному увлажнению заданной нормой по длине борозды. Неравномерность увлажнения характеризуется коэффициентом "К":

$$K = \frac{m_н}{m_к} = \left(\frac{T_п}{T_п - t_g}\right)^{(1-\alpha)}, \qquad (I)$$

где $m_н$ – увлажнение в начале борозды, м³/га;
$m_к$ – то же, в конце борозды, м³/га.

Для оценки степени неравномерности увлажнения принята следующая градация:

- хорошее увлажнение $K \leqslant 1{,}25$;
- удовлетворительное $K \leqslant 1{,}67$;
- неудовлетворительное $K > 1{,}67$.

Для описания динамики впитывания принята формула А.Н.Костякова, что справедливо для легкосуглинистых, хорошо оструктуренных почв, имеющих основное распространение в зонах средних (верхний предел) и больших уклонов:

$$v_t = v_1 \cdot t^{-\alpha}, \qquad (2)$$

где t – время, ч;
v_1 – скорость впитывания в конце первой единицы времени, м/ч;
α – безразмерный коэффициент, характеризующий динамичность впитывания и зависящий от свойств почвы и ее начальной влажности;

$$v_1 = v_0 \cdot (1-\alpha) \qquad (3)$$

(v_0 – средняя скорость впитывания за первую единицу времени, м/ч).

Используя параметры формулы (I), определяемые опытным путем, можно вычислить объем воды, впитавшейся по длине борозды за период проведения полива:

$$W = v_0 \chi l_б \left[T_п - \frac{t_g}{1+\frac{1}{\alpha}}\right]^{(1-\alpha)}. \qquad (4)$$

Здесь χ – расчетная ширина инфильтрационного фронта (м), приравниваемая смоченному периметру борозды, определяемому из формулы расхода потока в открытом русле –

$$q_б = \omega C \sqrt{Ri}, \qquad (5)$$

где ω – площадь поперечного сечения потока, м²;
C – коэффициент Шези, $м^{\frac{1}{2}}$ с;

R – гидравлический радиус, м;
i – уклон борозды;
$q_б$ – расход в борозду, м³/ч;
$l_б$ – длина борозды, м;
$T_п$ – общее время полива, ч;
t_g – время добегания поливной струи по сухой борозде, ч,

$$t_g = \left(\frac{l_б \cdot K \cdot U_0}{q_б}\right)^{\frac{1}{\alpha}}. \qquad (6)$$

Объем воды, впитавшейся по длине борозды W, и поливная норма $m_{нт}$ взаимосвязаны следующим соотношением:

$$m_{нт} = \frac{W \cdot 10^4}{a \cdot l_б}, \qquad (7)$$

где $m_{нт}$ – поливная норма, м³/га;
a – ширина междурядий, м

Таким образом, заданной поливной норме $m_{нт}$ соответствует величина необходимого увлажнения по длине борозды:

$$W_{нт} = \frac{m_{нт} \cdot a \cdot l_б}{10^4}. \qquad (8)$$

Из формулы (4) можно найти общее время полива $T_п$, необходимое для увлажнения борозды заданной поливной нормой $m_{нт}$:

$$T_н = \left(\frac{W_{нт}}{U_0 \cdot K \cdot l_б}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} + \frac{t_g}{1-\frac{1}{\alpha}}. \qquad (9)$$

Затем при заданных расходе поливной струи $q_б$, длине борозды $l_б$, поливной норме $m_{нт}$ и соответствующих им времени добегания поливной струи по сухой борозде t_g и общем времени полива $T_п$ по формуле (I) проверяют степень неравномерности увлажнения по длине борозды и определяют величину поверхностного сброса m_c:

$$m_c = \frac{(q_б T_п - W_{нт}) \cdot 10^4}{a l_б}. \qquad (10)$$

В результате расчетов выбирают такое оптимальное сочетание элементов техники полива, при котором полив заданной нормой $m_{нт}$ происходит с минимальной величиной сброса m_c при допустимой неравномерности увлажнения по длине борозды.

Соотношение поливной нормы брутто $m_{бр}$ и расчетной поливной нормы нетто $m_{нт}$ дает коэффициент полезного использования оросительной воды полем:

$$\eta_{ивл} = \frac{m_{нт}}{m_{бр}} = \frac{m_{нт}}{m_{нт} + m_c} \qquad (11)$$

или с учетом (7), (10) –

$$\eta_{ивл} = \frac{W_{нт}}{q_б T_п}. \qquad (12)$$

Из формулы (I) следует:

$$\frac{T_п}{t_g} = \frac{K^{\frac{1}{1-\alpha}}}{K^{\frac{1}{1-\alpha}} - 1}, \qquad (13)$$

т.е. степень неравномерности увлажнения поливной борозды расходом $q_б$ по ее длине $l_б$ при известной интенсивности впитывания зависит от отношения общего времени полива $T_п$ к времени добегания поливной струи по сухой борозде t_g (рис.I).

Допустимому коэффициенту неравномерности K = I,25 соответствует отношение $\frac{T_п}{t_g}$ = 2,8...4,2; нижнее значение соответствует почвогрунтам слабой проницаемости (α = 0,49), верхнее – сильной (α = 0,I6).

Используя (4), (I3) формулу (I2) можно представить в виде

$$\eta_{ивп} = \frac{\left[\frac{K^{\frac{1}{1-\alpha}}}{K^{\frac{1}{1-\alpha}} - 1} - \frac{1}{1+\frac{1}{\alpha}}\right]^{(1-\alpha)} \cdot \left(K^{\frac{1}{1-\alpha}} - 1\right)}{K^{\frac{1}{1-\alpha}}}. \qquad (14)$$

Из формулы (I4) следует, что коэффициент полезного использования воды полем $\eta_{ивл}$ зависит от степени неравномерности увлажнения по длине борозды и интенсивности впитывания.

Сильноводопроницаемым почвогрунтам соответствуют высокие значения $\eta_{ивп}$, с понижением водопроницаемости почвогрунтов $\eta_{ивп}$ снижается. В пределах одной градации почвогрунтов по водопроницаемости максимальным значениям $\eta_{ивл}$ соответствуют максимальные значения коэффициента неравномерности увлажнения K (рис.2).

Это объясняется тем, что в соответствии с зависимостью $K = f\left(\frac{T_п}{t_g}; \alpha\right)$ с уменьшением неравномерности увлажнения по длине борозды резко возрастает общее время полива и, как следствие, увеличивается поверхностный сброс в конце борозды.

Для сравнения приведем нормативные элементы техники бороздкового полива, предложенные Н.Т.Лактаевым для зон средних

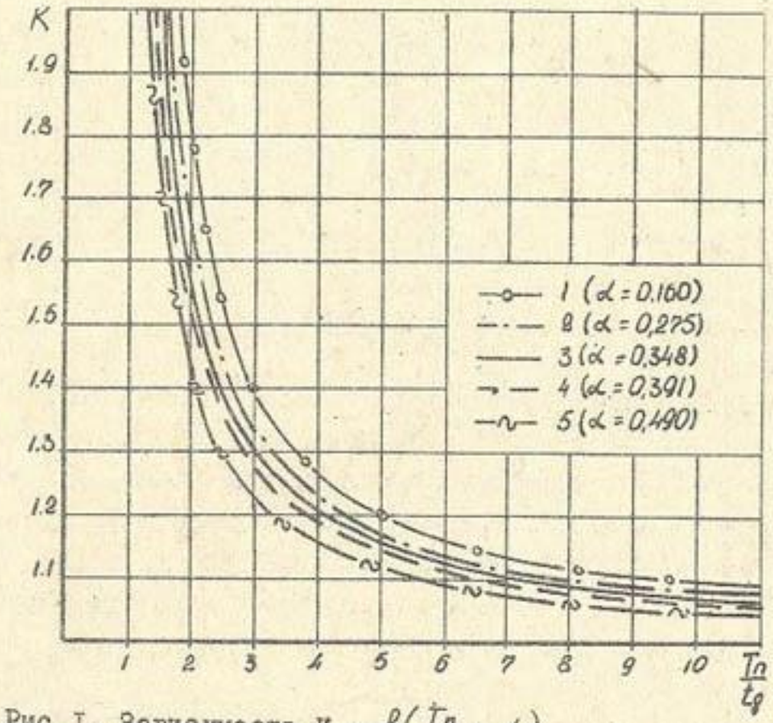


Рис.I. Зависимость $K = f\left(\frac{T_n}{t_g}; \alpha\right)$
при водопроницаемости почвогрунтов:
I - сильной, 2 - повышенной, 3 - средней,
4 - пониженной, 5 - слабой.

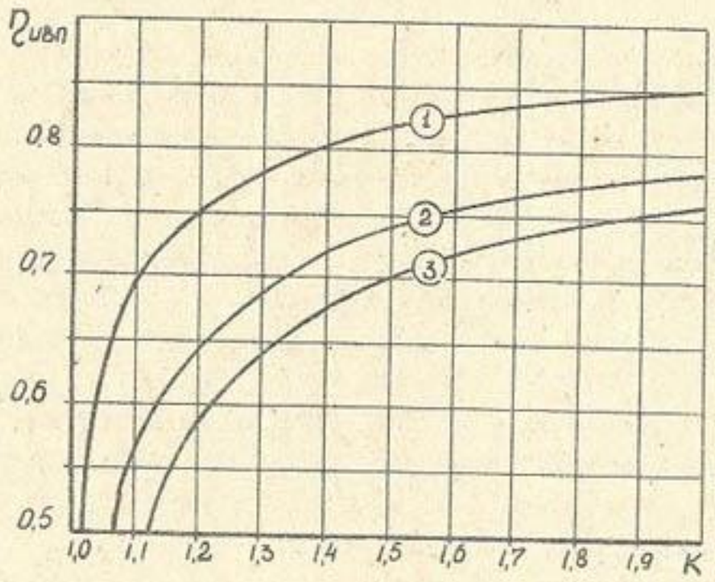


Рис.2 Зависимость $\eta_{ивп} = f(K, \alpha)$
при водопроницаемости почвогрунтов:
I - сильной, 2 - повышенной, 3 - средней.

($\frac{0,0025...0,0075}{0,005}$) и больших ($\frac{0,00075...0,025}{0,01}$) уклонов местности [4] и рассчитанные по описываемой методике для почв повышенной водопроницаемости при поливной норме $m_{нт}$ = 800 м³/га и междурядье a = 0,6 м (табл.2):

Таблица 2

Элементы техники бороздкового полива для зон средних и больших уклонов

Уклон	По Н.Т.Лактаеву				По рассматриваемой методике			
	$l_б$,м	$q_б$,л/с	t_g,ч	$T_п$,ч	$l_б$,м	$q_б$,л/с	t_g,ч	$T_п$,ч
0,003	-	-	-	-	300	0,70	2,2	8,7
0,005	275	0,75	3,5	5,9	250	0,45	2,8	II,7
0,008	-	-	-	-	200	0,25	3,9	I5,7
0,0I	I25	0,25	4,5	9,I	I50	0,I8	3,3	I8,2
0,025	-	-	-	-	I00	0,08	4,0	20,I

Различия в рекомендуемых сочетаниях элементов техники полива могут быть объяснены отличающимися граничными условиями. В наших расчетах коэффициент неравномерности увлажнения по длине борозды, т.е. соотношение увлажнения в начале и в конце борозды принимался близким к K = I,25 (п.2). По Н.Т.Лактаеву такое ограничение не устанавливается, но за счет допущения заведомо большей неравномерности увлажнения по длине сокращается величина поверхностного сброса и несколько увеличивается глубинный сброс в начале борозды с недоувлажнением ее концевой части. Правомерность такого подхода может быть оценена на основе оптимизационной модели, включающей приведенные затраты на формирование водных ресурсов в данном бассейне и учитывающей возможное снижение урожайности от неравномерности увлажнения.

Вместе с тем, вне зависимости от указанных различий в подходах к выбору элементов техники полива, как это видно из сопоставления значений в правой части табл.2, для нижних и верхних пределов средних значений уклонов анализируемых зон элементы техники полива заметно разнятся. Таким образом, среднее значение уклона зоны характеризует данный уклон, но не весь

диапазон уклонов зоны.

С учетом того, что совхоз № I6 Джизакской степи выбран Главсредазирсовхозстроем в качестве базового хозяйства для испытаний перспективных схем и конструкций закрытой оросительной сети, нами выполнено районирование (М I : 25000) северной части совхоза, подлежащей освоению в первую очередь, по схемам применения закрытой низконапорной оросительной сети с водосливными стояками-водовыпусками.

Предварительно северная часть совхоза была районирована по уклонам поверхностей поливных карт. Для каждого из выделенных уклонов рассчитаны оптимальные сочетания элементов техники полива постоянной струей при поливной норме $m_{нт}$ = I000 м^3/га, междурядье а = 0,6 м и параметрах формулы впитывания (2), определенных опытным путем: K_0 = 0,032 м/ч; α = 0,275 (табл.3).

Таблица 3

Рекомендуемые элементы техники полива постоянной струей для северной зоны совхоза № I6-Д (при междурядье а = 0,6 м)

i	a, м	$l_б$, м	$q_в$, л/с	t_g, ч	$T_п$, ч	K	m_e, м^3/га
0,004		300	0,50	4,2	I4,8	I,27	483
0,005		300	0,45	4,9	I6,2	I,29	462
0,006		250	0,35	4,3	I8,4	I,22	546
0,007		250	0,30	6,7	I9,7	I,35	422
0,008		200	0,25	4,2	2I,6	I,I7	53I
0,0I0		200	0,I5	II,6	30,9	I,4I	390
0,020		200	0,I0	II,I	52,9	I,I9	588

Зависимость орошаемой из участкового распределителя площади Ω от расчетного расхода стояка-водовыпуска Q_p определяется следующей формулой [5]:

$$\Omega = \frac{Q_p\, l_б\, a\, t_{min}}{q_б\, T_п\, 10^4}, \qquad (I5)$$

где t_{min} – минимальный межполивной период, ч.

С использованием рекомендуемых сочетаний элементов техники полива постоянной струей при междурядье а = 0,6 (табл. 3) и формулы (I5) определены максимальные площади орошения из участковых распределителей в зависимости от их пропускной способности[x].

Таблица 4

Максимальные площади орошения при различной пропускной способности участковых распределителей

i	$q_б$, л/с	$l_б$, м	$T_п$, сут	Максимальные площади орошения (га) при Q_p равном, л/с			
				50	I00	I50	200
0,005	0,45	300	0,7	34	69	I03	I37
0,006	0,35	250	0,8	32	64	96	I29
0,007	0,30	250	0,8	38	75	II3	I50
0,008	0,25	200	0,9	32	64	96	I28
0,0I	0,I5	200	I,3	37	74	III	I48
0,02	0,I0	200	2,2	33	65	98	I3I

С учетом изложенного, в качестве поливных устройств для северной части совхоза № I6-Д рекомендуются: при поперечной схеме полива – жесткие поливные трубопроводы ПАР-I00,ТАП-I50; при продольной схеме полива – гибкие шланги из мелиоративной ткани с регулируемыми водовыпусками.

Выполненные нами расчеты показали практическую возможность применения на всей рассматриваемой территории низконапорных (напор до 2 м) участковых распределителей из асбестоцементных труб класса ВТ-6 с водосливными стояками-водовыпусками (автор.свид. № 967412).

Из общей площади 3327 га, для которой выполнено районирование, продольная схема полива рекомендована на I3I9 га (39,6%), поперечная схема – на площади 2008 га (60,4%). Гибкие шланги рекомендованы на площади I757 га (52,8%) в основном при продольной схеме полива, а жесткие поливные трубопро-

x) При расчетной поливной норме $m_{нт}$ = I000 м^3/га осредненный межполивной период июля для условий северной части совхоза t_{min} = I2 сут.

воды ПАР-100 и ТАП-150 - на площади 1570 га (47,2%) - при поперечной схеме с безнапорным режимом работы поливных устройств.

На примере выполненных для северной зоны совхоза № 16-Д расчетов можно рекомендовать следующие параметры поливных устройств для условий средних и больших уклонов:

- расход поливного устройства: для жестких безнапорных трубопроводов $Q_{пу}$ = 20...33 л/с; для гибких шлангов $Q_{пу}$ = 25...50 л/с;
- длина поливного устройства (или поливной части его при наличии транзитного участка) при поперечной схеме $\ell_п$ =50... 240 м, при продольной $\ell_п$ = 50...120 м;
- внутренние диаметры поливных устройств жестких трубопроводов $\phi_{пу}$ = 146; 215 мм; гибких - $\phi_{пу}$ = 200; 250; 300 мм;
- расходы водовыпусков в борозды $q_б$ = 0,05...0,45 л/с;
- диаметры регулируемых водовыпусков в борозды d = 14; 20 мм.

Выводы

1. С целью повышения эксплуатационной надежности закрытой оросительной сети в зонах средних (верхний предел) и больших уклонов (по классификации Н.Т.Лактаева) предлагается использовать комбинированную закрытую самотечно-напорную сеть, верхняя часть которой с напорами <6 м выполняется по "традиционной" схеме закрытой сети, а нижняя - с напорами >6 м - с водосливными стояками-водовыпусками (автор.свид. № 967412 Б.И. № 39 за 1982 г.).

2. При выборе технологических параметров оросительной сети в зонах средних (верхний предел) и больших уклонов элементы техники полива постоянной струей должны назначаться не по укрупненным средним уклонам, характеризующим всю зону, а по фактическим средним уклонам поливных карт. В качестве методики выбора оптимальных сочетаний элементов техники полива по заданным уклону в направлении полива, водопроницаемости почвогрунтов, поливной норме может быть использована описанная в статье.

Список использованной литературы

1. Ткач В.Н. "Совершенствование строительства закрытых оросительных систем". М.:Гидротехника и мелиорация № 9, 1983.
2. Глазьев В.А., Кривошеков В.С., Билик А.О. "Автоматизированная низконапорная закрытая оросительная система". М.: Гидротехника и мелиорация, № 1, 1981.
3. Акопян Я.В., Павлов Г.Н., Шапошников В.Н., Нигматуллин Р.А. "Оросительная система". Автор.свид. № 967412. Бюлл. № 39, 1982.
4. Лактаев Е.Т. "Полив хлопчатника", М., "Колос", 1978.
5. Павлов Г.Н. и др. Рекомендации по технике полива и проектированию оросительной сети в условиях сложного рельефа предгорий, Ташкент, САНИИРИ, 1982.

УДК 631.67.036.4

М.А.Якубов
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

ФОРМИРОВАНИЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА ПОЧВОГРУНТОВ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД НА ОРОШЕНИЕ[x)]

В Средней Азии одним из путей покрытия дефицита водных ресурсов является использование минерализованных дренажно-сбросных, подземных и грунтовых вод для полива сельскохозяйственных культур.

Но это связано с возникновением различных отрицательных явлений, таких как накопление солей в почве, в грунтовой и подземной воде, снижение урожайности сельскохозяйственных культур и т.д. Поэтому большой научный и практический интерес представляет изучение формирования водно-солевого режима почв и грунтовой воды во время вегетационных поливов с тем,

---

x) Работа выполнена под руководством канд.с/х наук А.У. Усманова.

чтобы обосновать оптимальные величины поливных норм и продолжительность межполивных периодов.

Нами проводились исследования на опытно-производственном участке, типичном для новоосваиваемых земель Центральной Ферганы. Участок в 101,8 га с момента освоения (с 1977 г.) поливался только минерализованной водой (минерализация составляла 2,0 - 3,5 г/л). Для детального изучения динамики влажности, солевого режима, питательных элементов и других процессов, происходящих во время поливов, выбрали опытную карту площадью 11 га.

Почвогрунты опытного участка в верхнем 0-120-сантиметровом слое относятся к легкому и среднему механическому составу, а с 120 до 25 см, местами 300 см - тяжелому (табл.1). Коэффициент фильтрации верхнего 3-метрового слоя колеблется в пределах 0,40-1,01 м/сут.

Таблица 1

Водно-физические свойства почвогрунтов опытного участка

Глубина слоя, см	Объемная масса, г/см³	Удельная масса, г/см³	Скважность, %	Предельно-полевая влагоемкость,%	Водоотдача или недостаток насыщения, доли ед.	Коэффициент фильтрации, м/сут
0-100	1,42	2,72	48	23,9	0,14	
100-200	1,48	2,74	46	22,9	0,12	0,40-1,01
200-300	1,62	2,75	41,4	22,3	0,06	
0- 300	1,51	2,74	45,1	23,0	0,11	

На карте детальных исследований были заложены три точки (площадки) для изучения солевого режима почвогрунтов, динамики УГВ, минерализации, влажности почвенно-поглощающего комплекса, питательных элементов и других факторов во время вегетационных поливов. Наблюдения велись перед и после каждого вегетационного полива по общепринятой методике САНИИРИ и СоюзНИХИ.

Первая точка располагалась на расстоянии 30 м от собирателя, вторая - 80 м, третья - 150. Почвогрунты первой наблюдательной точки имеют в основном тяжелый механический состав;

второй и третьей - средний и легкий.

Первая точка по степени засоления тоже превосходит другие. Засоление по плотному остатку в исходном состоянии было в пределах 0,41...3,03%, тогда как в двух других точках от 0,33 до 2,12% (среднее на трехметровый слой). А в целом земли опытного участка в исходном состоянии имели в основном слабую и среднюю степень засоления. Сумма солей в почве изменялась от 0,8 до 1,8% от веса сухой почвы и по хлору иона - от 0,01 до 0,02. Тип засоления сульфатно-кальциево-натриевый. Основная севооборотная культура - хлопчатник, занимающий 53...70% от всей площади в 94,3 га.

Основные земли участка (88,3%) имеют минерализацию грунтовых вод 4-10 г/л, а небольшая часть (11,7%) - более 10 г/л. Подземные воды пресные и имеют положительный пьезометрический напор. На глубине 20...25 м минерализация подземных вод колеблется в пределах 0,94...3,30 г/л. Величина пьезометрического напора составляет + 0,05...1,1 м.

На участке построена открытая коллекторно-дренажная сеть с удельной протяженностью 44 м/га. Глубина дрен колеблется в пределах 2,5-3,0 м, местами 2 м.

Хлопчатник на участке поливали в 1978 г. 6 раз. Поливная норма нетто составляла от 990 до 1660 м³/га. Под действием вегетационных поливов происходило опреснение почвогрунтов, а в межполивной период, из-за близкого стояния уровня минерализованных грунтовых вод, шло интенсивное восстановление солей. На рис.1, показана динамика солевого режима перед поливами и после.

Анализ экспериментальных данных, полученных в вегетационный период 1978 г., показал следующее. Перед первым поливом в зоне аэрации засоление почв по плотному остатку (в среднем по трем точкам) составляло 1,507%, или 375 т/га; после первого полива нормой 1660 м³/га уменьшилось до 1,428%, или 355 т/га, т.е. из зоны аэрации в грунтовые воды вынесено 20 т/га солей. В межполивной период из-за близкого стояния уровня минерализованных грунтовых вод произошло восстановление солей. Сумма их в зоне аэрации увеличилась с 1,428% до 1,442%, или с 355 до 359 т/га. Второй полив нормой 890 м³/га опять рассолил зону аэрации, и запасы солей уменьшились с 359 до 330 т/га. Эта закономерность

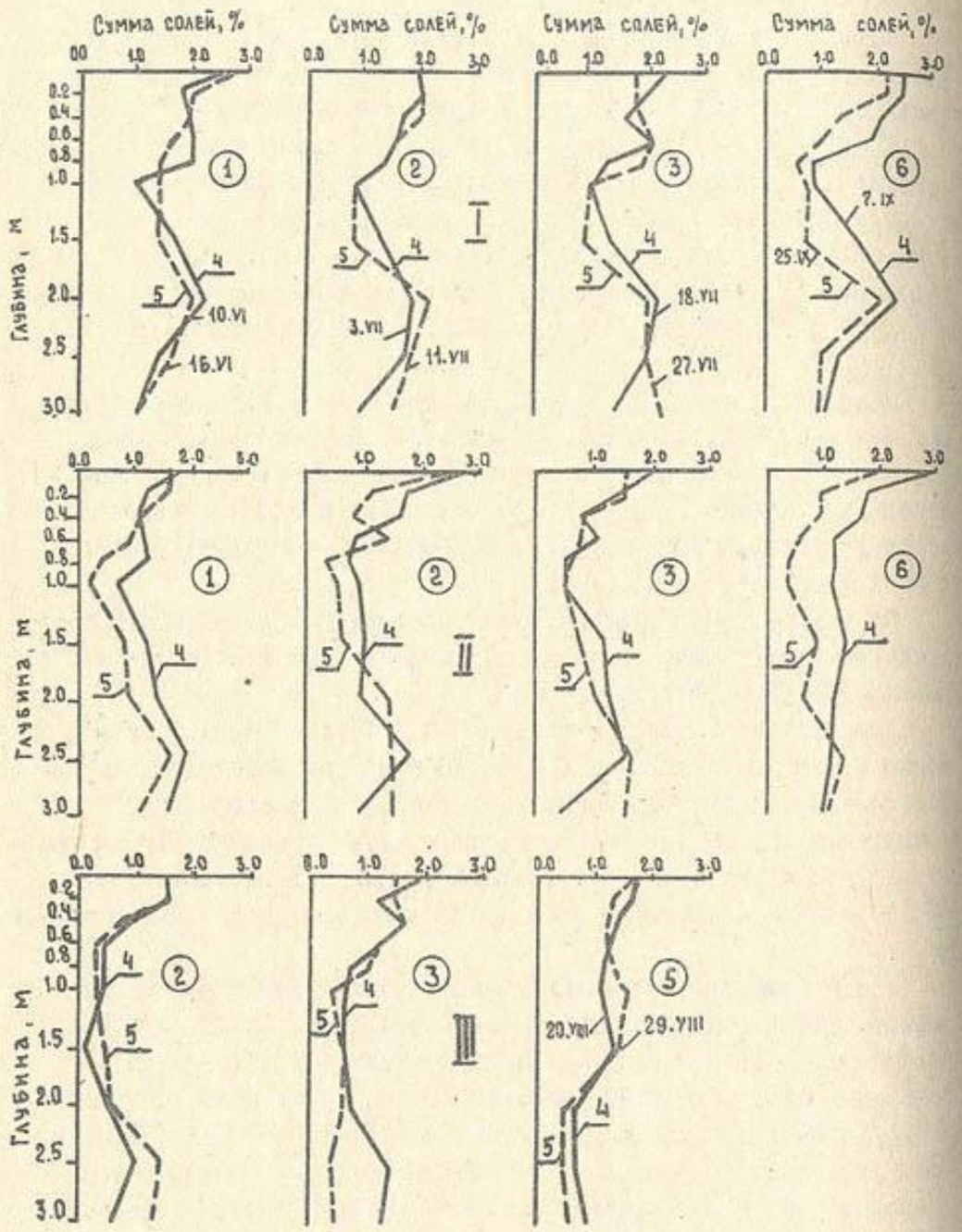


Рис.I. Динамика солевого режима в трехметровом слое почвогрунтов под влиянием вегетационных поливов за 1978г. на участке № I: I 2 3 5 6 - номера поливов; I,II,III-номера солевых точек; 4 - перед поливом; 5 - после полива.

наблюдается при последующих поливах и межполивных периодах.

Изменение минерализации грунтовых вод тесно связано с солевым режимом пород зоны аэрации. Минерализация грунтовых вод по трем точкам под влиянием вегетационных поливов (рис. 2.III) колеблется в больших пределах - от 5 до 45 г/л. Так, в первой точке, сложенной в основном из тяжелых по механическому составу и более засоленных почвогрунтов, после поливов (на 3-4 сутки) минерализация резко увеличивается, а в межполивной период, в связи с расходованием на испарение, часть солей уходит в зону аэрации, другая смешивается с более пресными подземными водами. В результате минерализация грунтовых вод снижается.

Перед первым поливом в первой точке минерализация грунтовых вод составляла 5,9 г/л, а после полива нормой I660 $м^3$/га она увеличилась до 22 г/л, затем до следующего полива снизилась до 5,6 г/л. После второго полива увеличилась с 5,6 до 45 г/л (рис.2.III).

В других двух точках такой четкой закономерности не наблюдалось. Очевидно в этих точках, имеющих более легкий механический состав и хорошую (местную) гидравлическую связь с подземными водами, грунтовая вода успевает быстрее смешиваться с пресными подземными. В этих точках минерализация грунтовых вод варьирует в пределах 5-21 г/л.

Нами была сделана попытка установить питание и расходование влаги в зоне аэрации балансовым методом. Водный баланс зоны аэрации (по С.Ф.Аверьянову) имеет вид

$$\Delta W_a = B + O_c - E_T - C_{бр} \pm g \quad , \qquad (I)$$

где
ΔW_a - изменение запасов влаги в зоне аэрации за изучаемое время;
B - водоподача за это время;
O_c - осадки, выпавшие в тот же период;
E_T - суммарное испарение и транспирация;
$\pm g$ - водообмен между зоной аэрации и грунтовыми водами;
$C_{бр}$ - сброс с полей.

Используя это уравнение, мы составили водный баланс за поливной и межполивной периоды. Графическое изображение результатов дано на рис.2 - I, II. При этом величину суммарного испаре-

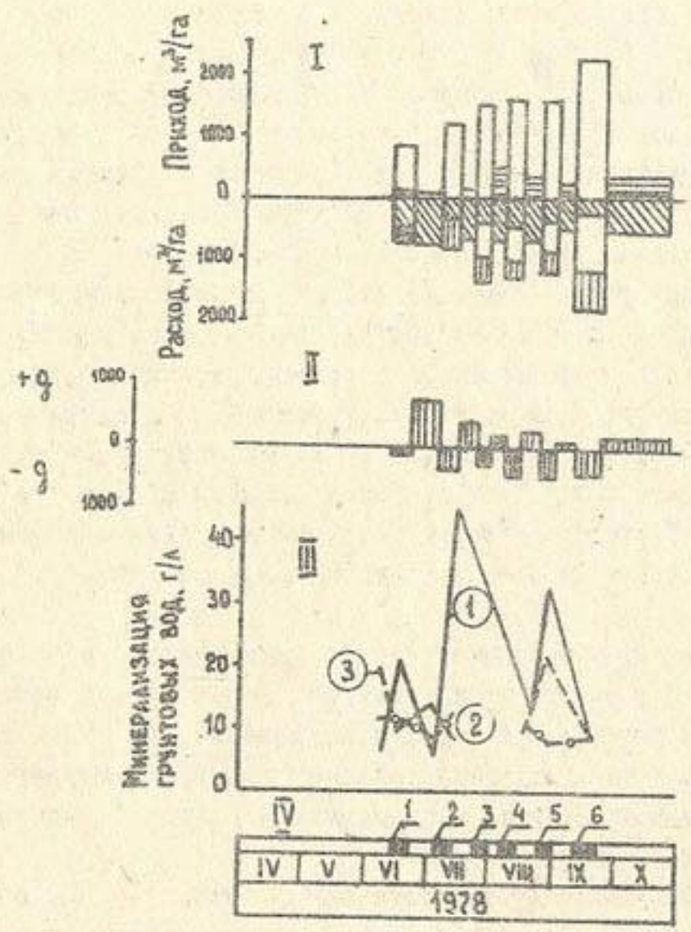


Рис.2. Динамика водного баланса зоны аэрации орошаемого поля в период вегетационных поливов:

I- водный баланс зоны аэрации; II - изменение водообмена ($\pm q$) между зоной аэрации и грунтовыми водами; III - изменение минерализации грунтовых вод; IУ - дни и количество поливов; ① , ② , ③ - номера наблюдательных точек за минерализацией грунтовых вод; I,2,3,4,5,6- номера поливов.

Приход, м³/га

$\mathcal{Q}_0$ - атмосферные осадки; B - водоподача;
- изменение запасов влаги в зоне аэрации ($\pm \Delta Wa$).

Расход, м³/га

- испарение и транспирация; $C_б$ - сброс с полей;
- изменение запасов влаги в зоне аэрации.

ния и транспирации в дни поливов принимали на 5-I0% больше (Б.Е.Милькис и др., 1981). Расчеты показали, что в поливной период при нормах от 890 до I660 м³/га складывается отрицательный баланс.

Величина расходования влаги в зоне аэрации ($-q$) колеблется от 95 до 474 м³/га, а в межполивной период суммарное испарение, достигая до 44I-78I м³/га, способствует притоку из грунтовых вод в зону аэрации. Величина ($+q$) доходит до I52-7I3 м³/га. В соответствии с этим складывается и солевой баланс зоны аэрации, описанный нами выше.

Оценка достоверности результатов полевых исследований проведена путем решения "обратной" задачи, т.е. прогнозом изменения минерализации поверхностного слоя грунтовых вод, как результирующего фактора водно-солевого баланса зоны аэрации и грунтовых вод.

Для прогнозных расчетов использованы формулы С.Ф.Аверьянова (I965), А.В.Новиковой (I975), а также других авторов [3, 4, 5], предложивших определять возможное изменение минерализации грунтовых вод путем следующих вычислений:

$$C_{гр} = \alpha C_1 + \frac{a \cdot \delta \cdot d \cdot 10}{m}, \qquad (2)$$

где

$C_{гр}$ - прогнозная минерализация грунтовых вод, г/л;
C_1 - исходная минерализация грунтовых вод, г/л;
δ - среднее содержание солей в данном почвогрунте, %;
a - количество солей, переходящих из почвогрунтов в грунтовые воды, доли единицы (условно принимается 0,5);
α - доля участия грунтовых вод в подъеме их уровня;
m - порозность, доли единицы;
d - объемный вес почвогрунтов.

В данной формуле предполагается, что инфильтрующаяся с полей вода является пресной. В нашем случае полив производится минерализованной водой с минерализацией 2,0...3,5 г/л.

Кроме того, располагая данными солевой съемки зоны аэрации (трехметрового слоя) за весь период вегетации и допуская, что после поливов фильтрационные воды смешиваются с грунтовой

Таблица 2

Сравнение наблюденных и прогнозных величин минерализации грунтовых вод в период поливов

Номера поливов	Период между соседними поливами, дни	Вынос солей из зоны аэрации, %	Минерализация грунтовых вод, г/л: перед поливом	после полива: фактическая	после полива: расчетная при h, м: 0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,0
I	6	-0,079	I2,3	I4,2	38,74	25,52	2I,II	I8,9	I7,6	I6,7	I6,0	I5,6	I5,2	I4,9
II	8	-0,I42	9,26	2I,8	56,82	33,I	25,I	2I,I	I8,7	I7,2	I6,I	I5,2	I4,5	I4,0
III	9	-0,072	II,02	20,7	35,2	23,0	I9,I	I7,0	I5,9	I5,I	I4,5	I4,I	I3,7	I3,4

водой определенного слоя, расчетную формулу можно несколько видоизменить:

$$C_{гр} = \alpha C_1 \pm \frac{\Delta S \cdot d \cdot 10}{m \cdot h} .$$

Здесь

ΔS - приток или отток солей из грунтовой воды, определяемый по данным солевых съемок до и после поливов;

h - мощность слоя грунтовой воды, где происходит смешивание инфильтрационного питания. В расчетах принята от 0,1 до 1,0 м.

Расчеты показали, что при первом поливе нормой 1660 м^3/га зона аэрации рассолилась и вынос солей (ΔS) составил 0,079%. При исходной минерализации грунтовых вод (средняя по трем точкам) 12,3 г/л (при h = 0,10 м) минерализация грунтовых вод после полива составила 38,7 г/л; при h равной 0,5 и 1,0 м - соответственно 17,6 и 14,9. Как видно, если считать, что поступающие соли накапливаются на поверхности грунтовых вод мощностью 1,0 м, результаты очень близки к фактическим (табл.2). При втором поливе наиболее близкий результат получен при h равной 0,4 м.

В межполивной период грунтовые воды смешиваются с подземными, что приводит к снижению минерализации поверхностного слоя грунтовых вод.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Поливы водой с минерализацией 2,0...3,5 г/л нормой 890-1660 м^3/га способствуют рассолению почвогрунтов зоны аэрации в периоды поливов.

В межполивной период в результате испарения грунтовых вод происходит частичное восстановление солей; интенсивность этого процесса зависит от минерализации грунтовых вод и механического состава почвогрунтов;

2. В большинстве случаев после поливов (на 3-4 сутки) минерализация грунтовых вод возрастает. Величина прироста минерализации в зависимости от поливной нормы и минерализации воды, засоления почвогрунтов зоны аэрации и механического ее состава в основном колеблется от 4 до 40г/л.Чем тяжелее по механи-

ческому составу почвы, тем значительнее прирост минерализации;

3. В межполивной период вследствие смешивания с более пресной подземной водой нижерасположенных водоносных горизонтов минерализация грунтовой воды значительно снижается.

В легких и средних по механическому составу почвах минерализация поверхностных грунтовых вод изменяется незначительно: составляет 4–10 г/л. Видимо, это объясняется интенсивностью водообмена между грунтовой и подземной водой.

Список использованной литературы

1. Аверьянов С.Ф. Некоторые вопросы предупреждения засоления орошаемых земель и меры борьбы с ними в Европейской части СССР. – В сб. "Орошаемое земледелие Европейской части СССР" – М.: Колос , 1965.
2. Новикова А.Б. Прогнозирование вторичного засоления почв при орошении. – Киев: Урожай , 1975.
3. Решеткина Н.М., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. – М.: Колос , 1978.
4. Сорокина И.А., Якубов Х.И. Прогнозирование изменения мелиоративных процессов при реконструкции оросительной сети. – Сб. научных трудов САНИИРИ, вып. 160. Ташкент: – 1980.
5. Якубов М.А., Икрамов Р.К., Джалилова Т., Каримова Н.М. К вопросу методики прогнозирования минерализации почвенного раствора и грунтовых вод при близком их залегании на крупных орошаемых массивах. Сб.научных трудов САНИИРИ. Вып. 166. Ташкент: – 1982.
6. Милькис Б.Е.,Узенбаев Э.И.,Нигманов Т.М. Водопотребление хлопчатника при различных способах орошения. Сб.научных трудов САНИИРИ. Вып. 165. Ташкент: 1981.

УДК 631.67:631.445.52

А.Рамазанов, канд.с.-х.наук
А.Мусаханов

(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

ДИНАМИКА ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ КАРАКАЛПАКСКОЙ АССР

Одним из перспективных районов дальнейшего развития орошаемого земледелия является северная зона хлопкосеяния – территория Каракалпакской АССР. Климатические условия и людские ресурсы района позволяют выращивать здесь ценные технические и зерновые культуры, создать прочную кормовую базу для животноводства.

К настоящему времени выполнен большой объем работ по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель: построена коллекторно-дренажная сеть (КДС); проведены осенне-зимние промывные поливы. Осуществление этих мероприятий в совокупности с комплексом агротехнических приемов позволяет получить высокие урожаи хлопчатника, риса и других сельскохозяйственных культур.

Дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства и повышение культуры земледелия в этой зоне неразрывно связаны с установлением особенностей формирования и направленности почвенно-мелиоративных процессов и разработкой эффективных приемов управления ими для повышения плодородия почв.

В рассматриваемой зоне, где подавляющее большинство орошаемых и пригодных к освоению земель или засолены, или подвержены вторичному засолению, изменение и направленность мелиоративных процессов обусловливаются водно-солевым режимом почвогрунтов зоны аэрации, формируемым, при существующих техническом уровне и условиях эксплуатации ирригационно-мелиоративных систем, системой агротехнических, мелиоративных мероприятий и др.

С целью установления направленности мелиоративных процессов были организованы стационарные наблюдения, проводившиеся в течение ряда лет на отдельных участках, выбранных на территории Кызкеткенской оросительной системы. На 23 характерных точках в динамике изучались солевой режим почвогрунтов, глубина

залегания и минерализация грунтовых вод. Точки режимных наблюдений располагались на неорошаемых целинных участках, на массивах, занятых под садами, овоще-бахчевыми культурами, хлопчатником, люцерной, кукурузой и другими сельскохозяйственными культурами. При выборе точек во внимание было принято также литологическое строение почвогрунтов зоны аэрации.

В табл.I приведены данные механического анализа почвогрунтов по характерным точкам. Точка I05 (Кегейлийский р-н) расположена на хлопковом поле (заложена I7/УI-197I г.). Верхний 0-40 см слой сложен из суглинистых и глинистых разностей, а в нижних горизонтах в основном залегают супесчаные и песчаные отложения. В точке же II5 (заложена 28/УI-197I г.) почвогрунты до глубины I40-I60 см сложены суглинистыми и глинистыми разностями, а глубже залегают супесчаные почвы.

Точка 9 (Чимбайский р-н) расположена на хлопковом поле (заложена 8/У-1970г.). За исключением отдельных горизонтов вся исследуемая толща сложена из супесчаных отложений. А в точке 30, заложенной на целинном участке (28/У-1970г.), почвогрунты представлены глинистыми и суглинистыми разностями. Довольно резкое различие в литологическом строении почвенной толщи по режимным точкам обнаруживается и в пределах Караузякского и Тахтакупырского районов (точки I72 и I88).

Сопоставление данных повторных солевых съемок по режимным точкам показывает, что на неорошаемых целинных землях, расположенных в контуре существующего орошения наблюдается общая тенденция увеличения запасов солей в верхней толще почвогрунтов от весны к осени и в многолетнем разрезе.

Так, по точке 30 (Чимбайский р-н) за период 1970-1981 гг. содержание иона-хлора в толще 0-200 см с 0,087 % увеличилось до 0,316 %, а плотного остатка - с 0,72 % до 1,02 % (табл. 2). Перемещение водорастворимых солей по профилю почвы обусловливается интенсивностью расхода воды с поверхности почвы и, следовательно, вертикальной миграцией токсичных и нетоксичных солей восходящими токами воды. Как видно из табл.3, в составе солей обнаруживается увеличение сернокислого магния и появление хлористого.

Таблица I

Механический состав почвогрунтов по характерным точкам наблюдений

Горизонт, см	Кегейлийский район				Чимбайский район				Караузякский район			
	Т-I05		Т-II5		Т-9		Т-30		Т-I72		Т-I88	
	сумма част. <0,0I мм, %	состав почвы по Н.А.Качинскому	сумма част. <0,0I мм, %	состав почвы по Н.А.Качинскому	сумма част. <0,0I мм, %	состав почвы по Н.А.Качинскому	сумма част. <0,0I мм, %	состав почвы по Н.А.Качинскому	сумма част. <0,0I мм, %	состав почвы по Н.А.Качинскому	сумма част. <0,0I мм, %	состав почвы по Н.А.Качинскому
0-20	4I,24	суглинок средний	36,72	суглин. средний	27,40	суглинок легкий	60,80	глина легкая	35,60	суглинок средний	64,86	глина легкая
20-40	72,80	глина легкая	4I,02	суглин. средний	I4,52	супесь	88,84	глина тяжелая	8,I0	песок связ.	68,56	-"-
40-60	I6,52	супесь	72,60	глина легкая	II,I2	-"-	33,I6	суглин. средний	5,44	-"-	60,00	-"-
60-80	2I,56	суглинок легкий	53,40	суглинок тяжелый	I2,40	-"-	84,I0	глина средняя	4I,28	суглин. средний	I2,34	супесь
80-I00	I3,64	супесь	30,I6	суглин. средний	I0,84	-"-	59,80	суглин. тяжелый	20,68	суглинок легкий	42,36	суглинок средний
I00-I20	43,64	суглин. средний	68,00	глина легкая	37,80	суглин. средний	76,78	глина средняя	8,48	-"-	26,74	суглин. легкий
I20-I40	7,28	песок связ.	7I,60	-"-	I5,24	супесь	54,00	суглин. тяжелый	II,96	супесь	55,72	суглин. тяжелый
I40-I60	6,20	-"-	59,I2	суглин. тяжел.	47,28	суглин. тяжелый	52,28	-"-	I2,84	-"-	52,46	-"-
I60-I80	9,80	-"-	I5,68	супесь	20,00	супесь	2I,64	суглин. легкий	4,60	песок рыхлит.	55,24	-"-
I80-200	22,84	сугл.легк.	I2,44	-"-	I8,80	-"-	22,52	-"-	7,64	песок связ.	47,82	-"-

Таблица 2

Динамика засоления почвы (слой 0-200 см) по характерным точкам

Наименование района	Номера точек п/п	Сроки определения	Фон	Содержание солей, %		Сумма токсичных солей
				иона-хлора	плотного остатка	
Нукусский	96	IO.УI-I97I г.	фруктовый сад	0,040	0,227	0,II5
		I5.УШ-I98I г.	-"-	0,039	0,320	0,I75
Кегейлийский	99	II.УI-I97I г.	хлопок	0,064	0,537	0,307
		I4.УШ-I98I г.	-"-	0,0I9	0,I35	0,082
	II5	28.УI-I97I г.	-"-	0,II7	0,537	0,37I
		I4.УШ-I98I г.	-"-	0,049	0,5I7	0,268
Чимбайский	30	28.У-I970 г.	целина	0,087	0,729	0,394
		I3.УШ-I98I г.	-"-	0,3I6	I,024	0,673
	34	6.УI-I970 г.	хлопок	0,027	0,209	0,II3
		I2.УШ-I98I г.	кукуруза	0,022	0,209	0,II6
	49	I3.УI-I970 г.	целина	0,I94	0,959	0,548
		I2.УШ-I98I г.	люцерна	0,02I	0,225	0,II6
	65	I9.УI-I970 г.	целина	I,335	4,2I2	3,289
		I3.УШ-I98I г.	хлопок	0,065	0,320	0,236
Караузякский	I72	26.УI-I972 г.	хлопок	0,088	0,84I	0,42I
		II.УШ-I98I г.	кукуруза	0,08I	0,268	0,I23
	I88	3.УП-I972 г.	хлопок	0,05I	0,3I3	0,I77
		I2.УШ-I98I г.	-"-	0,044	0,498	0,24I

При освоении целинных почв с использованием их под посевы основных севооборотных культур с осуществлением агромелиоративных мероприятий (текущая планировка, промывка, применяемый режим орошения и др.) солевой режим почвогрунтов зоны аэрации приобретает рассолительный характер. Так, по точке 49 (Чимбайский р-н) до освоения содержание иона-хлора в толще 0-200 см составляло 0,I9 %, а плотного остатка - 0,95 % от веса сухой почвы. Начиная с I979 г. эти земли были освоены и отведены под посевы люцерны. За этот период запасы солей в исследуемой толще снизились до 0,02 % по иону-хлора и 0,22 % по плотному остатку.

Аналогичный процесс обнаруживается и по точке 65. После планировки и капитальной промывки нормой IO-I2 тыс.м^3/га на этом участке посеян хлопчатник. Благодаря ежегодным эксплуатационным промывкам нормой 3500-4000 м^3/га и применяемому режиму орошения за рассматриваемый период содержание иона-хлора в толще 0-200 см уменьшилось до 0,06 %, а плотного остатка - до 0,32 % от веса почвы.

Следует отметить, что на участках, где ежегодные эксплуатационные промывные поливы и агромелиоративные приемы проводятся на должном уровне, наблюдается общая тенденция уменьшения запасов солей в активной толще. Так, на поливных участках (точки 99 и II5, Кегейлийский р-н), где возделывается хлопчатник уже более IO лет, содержание иона хлора в исследуемой толще (0-200 см) уменьшилось до 0,0I9 (точка 99) - 0,049 % (точка II5) при исходном содержании его соответственно 0,064-0,0I7 % от веса почвы.

Таблица 3

Изменение состава солей в почве за период I970-I98I гг. (точка 30, целина)

Горизонт, см	Соли, %						Сумма токсичных солей, %
	$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	Na_2SO_4	$MgSO_4$	$MgCl_2$	$NaCl$	
I	2	3	4	5	6	7	8
0-20	0,036	0,768	0,088	0,208	-	0,256	0,552
	0,023	0,797	0,I54	0,266	-	0,873	I,293

I	2	3	4	5	6	7	8
20-40	0,036 0,032	0,58I 0,068	0,288 -	0,I78 0,037	- 0,064	0,2I4 0,II9	0,680 0,220
40-60	0,036 0,040	0,224 0,205	0,2I0 0,094	0,I04 0,2II	- -	0,I24 0,940	0,438 I,245
60-80	0,036 0,023	0,I40 0,I70	0,068 -	0,084 0,042	- 0,036	0,099 0,I73	0,25I 0,25I
80-I00	0,036 0,023	0,I06 0,238	0,I39 -	0,084 0,II3	- 0,027	0,099 0,246	0,322 0,386
I00-I20	0,036 0,023	0,089 0,I02	0,050 -	0,059 -	- -	0,082 -	0,I9I -
I20-I40	0,036 0,032	0,I06 0,I36	0,I56 -	0,044 0,0I8	- 0,I50	0,082 0,030	0,262 0,I98
I40-I60	0,040 0,032	0,085 0,I70	0,089 -	0,059 0,096	- 0,064	0,I07 0,I35	0,255 0,295
I60-I80	0,040 0,023	0,068 0,340	- -	0,030 0,522	- 0,243	0,074 0,938	0,I04 I,703
I80-200	0,036 0,032	0,072 0,238	0,068 -	0,059 0,2II	- 0,208	0,09I 0,563	0,322 0,982

Примечание: в числителе данные, полученные 28 мая I970 г.; в знаменателе - I3 августа I96I г.

Как видно из табл.4, за рассматриваемый период при уменьшении общего запаса солей содержание бикарбоната кальция несколько увеличилось. Содержание остальных солей в целом уменьшилось по всей исследуемой толще, но наиболее существенно - сернокислого магния и хлористого натрия.

Общая тенденция к уменьшению запасов солей в активной толще почвогрунтов также обнаруживается на режимных точках II5 (Кегейлийский р-н), I88 (Караузякский р-н) и др.

Как показали многолетние наблюдения на участках, находящихся под садами и огородами (точка 96, Кукусский р-н), в многолетнем разрезе общие запасы солей в активной толще почвогрунтов увеличиваются.

Таблица 4

Изменение состава солей в почве (хлопковое поле, точка 99)

Горизонт, см	Соли, %						Сумма токсичных солей, %
	$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	Na_2SO_4	$MgSO_4$	$MgCl_2$	$NaCl$	
0-20	0,028 0,028	0,265 0,038	0,06I 0,055	0,I04 0,0I0	- -	0,09I 0,020	0,256 0,085
20-40	0,032 0,038	0,092 0,036	0,046 0,040	0,059 0,005	- -	0,060 0,047	0,I65 0,092
40-60	0,028 0,038	0,I53 0,036	- 0,05I	0,I65 0,0I0	0,022 -	0,039 0,040	0,226 0,I0I
60-80	0,028 0,038	0,I46 0,022	0,06I 0,058	0,II9 0,005	- -	0,I07 0,030	0,287 0,093
80-I00	0,024 0,038	0,20I 0,0I6	0,094 0,035	0,I33 0,0I0	- -	0,I32 0,030	0,359 0,075
I00-I20	0,028 0,036	0,I97 0,03I	0,I33 0,034	0,I33 0,0I0	- -	0,099 0,043	0,365 0,087
I20-I40	0,028 0,038	0,282 0,009	0,II5 0,063	0,I33 0,005	- -	0,I32 0,023	0,380 0,09I
I40-I60	0,029 0,033	0,269 0,006	0,II2 0,037	0,I48 0,005	- -	0,II5 0,020	0,375 0,062
I60-I80	0,028 0,032	0,269 0,068	0,I83 -	0,I48 0,020	- -	0,I56 0,043	0,467 0,063
I80-200	0,028 0,042	0,282 0,005	0,I68 0,025	0,I48 0,005	- -	0,I8I 0,0I3	0,497 0,043

Примечание: в числителе данные, полученные II июня I97I г.; в знаменателе - I4 августа I98I г.

На рассматриваемой территории из-за практической бесточности и незначительного количества отводимых КДС инфильтрационных и грунтовых вод, последние активно участвуют в почвообразовательном процессе. На большей части территории ми-

нерализованные грунтовые воды залегают выше критической глубины, вызывая интенсивный процесс вторичного засоления почв. Минерализация грунтовых вод весьма различна и находится в тесной зависимости от глубины их залегания, литологического строения почвогрунтов, степени освоенности территории, культуры земледелия и других природно-хозяйственных факторов.

По данным исследований САНИИРИ (Пушкарева, Мусаханов, I972) на территории Кызкеткенской системы минерализация грунтовых вод колеблется от I до 20 г/л и более по плотному остатку. На отдельных участках в контуре распространения солончаков минерализация грунтовых вод доходит до 60-70 г/л (Рамазанов, Калимбетов, I975).

Необходимо отметить, что в общем обнаруживается совершенно четкое различие в распределении грунтовых вод с той или иной минерализацией на орошаемых и неорошаемых территориях. Наиболее высокая минерализация грунтовых вод наблюдается на неорошаемых и целинных участках; на большей части орошаемых массивов она составляет 2-I6 г/л по плотному остатку.

Ведение интенсивного земледелия с установленным режимом орошения возделываемых культур при существующей мощности КДС существенно влияет на режим грунтовых вод в контуре орошаемых и прилегающих к ним массивов. Сопоставление и анализ имеющихся материалов показывает, что несмотря на рост протяженности КДС, в целом наблюдается общий подъем уровня грунтовых вод и увеличение площадей с глубиной залегания их от I до 2 м. Этот процесс наиболее выражен весной, в период проведения промывных и влагозарядковых поливов (рис.I).

На территории Кегейлийского района, где выращиваются культуры хлопкового комплекса, за период I972-I980 гг. площади с глубиной залегания уровня грунтовых вод до I м возросли с I,4 % до I5,2 %; от I до 2 м - увеличились с I9,7 % до 83,6 %, а с глубиной от 2 до 3 м уменьшились с 67,3 % до I,0 %.

На территории Чимбайского района весной I972 г. земли с глубиной залегания уровня грунтовых вод до I м не были обнаружены, а в I980 г. они составили 57,4 %; с глубиной залегания от I до 2 м за рассматриваемый период увеличились в I0 раз, а от 2 до 3 м - уменьшились с 72,I % до I,8 %.

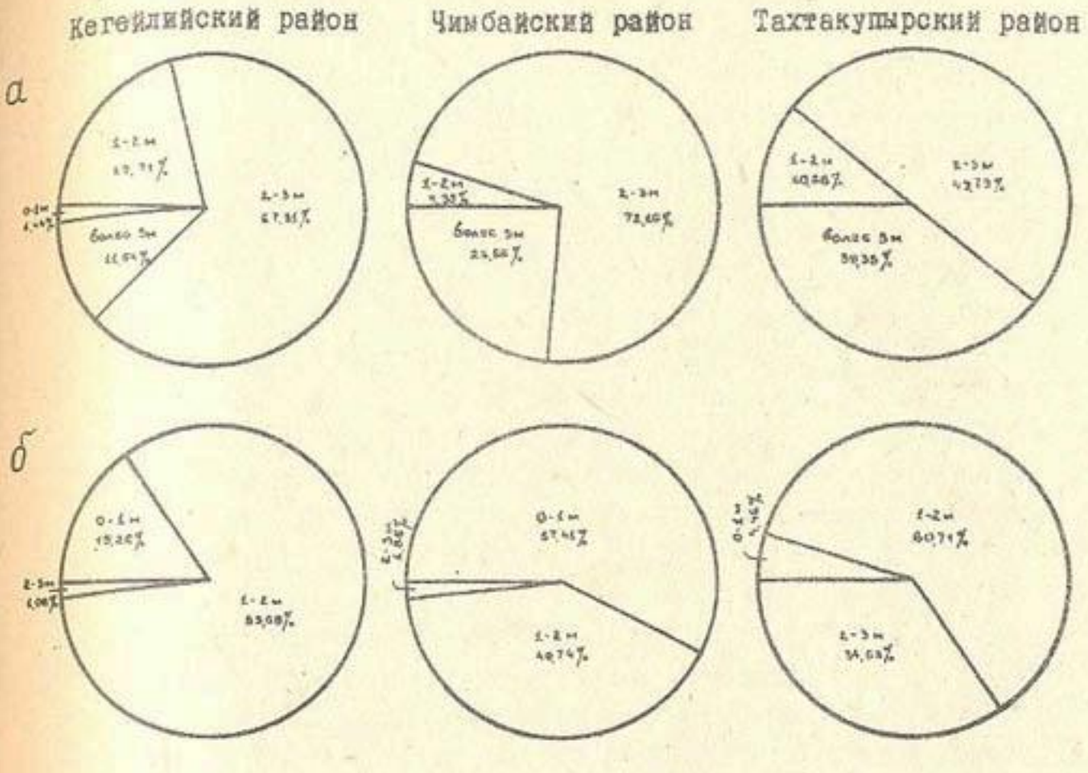


Рис. I. Динамика распределения орошаемых площадей с различной глубиной залегания уровня грунтовых вод: а) - весной; б) - весной I972г.; I980 г.

На территории Тахтакупырского района, где значительно развито рисоводство, за рассматриваемый период также произошли резкие изменения в режиме грунтовых вод. В 1980 г. на 60,7 % охваченной наблюдением площади грунтовые воды залегали на глубине от 1 до 2 м; на 34,8 % - на глубине от 2 до 3 м. Если в 1972 г. площадей с глубиной залегания уровня грунтовых вод до 1 м не было обнаружено, то к 1980 г. они увеличились до 4,4 %. Площадей с глубиной залегания уровня грунтовых вод более 3 м также не обнаружено.

Систематические наблюдения, проведенные в течение ряда лет по наблюдательным скважинам, расположенным на различных участках рассматриваемой зоны, показывают, что в отдельных административных районах в вегетационный период глубина залегания уровня грунтовых вод составляет от 136-153 см до 200-264 см; в невегетационный грунтовые воды залегают сравнительно глубже (рис.2).

В контуре орошения рассматриваемой зоны минерализация верхнего слоя грунтовых вод в целом невысокая. Исключением являются отдельные залежные участки, расположенные среди орошаемых массивов, где содержание солей в грунтовой воде доходит до 20-30 г/л и более.

Анализ имеющихся в фондах гидрогеолого-мелиоративных экспедиций данных показывает, что в целом площади с минерализацией от 0 до 3 г/л за 1972-1980 гг. увеличились. Площади с минерализацией от 3 до 5 г/л существенных изменений не претерпели, хотя в отдельные годы отмечено их уменьшение.

В то же время обнаруживается общая тенденция к уменьшению площадей с минерализацией от 5 до 10 г/л и более, а площади с минерализацией до 5 г/л значительно возрастают. Этот процесс наиболее ярко выражен в весенний период. Уменьшение минерализации грунтовых вод в этот период обусловливается разбавлением их за счет инфильтрационного питания в период промывок и влагозарядковых поливов. В последующем этот процесс сохраняется до конца вегетационного периода благодаря поливам. В зимне-весенний период с незначительными атмосферными осадками минерализация грунтовых вод несколько стабилизируется.

Рассмотрим изменение минерализации грунтовых вод на при-

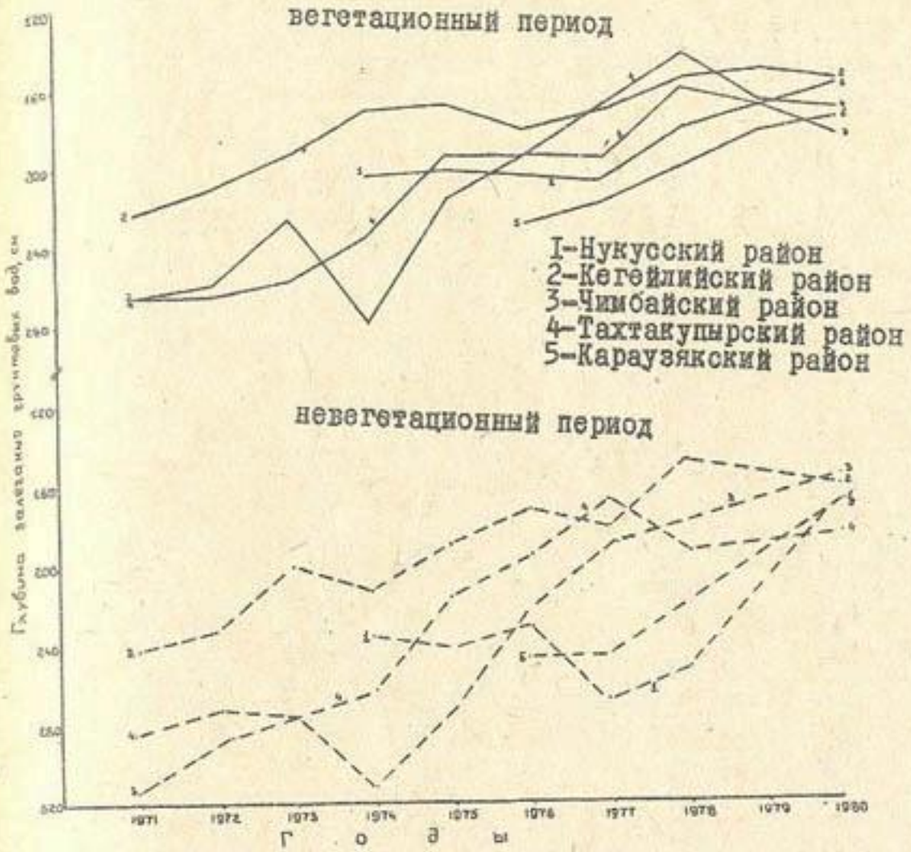


Рис.2. Динамика уровня грунтовых вод на территории северных районов ККАССР.

Таблица 5

Изменение минерализации грунтовых вод по отдельным скважинам

Наименование района, хозяйства	Номера скв.	Сроки определения	Фон	УГВ, м	Минерализация, г/л		
					Cl'	SO_4''	плотный остаток
Нукусский р-н, с-з "Коммунизм"	96	I0.УI-7Iг.	фруктовый сад	I,95	0,280	I,I52	2,420
		I5.УШ-8Iг.	-"-	2,00	0,600	0,756	2,6I5
Кегейлийский р-н, с-з "Кызыл-Аскер"	99	II.УI-7Iг.	хлопок	I,90	I,240	4,608	8,792
		I4.УШ-8Iг.	-"-	I,60	0,640	0,78I	2,395
	II5	28.УI-7Iг.	хлопок	-	I,240	4,4I6	8,528
		I4.УШ-8Iг.	-"-	I,90	I,580	3,I26	7,I20
с-з им. К.Авезова	30	28.У-79г.	целина	2,70	I,960	2,976	7,432
		I3.УШ-8Iг.	-"-	I,70	2,380	2,509	7,885
то же	65	I9.УI-70г.	целина	2,87	0,580	0,960	2,532
		I3.УШ-8Iг.	хлопок	2,50	0,580	0,946	2,670
Караузякский р-н, с-з "Москва"	I72	26.УI-72г.	хлопок	I,80	I,700	3,I68	7,840
		II.УШ-8Iг.	кукуруза	I,20	0,760	I,406	3,795
то же	I88	3.УП-72г.	хлопок	I,74	I,440	3,7I9	8,825
		I2.УШ-8Iг.	-"-	I,40	I,I20	2,784	5,708

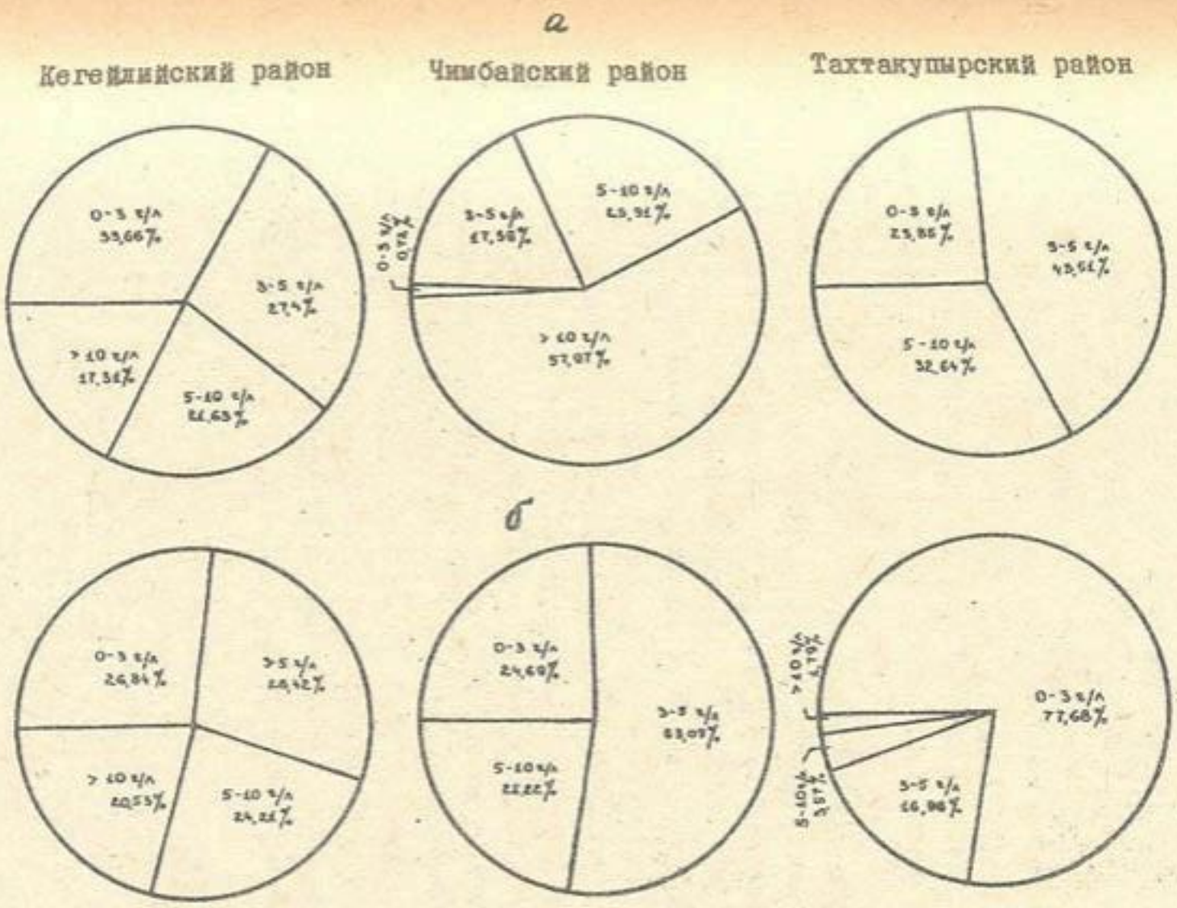


Рис.3 Диаграмма распределения орошаемых площадей с различной минерализацией грунтовых вод: а – весной I972 г.; б – весной I980 г.

мере вышеописанных административных районов. На территории Кегейлийского района площади с той или иной минерализацией грунтовых вод за период I972-I980 гг. почти не изменились (рис.3). В пределах Чимбайского района площади с минерализацией грунтовых вод от 0 до 3 г/л с 0,7 % увеличились до 24,6 %. За этот период в три раза увеличились площади с минерализацией грунтовых вод от 3 до 5 г/л, а грунтовые воды с минерализацией более I0 г/л в I980 г. не были обнаружены.

На территории Тахтакупырского района в I980 г. площади с минерализацией от 0 до 3 г/л составили 77,6 % при 23,8 % в I972 г., а остальные в основном имеют минерализацию от 3 до 5 г/л.

Изложенное показывает, что в существующих условиях дренированности территории происходит медленный, но устойчивый во времени подъем уровня грунтовых вод. Вместе с тем в последние 3-4 года он несколько стабилизировался.

В течение года наиболее близкое залегание уровня грунтовых вод приурочено к весеннему периоду - периоду промывных и влагозарядковых поливов. В осенне-зимний период грунтовые воды залегают достаточно глубоко - I,5-2,5 м и более. Под влиянием влагозарядковых и промывных поливов, применяемого режима подачи воды на единицу площади обнаруживается тенденция к увеличению площадей со сравнительно низкой минерализацией грунтовых вод. Из данных табл.5 видно, что тенденция к снижению минерализации грунтовых вод отмечается на участках, находящихся под посевами основных севооборотных культур (хлопчатник, люцерна, кукуруза).

УДК 63I.67:63I.445.52

Х.У.Умаров,канд.с.-х.наук
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫВНЫХ ПОЛИВОВ НА ВНОВЬ ОСВАИВАЕМЫХ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЛЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЫ

В настоящее время на орошаемых засоленных землях Ферганской области ежегодно на площади 2I0 тыс.га проводятся осенне-зимние промывные поливы. Из этих земель 88 тыс.га приходятся на Центральную Фергану. Земли Центральной Ферганы по механическому составу в основном легкие и среднесуглинистые, подстилаются уплотненными гипсированными и шоховыми прослойками и местами очень трудно водопроницаемые или совсем неводопроницаемые в подпахотных горизонтах.

Освоение земель в Язъяванском, Ахунбабаевском, Алтынарыкском, Багдадском и других районах области ниже трассы БФК путем применения обычного способа проведения осенне-зимних промывных поливов ведет к затратам очень больших количеств орошаемой воды и в производственных условиях положительных результатов не дает. На хлопковых полях отмечаются обширные соленые "пятна"; ростки хлопчатника бывают изреженными; урожай низким.

Неэффективность промывных поливов, проводимые обычными методами, объясняется наличием уплотненных гипсированных или шоховых прослоек на глубине 60-70 см и глубже, через которые поступающая на поверхность поля промывная вода не фильтруется в нижние горизонты почвогрунтов. Промачивая только верхние горизонты, вода стоит на поверхности поля и испаряется,что приводит к накоплению солей в верхних горизонтах - к реставрации засоления.

Целью наших исследований явилось определение возможности повышения эффективности промывных поливов на вновь осваиваемых засоленных землях Центральной Ферганы.

Необходимо было выяснить влияние минеральных и органических соединений, а также лигнина на опреснение промываемых засоленных земель, на рост, развитие и урожайность хлопчатника.

Полевые опыты проводились нами в течение трех лет (I98I-

I983 гг.) на землях Кызылтепинского массива Центральной Ферганы, в совхозе им.А.Ниязова на площади 3,6 га. Почвы опытного участка сильнозасоленные, луговые, по механическому составу легкосуглинистые, с подстилающими их средними и тяжелыми суглинками; по агрохимическим показателям они сравнительно однородные, с низким содержанием подвижных, усвояемых форм питательных элементов. Глубина залегания грунтовых вод I,8-2,0 м, минерализация - от II,6 до I58,4 г/л по плотному остатку. В горизонте 0...20 см содержится от I,2I до 2,02% гумуса, от 0,I00 до 0,I88% общего азота и от 0,I62 до 0,I95% валового фосфора. Рельеф участка ровный, с небольшим уклоном - 0,00I...0,002.

Варианты опыта

I. Рыхление на 60 см - контроль.
2. Навоз 40 т/га + рыхление на 60 см.
3. Навоз 60 т/га + рыхление на 60 см.
4. Суперфосфат 360 кг/га (действующего начала) + рыхление на 60 см.
5. Лигнин 60 т/га + рыхление на 60 см.

Все виды агротехнических работ были проведены в установленные программой опыта сроки. Перед вспашкой,согласно схеме опыта, во всех вариантах опыта были внесены навоз, лигнин и суперфосфат.

Известно, что навоз, внесенный в засоленную почву, улучшает водно-физические и химические свойства ее и повышает результативность промывок. Видимо, при внесении в почву органических соединений адсорбируется некоторое количество растворимых солей и снижается их токсичность, что обеспечивает условия для нормального развития растений в период вегетации.

Возможно, что органическое вещество навоза в какой-то мере связывает хлор-ион и переводит его из минеральной формы в органоминеральную, что ограничивает токсические свойства хлора и создает условия для лучшего развития растений.

Лигнин является кислым отходом гидролизной промышленности. В зависимости от способа гидролиза растительных отходов, кислотность лигнина составляет от 0,4 до I,5%. Можно предположить, что при внесении лигнина в почву кислота, адсорбированная его частичками, током промывной воды перемещается вниз по почвенному профилю и, взаимодействуя с карбонатами, растворяет

их. Частичное растворение карбонатов происходит, в основном, в точках соприкосновения кислых промывных вод с их поверхностью, т.е. в основном, на путях движения нисходящего тока воды.

После внесения органических и минеральных удобрений по всем вариантам опыта проводилось глубокое рыхление на глубину 60 см и двухъярусная вспашка на глубину от 0...20 до 20...40 см двухъярусным плугом ПД-3-40.

Промывные поливы проводились на фоне временного открытого мелкого дренажа глубиной I,0-I,I м. Дренаж отрывается обычно после двухъярусной вспашки и внесения удобрений перед промывными поливами и закрывается (разравнивается) перед посевом после промывных поливов, когда поле готовят к посеву хлопчатника.

В первый год освоения промывные поливы начали проводить 2 февраля и закончили 3 марта I98I г. Продолжительность поливов на опытном участке составила 3I день. Промывку проводили в 3 приема общей промывной нормой 6000 $м^3$/га.

Как видно из табл.I,лучший эффект по опреснению почвы получен в третьем варианте, когда вносили под зябь 60 т/га навоза. Внесение лигнина 60 т/га под зябь улучшило водопроницаемость, уменьшило объемный вес почвы; в результате улучшились условия для опреснения верхнего слоя почвы при промывке.

Агротехника хлопчатника сорта Ташкент-6, выращиваемого в совхозе им.А.Ниязова, заключалась в следующем.

В I98I году участок тщательно обработали: провели боронование в два следа, двухкратное мелование. I7 апреля рядовым способом посеяли хлопчатник. В период вегетации осуществили четыре культивации, провели два кетменных мотыжения, одну прополку от сорняков. При обработке культиватором НКУ-4-6А дали 2 подкормки азотом по 90 кг/га - в бутонизацию и цветение и одну подкормку фосфором (50 кг/га) - в цветение.

Кроме того, в предпосевной период внесли под чизель 25 кг/га азота и 20 кг/га фосфора, а при посеве внесли сбоку рядка по I5 кг/га азота и 30 кг/га фосфора. Таким образом, во всех вариантах опыта в предпосевной и вегетационный периоды общая норма азота и фосфора была одинаковой и составляла на I га 220 и I00 кг/га.

В солевом режиме почвы существенное значение имеет, конеч-

Таблица I

Действие промывных поливов на динамику солей (горизонт 0-100 см) по вариантам опыта (среднее из 2-х повторений)

Номер п/п	Варианты опыта	Содержание солей, % от веса почвы					
		Под урожай 1982 г.			Под урожай 1983 г.		
		до промывки 16/XI.81г.	после промывки 18/П.82г.		до промывки 29/XI-82	после промывки 24/П.83г.	
I	Рыхление на 60 см - контроль	2,200	I,714		I,992	I,640	
		0,030	0,016		0,022	0,014	
2	Навоз 40 т/га + рыхление на 60 см	I,855	I,524		I,654	I,410	
		0,012	0,010		0,012	0,008	
3	Навоз 60 т/га + рыхление на 60 см	I,716	I,410		I,586	I,348	
		0,013	0,010		0,012	0,007	
4	Суперфосфат 360 кг/га (действующего начала) + рыхление на 60 см	2,020	I,698		I,860	I,560	
		0,022	0,011		0,018	0,010	
5	Лигнин 60 т/га + рыхление на 60 см	2,I7I	I,594		I,706	I,582	
		0,015	0,012		0,016	0,010	
		2,285	I,856		2,442	I,706	
		0,045	0,029		0,040	0,02I	
		2,408	2,003		2,852	0,027	
		0,038	0,018		0,07I	0,036	
		2,852	2,003		3,0I0	I,640	
		0,07I	0,027		0,074	0,036	

Примечание: в числителе - плотный остаток; в знаменателе - анион хлора.

но, и орошение хлопчатника. В нашем опыте дали четыре вегетационных полива нормой 750-1000 м^3/га. По мере наступления "спелости" почвы сразу же культивировали междурядья, предотвращая, тем самым, интенсивное испарение влаги.

Осенью 1981 г. после уборки урожая хлопка подняли зябь на ту же глубину (от 0-20 до 20-40 см) двухъярусным плугом, провели планировку, нарезали чеки с помощью трактора "Белорусь" и построили временный дренаж глубиной 1,0...1,1 м.

С 16 декабря 1981 года по 8 февраля 1982 года (второй год проведения опыта) промывали земли нормой 6225 м^3/га.

В конце 1982 г. после уборки гузапаи под опыт 3-го года были произведены те же операции, что и под опыт 1-го и 2-го года. Промывные поливы начали проводить 22 января и закончили 14 февраля 1983 г. Промывная норма составила 3760 м^3/га. Такое количество воды было достаточно для опреснения метрового слоя почвы до 0,01% по содержанию хлора.

Кроме определения возможности опреснения почвы, нами было изучено влияние рассмотренных удобрений на объемный вес почвы. Полученные данные приведены в табл.2.

Как видно, наименьший объемный вес почвы первого года освоения имеют варианты с внесением навоза и лигнина.

После промывных поливов 1982-1983 гг. проводились те же агротехнические работы, что и в 1981 г.

В период вегетации хлопчатника в слое 0-50 см определялось содержание в почве питательных элементов - подвижных нитратов, фосфатов.

Как видно из полученных данных (табл.3), целинные почвы очень бедны питательными элементами.

Применение временного дренажа создавало благоприятные условия для оттока грунтовых вод и усиливало вымыв солей из верхнего горизонта почвы, унося при этом без коллектора-собирателя в первом году освоения за пределы поля 1999 м^3 грунтовой воды с 73 т солей, в т.ч. 2,5 т хлора, а на втором году освоения было отведено 3317 м^3 воды с 37,4 т солей, в т.ч. 2,070 т хлора.

Нами произведен экономический расчет стоимости трудовых и материально-денежных затрат применительно к различным вариантам опыта (табл.4), связанных с дополнительным внесением навоза, суперфосфата и лигнина, с целью повышения эффектив-

Таблица 2

Объемный вес почвы в период освоения опытного участка (среднее из 2-х повторений), г/см³

Глубина горизонта, см	Исходный объемный вес (до закладки опыта), средн. из 5 точек	Варианты опыта									
		первый		второй		третий		четвертый		пятый	
		4/X-81	5/X-82	4/X-81	5/X-82	4/X-81	5/X-82	4/X-81	5/X-82	4/X-81	5/X-82
0-10	1,09	1,21	1,23	1,09	1,08	1,12	1,03	1,15	1,06	1,27	1,01
10-20	1,27	1,31	1,22	1,24	1,17	1,25	1,10	1,31	1,12	1,25	1,19
20-30	1,27	1,24	1,19	1,18	1,20	1,18	1,12	1,28	1,17	0,97	1,24
30-40	1,33	1,20	1,24	1,09	1,09	1,11	1,16	1,26	1,22	1,25	1,26
40-50	1,34	1,21	1,32	1,13	1,12	1,17	1,22	1,22	1,20	1,26	1,29
50-60	1,37	1,29	1,21	1,13	1,12	1,21	1,21	1,25	1,24	1,29	1,23
60-70	1,36	1,39	1,29	1,07	1,20	1,25	1,17	1,30	1,18	1,33	1,30
70-80	1,40	1,33	1,29	1,23	1,22	1,33	1,22	1,31	1,28	1,47	1,33
80-90	1,39	1,34	1,28	1,28	1,24	1,29	1,28	1,35	1,30	1,35	1,34
90-100	1,41	1,36	1,34	1,35	1,28	1,36	1,19	1,38	1,32	1,44	1,32
0-100	1,32	1,30	1,24	1,18	1,17	1,23	1,17	1,28	1,21	1,29	1,26

Таблица 3

Содержание нитратов и подвижного фосфора в период вегетации хлопчатника, мг/кг почвы

Вариант опыта	Глубина, см	Нитраты (NO_3)						Фосфор (P_2O_5)					
		После посева			В период цветения			После посева			В фазе цветения		
		1981	1982	1983	1981	1982	1983	1981	1982	1983	1981	1982	1983
I	0-10	10,3	6,05	7,0	9,0	15,53	12,80	6,0	5,4	6,1	5,2	5,36	5,9
	10-30	10,1	7,8	6,0	7,0	8,82	9,60	5,9	4,5	3,8	3,6	3;80	4,5
	30-50	10,1	3,3	4,2	3,2	9,27	10,89	4,6	2,7	3,42	2,7	3,80	2,7
2	0-10	10,6	13,57	12,8	11,8	25,43	26,33	9,0	3,2	8,4	7,0	5,70	8,8
	10-30	10,6	9,02	10,1	8,8	21,53	19,80	6,2	3,2	7,20	6,6	3,80	6,4
	30-50	10,1	7,04	9,00	6,6	34,14	10,89	4,9	1,8	4,21	4,5	3,42	4,2
3	0-10	9,2	8,50	12,80	12,6	39,72	36,04	14,1	3,2	10,8	11,8	4,18	10,6
	10-30	7,9	2,50	12,80	10,3	15,35	28,90	9,0	3,2	9,0	8,8	3,80	7,2
	30-50	3,5	6,84	10,3	7,4	12,80	25,43	5,9	9,7	6,6	6,0	3,42	5,6
4	0-10	8,7	3,48	7,90	10,6	22,04	19,78	19,7	6,7	7,0	10,8	4,56	11,8
	10-30	5,2	7,90	6,60	7,6	26,33	14,86	10,1	7,7	7,2	9,0	8,36	5,2
	30-50	следы	6,21	7,21	3,2	9,70	11,40	9,0	3,2	4,94	7,2	6,08	5,36
5	0-10	14,1	5,34	8,7	10,6	19,78	21,60	9,2	4,0	6,6	7,5	6,08	7,2
	10-30	3,3	3,94	5,2	7,0	10,89	21,53	6,2	3,7	5,2	6,0	4,94	4,5
	30-50	следы	5,60	4,2	4,3	14,82	9,27	4,9	2,2	3,6	4,6	3,42	5,4

Таблица 4

Экономическая эффективность различных приемов промывок на вновь осваиваемых землях Центральной Фергана за 1981-1983 гг.

Вариант опыта	Собрано хлопка-сырца за 3 года, ц/га	Общая стоимость сырца за 3 года, руб.	Себестоим. 1 центнера хлопка-сырца за 3 года на прямые затраты, руб.	Чистый доход с гектара за 3 года, руб.
Контроль	56,88	3207,0	51,58	271,30
Навоз 40 т/га	73,20	4125,55	42,21	1035,55
Навоз 60 т/га	85,07	4794,54	37,54	1600,54
Суперфосфат 366 кг/га	65,77	3706,79	46,83	626,40
Лигнин 60 т/га	65,83	3710,18	48,31	529,68

Примечание: средняя стоимость 1 центнера хлопка-сырца 56 руб. 36 коп.

ности промывных поливов.

Как видно из приведенных данных (табл.4), наибольшая сумма затрат на один гектар приходится в вариантах с внесением навоза 40...60 т/га (вариант 2,3), а также в варианте 5 с внесением 60 т/га лигнина. Однако благодаря более высоким урожаям доход от внедрения этих вариантов высок.

Полученные нами данные показывают высокую экономическую эффективность и хозяйственную выгоду от применения навоза, лигнина и суперфосфата как реагентов, усиливающих эффективность промывок и способствующих повышению урожаев хлопчатника.

Следует отметить также, что глубокое рыхление почвы перед промывкой улучшает водопроницаемость ее и ускоряет вымыв солей, оправдывая при этом возникающие определенные затраты.

УДК 626.862.4

К.Альжанов
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДРЕНАЖНЫХ СКВАЖИН С РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНОЙ ФИЛЬТРА В СОВХОЗАХ "БОЛЬШЕВИК" и "ПОБЕДА" ЧИМКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ

Мелиоративное состояние земель совхозов "Вольшевик" и "Победа" Кировского района Чимкентской области в значительной степени определяется работоспособностью скважин вертикального дренажа. При этом конструкция скважины должна быть рациональной в технико-экономическом отношении, обеспечивать достижение требуемого мелиоративного эффекта. Основным элементом дренажной скважины, определяющим в значительной степени стоимость ее строительства и производительность, является фильтр, его длина и конструктивные особенности.

В указанных хозяйствах в 1973 и 1976 гг. было построено, соответственно, три и восемь опытно-эксплуатационных скважин вертикального дренажа. Диаметры бурения фильтра, составы гравийных обсыпок скважин близки, однако длина фильтрового

каркаса изменяется от 9 до 32 м. Это и послужило основой наших исследований по определению зависимости эксплуатационных расходов скважин от длины фильтра.

Несмотря на большую практическую значимость выбора и обоснования длины фильтра скважин, исследований в этом направлении выполнено немного. В работе В.М.Гаврилко и В.С.Алексеева [1] длина фильтра буровой скважины выбирается на основе метода фильтрационных сопротивлений, согласно которому пользуются приемом, основанным на том, что показатель сопротивления скважины, характеризующий несовершенство по степени вскрытия пласта, уменьшается с увеличением длины фильтра l и при l/m = 0,8...0,9 становится незначительным (m - мощность водоносного пласта). Суммарное же сопротивление фильтра прямо пропорционально его длине...

Суммарное сопротивление, связанное с конструктивными особенностями скважины, имеет оптимальную величину, поскольку сопротивление, обусловленное несовершенством по степени вскрытия пласта, уменьшается с увеличением длины фильтра, а потери напора из-за несовершенства скважин по характеру вскрытия пласта возрастают при большой длине фильтра. Поэтому увеличение длины фильтра гидродинамически несовершенной скважины не приводит к росту ее расхода при заданном понижении уровня.

Э.А. Грикевич [2] на основании полученных им зависимостей также приходит к выводу о том, что чем длиннее фильтр, тем больше абсолютное значение снижения напора за счет движения воды внутри рабочей части фильтра. Увеличение длины фильтра приводит к одновременному уменьшению входных потерь ($\Delta h'_\varphi$) и возрастанию сопротивления трения ($\Delta h''_\varphi$). По мнению автора, выбор рациональной длины перфорированной части фильтра необходимо производить с учетом общих потерь напора в фильтре, несовершенства скважины по степени вскрытия и скоростей поступления воды в фильтр.

И.И.Гринбаум [3], анализируя решения Э.А.Грикевича, также связывает выбор длины фильтра с гидродинамическим несовершенством скважины и неравномерностью притока по длине фильтра.

Последний вопрос нами частично рассмотрен ранее [4].

В литологическом строении опытно-эксплуатационного участка в совхозе "Большевик" принимают участие аллювиально-

пролювиальные отложения четвертичного возраста.

С поверхности до глубины 6 м залегают легкие суглинки, подстилаемые супесями до глубины 22-24,5 м, иногда до 28-30 м. Под покровной супесчано-суглинистой толщей залегает первый слой песков мощностью 16...24 м, второй и третий слои песков залегают на глубинах 40...60 м и 50...75 м; мощность этих слоев, соответственно, 15...20 м и 6...10 м. Слои песков разделяются суглинками и светло-коричневыми глинами мощностью от 4 до 10...12 м.

Таким образом, до глубины 70...80 м на территории прослеживается два-три водоносных горизонта, мощность которых сверху вниз уменьшается.

Глубина залегания уровня грунтовых вод, по данным наших наблюдений, колеблется от 1,83 до 4,5...4,8 м. Коэффициент фильтрации верхнего трехметрового слоя, по данным института "Совзгипрорис", составляет 1...3 м/сут, водоносных песков 20...28 м/сут.

При выборе скважин для оценки их работы с различной длиной фильтрового каркаса и его положения в каптируемом пласте особое внимание уделялось идентичности гидродинамических условий, технологии бурения, степени вскрытия водоносного горизонта, типу фильтрового каркаса и качеству гравийной обсыпки.

Гранулометрический состав примененных гравийных обсыпок на исследуемых скважинах вертикального дренажа характеризовался коэффициентом неоднородности η = 1,8...9,6, что близко к рекомендациям САНИИРИ.

В качестве фильтрового материала применялась смесь Бекабадского гравия с Джуминским песком в пропорции 2:1, поэтому в составе этой обсыпки частицы меньше 1 мм составляли 5...12; последние способствовали образованию уплотненного фильтра вокруг стрепера.

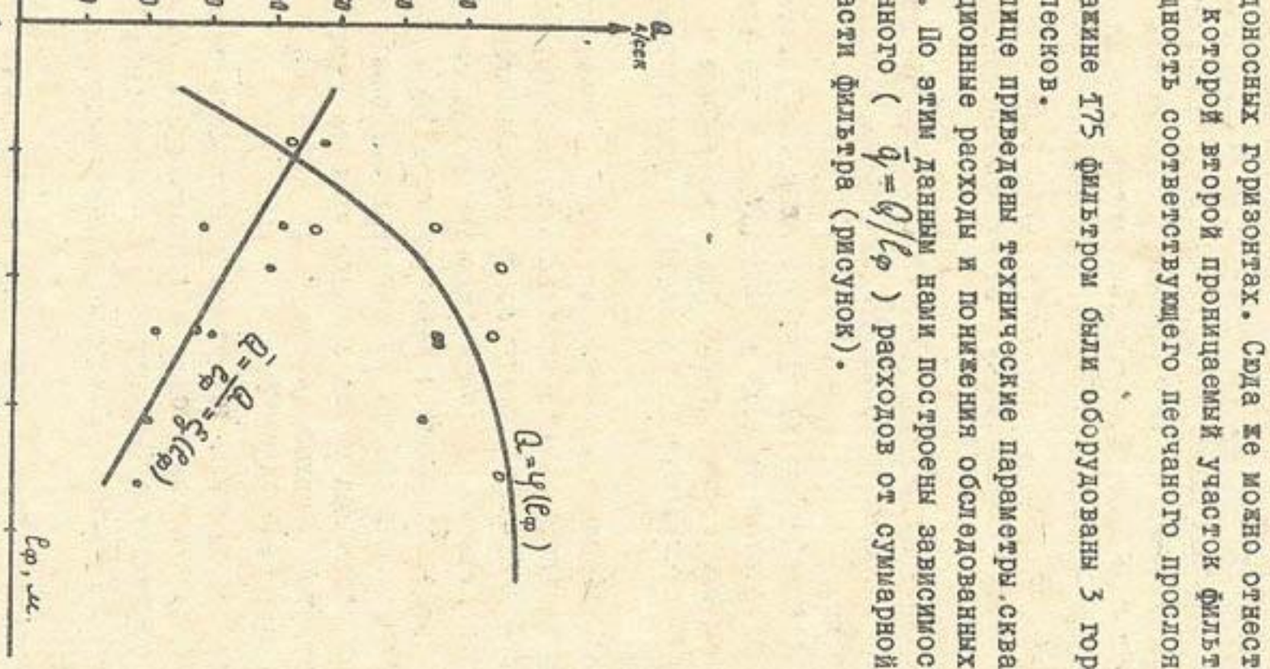
Для исследования формирования притока по длине фильтра выбрали 10 скважин вертикального дренажа, построенных методом обратной промывки с диаметром бурения 1270 мм.

В пяти скважинах (123, 198, 199, 201 и 203) фильтр был установлен только в первом водоносном горизонте. К этой же группе практически можно отнести и скв.181, в которой в интервале 39,5...42,5 (интервал глинистого прослоя) - глухая труба.

В двух скважинах (190 и 197) фильтры были установлены в двух водоносных горизонтах. Сюда же можно отнести и скважину 187, в которой второй проницаемый участок фильтра всего 2 м, а мощность соответствующего песчаного прослоя не превышала 3 м.

В скважине 175 фильтром были оборудованы 3 горизонта водоносных песков.

В таблице приведены технические параметры скважин, а также эксплуатационные расходы и понижения обследованных 10 скважин на 1978 г. По этим данным нами построены зависимости суммарного и потонного ($\bar{q} = Q/l_\phi$) расходов от суммарной рабочей части фильтра (рисунок).



Зависимость суммарного (Q) и потонного ($\frac{Q}{l_\phi} = \bar{q}$) дебитов скважин вертикального дренажа от суммарной длины фильтра

Таблица 1

Конструктивные элементы и эксплуатационные параметры скважин вертикального дренажа в совхозах "Большевик" и "Победа" Кировского района Чимкентской области

Номер скв.	Год строительства	Год ввода	Глубина скв, м	Диаметр фильт. каркаса, мм	Интервал установки фильтра, м	Тип фильтрового каркаса	Скважность, %	Длина фильтра, м	Уровни, м $H_{ст}$	Уровни, м $H_{дин}$	Понижение S м	Расход, л/с общий	Расход, л/с удельный	Расход, л/с на 1 м
123	1973	1974	45	426	32,5...41,5	Щелевой	12-14	9	4,30	12,5	8,1	42	5,2	4,67
198	1976	1977	52	460	25,0...49,65	Дырчатый ø 8-10 мм	10	24,65	4,20	13,65	9,45	65	6,9	2,65
199	1976	1977	44	426	27,0...43,0	Щелевой	12-14	16	3,85	11,79	7,94	46	5,8	2,87
201	1976	1977	44	426	27,0...43,0	"-"	12-14	16	4,0	14,3	10,3	65	6,3	4,06
203	1976	1977	43,5	326	23,0...42,0	"-"	12-14	19	3,60	15,10	11,50	75	6,5	3,95
181	1973	1974	55,0	426	2,60...39,5 42,5...52,0 30,65...40,55	"-"	12-14	24	3,60	10,80	7,20	49	6,8	2,06
190	1976	1977	65	326	47,15...61,65 25,5...39,0	"-" Дырчатый	12-14 10	24,3 36	4,05 4,40	15,30 12,3	11,25 7,90	65 68	5,8 8,6	2,66 1,88
197	1976	1977	74,5	460	50,5...72,8	ø 8-10 мм			4,40 3,65	13,35 15,8	8,95 12,15	75 75	8,4 6,15	2,08 2,08
187	1976	1977	69,5	377	27,62...37,12 41,12...43,12 48,12...67,12	Щелевой	12-14	30,9	3,65	13,90	10,25	63	6,3	2,04
175	1973	1974	74,5	426	39,0...45,5 49,0...58,0 63,0...71,0	"-"	12-14	24,5	4,20	14,85	10,65	74	6,9	3,02

Из рисунка видно, что для скважин вертикального дренажа в совхозах "Большевик" и "Победа" Кировского района Чимкентской области отмечается следующая закономерность:

- заметный прирост дебита скважины вертикального дренажа происходит при увеличении длины фильтра (если позволяет мощность водоносного горизонта) до 20...25 м;
- при длине фильтра 30 мм и более практически значимого прироста дебита скважины не происходит;
- в целом зависимость суммарного дебита скважины от суммарной длины фильтра близка к экспоненте;
- погонный дебит скважины (средний приток на 1 м длины фильтра) с увеличением длины фильтра уменьшается;

для нашего случая в интервале $9 < l_\varphi < 36$ м зависимость может быть представлена в виде

$$\bar{Q} = 5{,}8 - 0{,}116\, l_\varphi. \qquad (I)$$

Вполне возможно, что при большем количестве данных по Чимкентской области в различных диапазонах длин фильтров скважин вертикального дренажа зависимость $\bar{Q} = \xi(l_\varphi)$ также имела бы криволинейный характер с асимптотическим приближением к осям координат.

Таким образом, в литолого-гидрогеологических условиях, идентичных с рассмотренными, для скважин вертикального дренажа может быть рекомендована длина фильтра 20-25 м как наиболее рациональная, обеспечивающая производительность скважины, близкую к максимально возможной.

Список использованной литературы

I. Гаврилко В.М., Алексеев В.С. Фильтры буровых скважин. - М.: Недра, I976, с.222-225.
2. Гринкевич Э.А. Влияние гидравлических сопротивлений скважины на приток воды. - Рига: Зинатне, I969, с.62-66.
3. Гринбаум И.И. Расходометрия гидрогеологических и инженерно-геологических скважин. - М.:Недра, I975, с.5I-55.
4. Альжанов К., Сорокина И.А.,Якубов Х.И. О длине фильтров скважин вертикального дренажа в трехслойном пласте. Сб. науч.тр./Среднеаз.НИИ ирригации, вып.I59, с.52-60.

УДК 63I.4:633.I8:626.862.4

Г.Д.Ылдашев, канд.с.-х. наук
Б.У.Даулетбаев

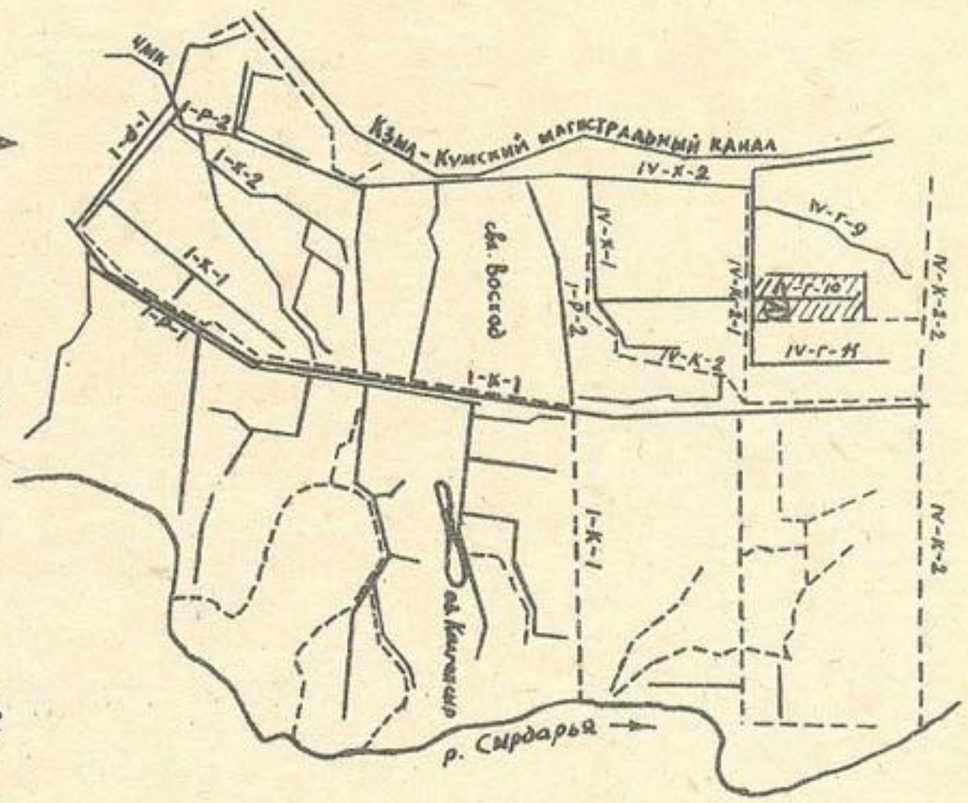
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

ФОРМИРОВАНИЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА ПОЧВОГРУНТОВ РИСОВЫХ СИСТЕМ НА ФОНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

В настоящее время на территории Кызылкумского массива построены и сданы в эксплуатацию 206 скважин вертикального дренажа (СВД) вместо 220 по проекту Союзгипрориса. Коэффициент их полезной работы (КПР) составляет не более 0,25, что не обеспечивает поддержание благоприятного водно-солевого режима почвогрунтов зоны аэрации и покровного мелкозема. Отсюда ухудшение мелиоративного состояния орошаемых и прилегающих к ним территорий. Из 78,2 тыс.га валовой площади только 48,4 тыс.га находятся в сельскохозяйственном обороте, а I6,9 тыс.га относятся к категории мелиоративно неблагополучных.

В связи с этим необходимо определить особенности формирования водно-солевого режима почвогрунтов при эксплуатации рисовых оросительных систем для данного массива и разработать режим работы системы вертикального дренажа,который обеспечивал бы оперативное регулирование водно-солевого режима почвогрунтов. С этой целью в I982 г. на территории рисоводческого совхоза "Восход" Чардаринского района был выбран опытно-производственный участок (ОПУ) площадью I22 га (в пределах рисовой системы IУ-Г-I0) (рис.I). Здесь с I980 г. возделывается рис (сорт "Узрос-59"). Почвы ОПУ лугово-сероземные, по механическому составу представлены переслаивающимися по профилю суглинисто-супесчаными разностями (табл.I).Перед началом исследований почвы относились к слабо- и среднезасоленным.

Установлено, что максимальная водоподача наблюдается в фазу прорастание-всходы, т.е. в период первоначального затопления - 7I68 $м^3$/га (I982 г.) и 5439 $м^3$/га (I983 г.), а мини-


Кзыл-Кумский магистральный канал
ЧИК
I-Ф-1
I-Р-2
I-К-2
I-К-1
I-Р-1
IV-К-2-2
IV-К-2
IV-Г-9
IV-К-1
IV-К-2-1
IV-Г-10
IV-Г-11
IV-К-2
сбр. Восход
I-К-1
сбр. Качкасыр
I-К-1
р. Сырдарья

А
N-Г-11
сбр 1м
IV-АС-Б-1
сбр 2м
IV-Г-10
IV-АС-Б-2
IV-АС-Б-3
IV-АС-Б-4
IV-АС-Б-5
IV-АС-Б-6
IV-АС-Б-7
IV-АС-Б-8
IV-АС-Б-9
IV-АС-Б-10
IV-АС-Б-11
IV-АС-Б-12
IV-АС-Б-13
IV-АС-Б-14
IV-АС-Б-15
IV-АС-Б-16
IV-АС-Б-17
IV-АС-Б-18
IV-АС-Б-19
IV-АС-Б-20
IV-АС-Б-21
IV-АС-Б-22
IV-АС-Б-23
IV-АС-Б-24
IV-АС-Б-25
IV-АС-Б-26
IV-АС-Б-27
IV-АС-Б-28
IV-АС-Б-29
IV-АС-Б-30
IV-АС-Б-31
IV-АС-Б-32
IV-АС-Б-33
IV-АС-Б-34
IV-АС-Б-35
IV-АС-Б-36
IV-АС-Б-37
IV-АС-Б-38
IV-АС-Б-39
IV-АС-Б-40
IV-АС-Б-41

мальная – в фазу колошение-цветение I9I9 м³/га (I982 г.) и 2I52 м³/га (I983 г.). В целом водоподача составляла 29322 м³/га (I982г.) и 28860 м³/га (I983г.).

Первый период водоподачи характеризуется высокими удельными расходами – до 3–5 л/с/га, второй – пониженными ординатами гидромодуля – до I–2 л/с/га. Для насыщения почвогрунтов требовалось 3283 м³/га при Н = I,82 м (I982 г.) и 373I м³/га при Н = 2,04 м (I983 г.) После затопления рисовых чеков полное насыщение почвогрунтов происходило в течение 3–5 суток.

Выявлено, что в фазу всходы-кущение расходы воды на испарение составляли 634 м³/га (I982 г.) и 753 м³/га (I983 г.) при средней температуре воздуха 26,3°С. Заметное уменьшение испарения наблюдалось в фазу колошение-цветение – 390 м³/га (I982 г.) и 3I2 м³/га (I983 г.) при температуре 27,8°С. Это объясняется повышением влажности воздуха в приземном слое за счет интенсивной транспирации риса. Величина испарения с рисового поля за период вегетации риса составила 406I м³/га (I982 г.) и 4009 м³/га (I983 г.), причем ее максимум приходился на первую половину вегетации.

Максимальная транспирация наблюдалась в фазу всходы-кущение – I577 м³/га (I982 г.) и I300 м³/га (I983 г.) при средней влажности воздуха 47 %, а минимальная – в фазу колошение-цветение 554 м³/га (I982 г.) и 5Ø4 м³/га (I983 г.) при 40 %.

Объем транспирации с рисового поля за период вегетации с 6898 м³/га (I982 г.) увеличился до 7374 м³/га (I983 г.).

Суммарное водопотребление в среднем по ОПУ составляло I0959 м³/га (I982 г.) и II383 м³/га (I983 г.).

В период вегетации риса фильтрация с затопленного поля увеличивалась в связи с работой СВД и в среднем достигала I22I0 м³/га (I982 г.)и 8278 м³/га (I983 г.). Поверхностный сброс за вегетационный период равнялся 2870 м³/га при модуле 0,27 л/с/га (I982 г.) и 3450 м³/га при 0,39 л/с/га (I983 г.), что составляет I0–I2 % от водоподачи.

Проследим изменение составляющих частей оросительной нормы риса в зависимости от удаленности СВД на расстояния 25,50,I00 и 200 м (табл.2):

испарение (И) с водной поверхности чека равнялось, соответственно, 400Ø, 40I0, 40I2 и 40I4 м³/га, т.е. в

Таблица 2

Распределение составляющих частей оросительной нормы риса (м³/га) в зависимости от удаленности скважины вертикального дренажа

Месяц	Декада	25 м			50 м			I00 м			200 м		
		И	Т	Ф	И	Т	Ф	И	Т	Ф	И	Т	Ф
У	I	478	764	I282	470	652	722	450	680	390	434	676	294
	2	392	6I4	II86	392	674	732	4I2	750	730	428	756	656
	3	394	644	I6I4	344	758	792	360	740	580	364	720	430
Итого		I264	2022	4082	I206	2084	2246	I202	2I70	I400	I226	2I52	I360
УI	I	436	753	I488	344	773	774	344	770	380	406	708	388
	2	378	658	I328	420	682	660	420	680	350	374	678	320
	3	370	622	I2I4	396	742	726	394	747	350	362	700	220
Итого		II84	2033	4030	II60	2I97	2I60	II58	2I97	I080	II42	2086	928
УП	I	382	658	II86	4I2	748	726	408	745	305	380	7I2	302
	2	368	678	I230	4I0	890	838	4I6	796	440	386	763	445
	3	422	786	23I2	430	824	986	420	730	342	4I2	720	240
Итого		II?2	2I22	4728	I252	2462	26I0	I244	227I	I087	II?8	2I95	987
УШ	I	382	I240	40I8	392	636	I0I2	408	736	883	468	894	502
	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Итого		382	I240	40I8	392	636	I0I2	408	736	883	468	894	502
Всего		4002	74I7	I6858	40I0	7379	8028	40I2	7374	4450	40I4	7327	3777

среднем 4009 м^3/га;

транспирация (Т) достигала, соответственно, 7407, 7379, 7374 и 7327 м^3/га, т.е. по мере приближения к СВД величина транспирации увеличивалась;

вертикальная фильтрация (F_θ) с поверхности рисового чека составляла, соответственно, I6858, 8028, 4450 и 3777 м^3/га, т.е. по мере удаления СВД объем вертикальной фильтрации уменьшался;

урожайность риса изменялась от 58,4 до 38,6 ц/га, а в среднем по ОПУ урожайность риса составляла 47,5 ц/га. Следовательно, максимальный урожай риса (58,4–49,5 ц/га) формируется на расстоянии 25–50 м от СВД при расходе воды на фильтрацию I6,8–8,0 мм/сут. Если СВД удалена на 200 м, то фильтрация уменьшается до 4;5–3,7 мм/сут и урожайность составляет 36–38 ц/га.

Систематические наблюдения за работой СВД на рисовых системах позволили уточнить КПР систем – 0,63 – и объем откачиваемых вод – 439,3 тыс.м^3 (табл.3).

Таблица 3

Эксплуатационные показатели работы скважин вертикального дренажа (система IУ-Г-I0)

Месяц	Номер скважины						Итого	
	I м		2 м		I6 м		Q / V	M / КПР
	Q / V	M / КПР	Q / V	M / КПР	Q / V	M / КПР		
У	24 / 6428I	744 / I,0	- / -	-	24 / 6428I	744 / I,0	24 / I28562	I488 / I,0
УI	I8 / 46656	720 / I,0	-	-	I8 / 46656	720 / I,0	I8 / 93302	I440 / I,00
УП	22 / 399I6	504 / 0,67	25 / I0800	I20 / 0,I6	20 / 32832	576 / 0,77	22 / 83548	I200 / 0,58
УШ	20 / 53568	744 / I,0	30 / 80352	744 / I,0	- / -	- / -	25 / I33920	I488 / I,0
ВСЕГО	2I / 20442I	27I2 / 0,92	27 / 9II52	864 / 0,29	2I / I43769	2040 / 0,69	24 / 439342	56I6 / 0,63

Примечание. Q – средний дебит скважин, л/с;
V – объем откачиваемой воды, м^3;
М – количество проработанных часов за месяц;
КПР – отношение проработанных часов к часам в месяце.

При таком КПР уровень грунтовых вод (УГВ) перед посевом риса находился на глубине I,83...2,48 м. Подъем УГВ происходил за счет фильтрации воды из оросительной сети и с затопленных прилегающих рисовых полей. Отметим, что в период первоначального затопления рисовых чеков УГВ находился на глубине 0,I8–0,34 м, затем смыкались грунтовые воды с ирригационными. При работе СВД напорность понижается до 0,I–0,3 м (рис.2).

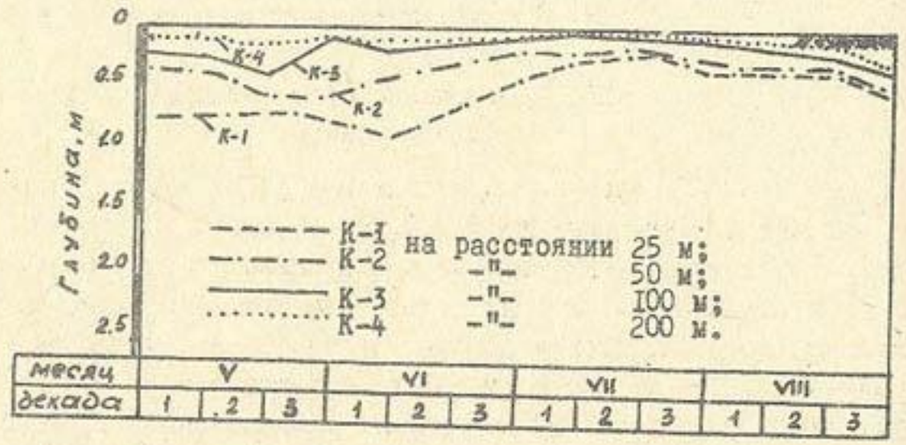
В зоне действия ВД №I6 м, расположенной на ОПУ, максимальная глубина залегания – 0,74 м по наблюдательной скважине I (на расстоянии 25 м), а минимальная УГВ – 0,I м по скв.4 (на расстоянии 200 м) (рис.2а).

В зоне действия дрено-собирателя IУ-ДС-5 максимальный УГВ – 0,48 (скв.5) и 0,39 м (скв.7) наблюдается на расстоянии 25 м, а минимальный УГВ – 0,22 (скв.6) и 0,I6 м (скв.8) наблюдается на расстоянии 50 м от IУ-ДС-5 (рис.2б).

Установлено, что за период вегетации минерализация грунтовых вод каких-либо существенных изменений не претерпела и составила 2,0–2,5 г/л по плотному остатку.

Как показали результаты исследований, в значительной степени изменился солевой режим почвы. В целом по анионному составу они относятся к сульфатному и хлоридно-сульфатному типу засоления, а по катионному – к натриево-кальциевому (табл. 4). Данные, приведенные в табл.4, говорят о малой токсичности солей, которая не влияет на рост и развитие риса и других культур рисового севооборота. Вместе с тем под влиянием инфильтрационного потока воды отмечена общая тенденция уменьшения солей. Такие закономерности весьма характерны для лугово-сероземных почв.

а) в зоне действия вертикального дренажа



б) в зоне действия дрено-собирателя IУ-ДС-5

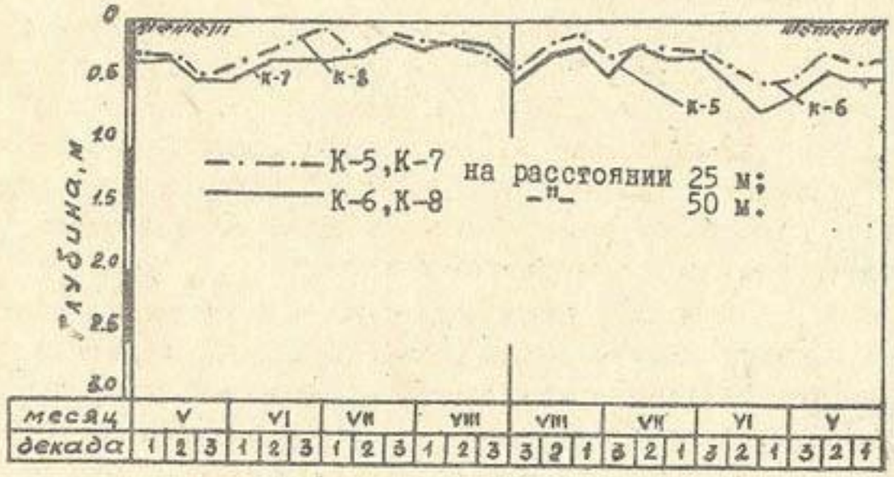


Рис.2. График колебания уровня грунтовых вод в период вегетации риса (система IУ-I-IO).

Таблица 4

Динамика засоления почвы (%) в период вегетации риса (сентябрь)

Удаленность солевой точки от СВД	Горизонт, см	Показатель	1982 г.	1983 г.	Разница
Точка №I - 25 м	0-I00	Cl'	0,0I0	0,006	0,004
		Na'	0,023	0,0I7	0,006
		Σ т.с	0,077	0,07I	0,006
	0-200	Cl'	0,009	0,006	0,009
		Na'	0,02I	0,0I5	0,006
		Σ т.с	0,07I	0,064	0,005
	0-300	Cl'	0,008	0,006	0,002
		Na'	0,020	0,0I3	0,007
		Σ т.с	0,063	0,057	0,006
Точка №2 - 50 м	0-I00	Cl'	0,0I0	0,005	0,005
		Na'	0,022	0,0I5	0,007
		Σ т.с	0,088	0,052	0,036
	0-200	Cl'	0,009	0,005	0,004
		Na'	0,020	0,0I3	0,007
		Σ т.с	0,077	0,047	0,030
	0-300	Cl'	0,008	0,005	0,003
		Na'	0,0I6	0,0I2	0,004
		Σ т.с	0,063	0,045	0,0I8
Точка №4 - 200 м	0-I00	Cl'	0,0II	0,008	0,003
		Na'	0,034	0,03I	0,003
		Σ т.с	0,I49	0,I26	0,023
	0-200	Cl'	0,0I0	0,007	0,003
		Na'	0,030	0,027	0,003
		Σ т.с	0,I28	0,I09	0,0I9
	0-300	Cl'	0,009	0,007	0,002
		Na'	0,029	0,024	0,005
		Σ т.с	0,II8	0,098	0,020

Таким образом, опытные данные по рассолению почвогрунтов и грунтовых вод свидетельствуют о благотворном мелиоративном воздействии вертикального дренажа на рисовую систему.

Список использованной литературы

I. Айдаров И.П., Голованов А.И., Мамаев М.Г. Оросительные мелиорации. - М.: Колос, I982. - с.80.

2. Зайцев В.Б. Рисовая оросительная система. М.: Колос, I975. - с.280.

3. Побережский Л.И. Водный баланс зоны аэрации в условиях орошения. - Л.: Гидрометеоиздат, I977. - с.286.

4. Харченко С.И. Водно-солевой баланс орошаемых земель Южного Казахстана. - Л.: Гидрометеоиздат, I977.- с.279.

5. Решеткина Н.М., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. - М.:Колос, I978. - с.3I9.

6. Рамазанов А.Р. Рис на засоленных землях низовьев Амударьи. - Ташкент: Узбекистан, I983. - с.95.

УДК 626.862.4:633.I8

П.С.Сапаров
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

МЕЛИОРАТИВНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Строительство закрытого горизонтального дренажа на рисовых оросительных системах способствует улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель. Дренаж помогает:

ликвидировать засоление почвогрунтов в период освоения земель;

предотвращать вторичное засоление во время нормальной эксплуатации, т.е. при поливе водой предельно-допустимой концентрации (ПДК) или же минерализованной - при использовании возвратных вод;

создавать необходимые условия для аэрации почв с тем, чтобы избежать застойных и закисных процессов, вызывающих уплотнение почв и приводящих к потерям продуктивности;

обеспечивать уровни грунтовых вод в невегетационный период и темпы их снижения, при которых гарантируется просушка поверхности земли до состояния, необходимого для проведения сельскохозяйственных работ в предпосевной и уборочный периоды;

обеспечивать скорость проточности воды в чеках, при которой температура воды не поднимается выше оптимальной, рекомендованной для произрастания риса ($40^{o}C$).

Кроме того, дренаж как основное мероприятие при совершенствовании рисовых систем помогает предотвратить ухудшение мелиоративного состояния окружающих рисовые поля земель, главным образом, усадебных севооборотов, самих усадеб совхозов и колхозов и т.д.

К числу основных вопросов при исследовании мелиоративной эффективности усовершенствованной рисовой оросительной системы следует отнести:

оценку опреснения почвогрунтов в период освоения земель и в эксплуатационном режиме;

оценку изменения уровней и степени минерализации грунтовых вод на рисовом поле;

оценку водопотребления и общих затрат воды на выращивание

риса;

оценку урожайности риса на усовершенствованных рисовых системах.

Положение уровня грунтовых вод определяют обычно два важных условия развития риса и его уборки - аэрации до вегетации и в межвегетационный период, не допускающая появления застойных явлений в почвах, и снижение УГВ в сроки, обеспечивающие нормальную работу механизмов во время уборки урожаев. З.Ф.Тулякова, А.Я.Олейник и И.С.Жовтоног считают, что положение уровня грунтовых вод в супесчаных и суглинистых грунтах на 2 м от поверхности до вегетации обеспечивают оптимальные условия развития риса и получение урожая до 60 ц/га.

Имеются указания, что в межвегетационный период грунтовые воды должны находиться на таком уровне, который мог бы обеспечить влажность будущего корневого слоя в пределах 60...80 ППВ с тем, чтобы слой этот достаточно аэрировался.

Результаты наблюдений за УГВ на опытных участках (II скважин расположены на фоне закрытого и 24 - на фоне открытого дренажа) показывают, что до вегетации уровень грунтовых вод устанавливается в пределах I,9...2,3 м в среднем от поверхности земли, что вполне удовлетворяет существующим требованиям. На фоне закрытого дренажа эта глубина выдерживается постоянно, хотя очистка дрен и не проводилась, а на фоне открытого дренажа, несмотря на ежегодную очистку, происходит подъем УГВ на 20...30 см.

В период орошения УГВ повышается повсеместно на I,5...2 м в течение I0 дней или даже месяца. Причем сразу после подачи воды подъем происходит медленно - на I см в день, а затем в течение 5 дней, после того как грунтовые воды прекратят растекаться, УГВ поднимается на I...I,4 м. На позднозатопленных картах уровень грунтовых вод поднимается более резко - на 5...6 см в день.

Имеются отличия и в темпах снижения уровней после вегетации - в первые I0...I2 дней УГВ снижается на I0 см в день, а затем более медленно - до глубины I,2...I,5 м. В среднем снижение происходит за 20 дней. Средние темпы снижения УГВ составили при закрытом дренаже - 2,92 см, при открытом - 3,5 см. Однако режим влажности почвы вполне удовлетворял требованиям уборки риса с помощью комбайнов.

Режим грунтовых вод на рисовых чеках должен распределяться по двум схемам: вблизи дрен наблюдается разрыв УГВ и поверхностной влаги; здесь нормальная глубина грунтовых вод колеблется от I0 до 80 см от поверхности в среднем за вегетацию. В середине же междренья и вблизи от них происходит в основном смыкание поверхностных и грунтовых вод. Соответственно этим схемам осуществляется либо свободная фильтрация в ненасыщенную толщу, либо фильтрационное перемещение непосредственно в дрену.

Динамика минерализации грунтовых вод определяется интенсивным опреснением их по скважинам и одновременно увеличением равномерности минерализации на площади дренируемых и орошаемых земель. Если исходная минерализация грунтовых вод до орошения составляла 5,8...30 г/л, то при средней минерализации 2I г/л и 90% обеспеченности она снизилась по плотному остатку до 27,5 г/л, т.е. коэффициент неравномерности составил 30%. В начале I979 г. минерализация в среднем снизилась до 5,27 г/л по плотному остатку и до 0,74 г/л по хлору, а при 90% обеспеченности до 6,32 г/л - по плотному остатку и 0,94 г/л - по хлору, т.е. коэффициент неравномерности составил по плотному остатку I9,8%. В I980 г. средняя минерализация по плотному остатку составила 3,I46 г/л и 0,7I0 г/л - по хлору. В I98I г. в начале вегетации наблюдались следующие показатели:

средняя минерализация по плотному остатку - I,575 г/л;
средняя минерализация по хлору - 0,405 г/л;
минерализация 90% обеспеченности по плотному остатку - 2,048 г/л;
то же, по хлору - 0,480 г/л;
коэффициент неравномерности по плотному остатку - 30%;
то же, по хлору - I8,5%.

Результаты исследований показали, что на фоне закрытого дренажа показатели значительно улучшаются благодаря возделыванию на вновь осваиваемых землях культуры риса. Замеры с помощью глубоких пьезометров дают основание считать, что хотя изменение минерализации происходит здесь менее интенсивно, но рассоляющий эффект в глубоких горизонтах развивается довольно быстро. Солесодержание на фоне закрытого дренажа контролировалось по I4 точкам, расположенным в основном в центре междренья, и 46

точкам - на фоне открытого дренажа.

Характерно, что и при закрытом, и при открытом дренаже наблюдалось интенсивное рассоление почвогрунтов под действием инфильтрации как в середине поля, так и в точках 90% обеспеченности, что свидетельствует о том, что рассоление происходит достаточно равномерно. При этом наблюдалось выравнивание эпюр по всей глубине опресняемой толщи, независимо от степени исходного засоления, уже на третий год.

Однако при интенсивном рассолении из грунтов вымывались не только токсичные, но и полезные соли (сульфаты и кальций). Для оценки выноса солей при различных видах дренажа можно воспользоваться формулой В.Р.Волобуева. Обратное ее решение позволило определить коэффициент солеотдачи

$$M_0 = 10000\,\alpha_s \lg\left(\frac{S_н}{S_к}\right), \qquad (I)$$

где M_0 - промывная норма;
α_s - коэффициент солеотдачи;
$S_н$ и $S_к$ - соответственно, солесодержание в начале и конце вегетации.

Если приравнять промывную норму к интенсивности инфильтрации $F = F_в + F_б$, можно получить

$$\alpha_s = \frac{F}{10000 \lg\left(\frac{S_н}{S_к}\right)}, \qquad (2)$$

где F - общая инфильтрация;
$F_в$ - вертикальная фильтрация;
$F_б$ - боковая фильтрация.

Обработка данных полевых исследований показала, что промывной режим на фоне закрытого дренажа более эффективен, чем при открытом. Коэффициент солеотдачи составил в среднем на закрытом дренаже 3,66 $м^3$/единицу снижения солесодержания с колебаниями $^{+\,0,74}_{-\,0,76}$;

на открытом - 4,5I $м^3$/единицу снижения солесодержания с колебаниями $^{+\,0,617}_{-\,0,793}$.

По солевому балансу, в первые годы работы дренажа на опытных

картах I4I, I42 между расчетным средним солесодержанием и фактическими запасами солей в почве имелись расхождения - вынос солей превышал расчетные на 48...58,5 т/га. Объясняется это тем, что часть системы опытного участка в эти годы не работала и, наряду с учитываемым выносом солей в дренаж, соли постоянно выносились на расположенные рядом неорошаемые земли, игравшие роль "сухого дренажа". Поэтому параллельно с определением солеотдачи по В.Р.Волобуеву мы на основе наблюдений за дренажным стоком провели сравнение показателей выноса солей за эти годы с фактическими затратами воды на вынос солей в дренаж по отношению $\lambda^1 = \frac{F}{S_ф}$ $м^3/т$. В среднем за весь период наблюдений этот показатель для закрытого дренажа равнялся I37,8 $^{+\,23,2}_{-\,2I,4}$ $м^3/т$;
для открытого - I72,2 $^{+\,50,I}_{-\,47,3}$ $м^3/т$.

Отсюда видно, что коэффициент затраты воды на солеотдачу при закрытом дренаже оказался меньше, при этом и величина разброса была небольшой. Следовательно, закрытый дренаж более эффективен в работе.

За период наблюдений мы получили отрицательный солевой баланс с выносом солей за каждый год: на открытом дренаже 45...72 т/га, на закрытом - 42...6I т/га.

Показательно, что по мере ликвидации не засеянных рисом площадей опытного участка и повышения КЗИ до 90 неувязка в солевом балансе, сохраняя свою отрицательную направленность, составляет I,5...II,5 т/га, т.е. не превышает I0% от общего баланса. Обусловлено это тем, что часть солей уносится с урожаем (эта величина по непосредственным замерам не превышает 2 т/га), а часть - подсасывается на валики, бермы каналов и коллекторов и т.д.

В то же время за невегетационный период происходит постоянный подсос солей в зону аэрации в пределах I2...I6 т/га как на фоне открытого, так и закрытого дренажа. Это явление легко объясняется тем, что в невегетационный период, когда практически отсутствуют инфильтрационные токи из-за незначительных осадков, которые выпадают в ККАССР за этот период (50...60 мм), происходит капиллярный подсос солей из грунтовых вод.

Наблюдения за уровнем грунтовых вод показывают, что в среднем УГВ после прекращения поливов риса устанавливается на глубине 2 м от поверхности земли, что, очевидно, определяется рабочей глубиной дрен на рисовом поле при отсутствии солевого оттока.

По данным К.Г.Ганиева, при такой глубине максимальное испарение из грунтовых вод в зону аэрации может быть в пределах I750...2760 $м^3$/га за 2I0 дней невегетационного периода. При средней минерализации грунтовых вод 5...5,7 г/л возможное соленакопление от грунтовых вод - 9...I6 т/га, что близко к фактически наблюдаемым величинам - I2,4...I5,2 т/га.

После завершения мелиоративных работ и опреснения почвогрунтов до уровня содержания солей в пределах 40...50 т/га легко установить, что даже увеличение минерализации воды (2...2,5 г/л) не вызовет подъем минерализации почвы выше допустимых пределов в течение одного сезона.

Для определения водопотребления риса на участках закрытого и открытого дренажей были проведены детальные исследования расхода воды в вегетационный период на все элементы водного баланса. В целом за весь период работы опытного участка суммарный расход воды составил в среднем для открытого дренажа 27 330, для закрытого - 2I 806 $м^3$/га. По сумме статей баланс отличается в основном на величины инфильтрации, сбросов, и, частично, технических потерь. При этом на фоне закрытого дренажа удалось полностью избежать сбросов,а опорожнение чеков успешно проводилось лишь путем инфильтрации.

В I979 г. на опытном участке было построено специальное сооружение для подпора устья дрены. С I979 по I98I г. при подпоре 50...70 см удельные расходы в дрену сократились на 20%. Когда подпор производили до наполнения чеков, это позволяло на 4I0 $м^3$/га снизить объем воды на насыщение толщи и значительно уменьшить инфильтрацию. Такой подпорный режим воды в дренаж не ухудшал солевой режим в почвах, наоборот, давал возможность довести расход воды на орошение риса до 20 063 $м^3$/га. Во всех предыдущих опытах по суммарному водопотреблению риса - как наших, так и других сотрудников каракалпакского отдела САНИИРИ (в совхозах "Октябрь" и "50 лет ВЛКСМ") - минимальные расходы достигали 24500...28000 $м^3$/га за

сезон.

Для того чтобы установить, влияет ли на урожайность тип дренажа, определяли биологическую урожайность риса, ее соответствие бункерному урожаю в зависимости от размещения точек наблюдения по отношению к дрене. Одновременно расчетным путем находили скорости инфильтрации по методике А.Я.Олейника и сравнивали их с фактически наблюдаемыми по лизиметрам в различные периоды и в разных условиях.

Результаты многолетних наблюдений показали, что на участке с закрытым горизонтальным дренажем при одинаковых условиях урожайность риса была на 3I...52% выше, чем на фоне открытого дренажа. Кроме того, средняя высота растений и количество колосков как с зерном, так и без него, а также средний вес зерна (хотя и в меньшей степени) были лучше на участке с закрытым дренажем.

Сопоставив показатели урожайности в точках, расположенных на разном расстоянии от дрен, а также скорости инфильтрации в тех же точках,мы пришли к следующему выводу.

Во всех точках, расположенных ближе к дрене, показатели урожайности были наиболее высокими. По мере удаления от дрены урожайность постоянно снижалась, что связано с уменьшением скорости инфильтрации в почву.

В результате обработки данных зависимости показателей урожайности от скорости инфильтрации на ЭВМ БЭСМ-4М по типовой программе корреляционного анализа, выполненной в САНИИРИ (руководитель группы О.П.Дудко), была выбрана зависимость

$$\frac{y_x}{y_{max}} = \sqrt{-\frac{1,948}{V_{ix}} + 1,023}, \qquad (3)$$

где $\frac{y_x}{y_{max}}$ - относительная урожайность по междренью;

V_{ix} - средняя скорость инфильтрации, мм/сут.

По зависимости $V/V_{max} = I$ при $V_{ix} \geq 8,47$ мм/сут, коэффициент корреляции $K = 0,86$; среднее отклонение - 0,049; при $N = I9$ получено отклонение более 5% в четырех точках, в том числе максимальное - I3,7%. Эти данные совпадают с рекомендациями Х.Фикуда и В.Б.Зайцева.

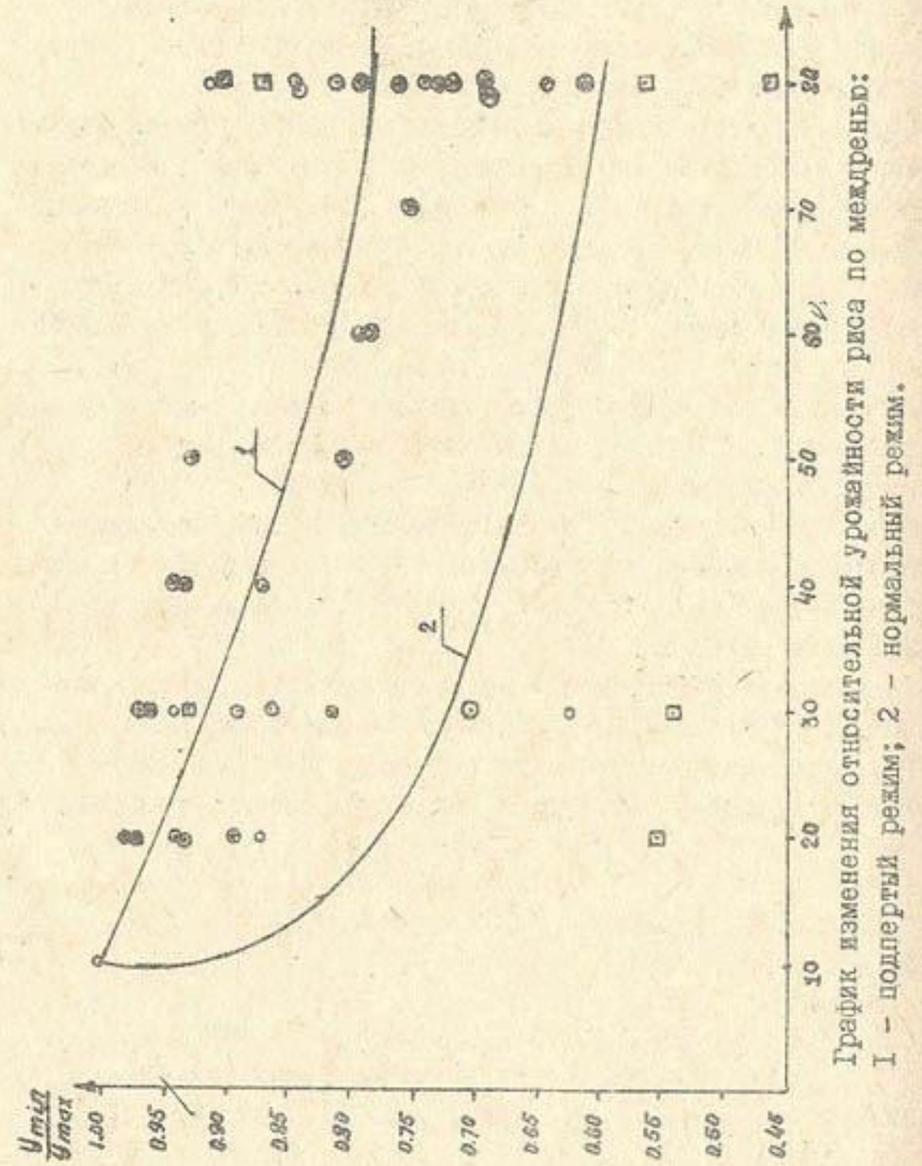


График изменения относительной урожайности риса по междренью:
I - подпертый режим; 2 - нормальный режим.

В среднем по междренью за период исследований по картам средняя скорость инфильтрации колебалась (по данным наблюдений за бездонными лизиметрами и дренажным стоком) в пределах 6...I2 мм/сут, т.е. находилась в рекомендуемых пределах. Однако по интенсивности разброса она отличалась в 30 раз. Так, в точке, удаленной от дрены на 80 м, интенсивность инфильтрации резко снижается, переходя в зону недопустимых значений (менее 5 мм/сут).

Построенный на основе данных наблюдений график (рисунок) имеет характерную особенность - неравномерность урожайности в подпертом режиме работы закрытого дренажа в два раза меньше, чем при свободном режиме, а на участках с открытым дренажем она еще меньше; глубина дренажа в данном случае особого влияния не оказывает.

Следовательно, наиболее эффективен частый дренаж, но с меньшей пропускной способностью. Заглубление дренажа в допустимых пределах должно привести к увеличению урожайности риса и его равномерности.

В среднем по междренью за период исследований по картам средняя скорость инфильтрации колебалась по данным наблюдений за бездонными лизиметрами и дренажным стоком) в пределах 6...I2 мм/сут, т.е. находилась в рекомендуемых пределах. Однако по интенсивности разброса она отличалась в 30 раз.Так, в точке, удаленной от дрены на 80 м, интенсивность инфильтрации резко снижается, переходя в зону недопустимых значений (менее 5 мм/сут).

Построенный на основе данных наблюдений график (рис.I) имеет характерную особенность - неравномерность урожайности в подпертом режиме работы закрытого дренажа в два раза меньше, чем при свободном режиме, а на участках с открытым дренажем она более значительна, еще меньше; глубина дренажа в данном случае особого влияния не оказывает.

Следовательно, наиболее эффективен частый дренаж, но с меньшей пропускной способностью. Заглубление дренажа в допустимых пределах должно привести к увеличению урожайности риса и его равномерности.

УДК 626.86

С.А.Полинов, канд.техн.наук
П.Д.Умаров, канд.техн.наук
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ КОМБИНИРОВАННОГО ДРЕНАЖА (НА ПРИМЕРЕ ХОЗЯЙСТВ КАРШИНСКОЙ СТЕПИ)

В комплексе водохозяйственных работ как по освоению новых земель, так и реконструкции гидромелиоративных систем староорошаемой зоны на современном этапе одной из актуальных является проблема мелиорации земель. Это связано прежде всего с ростом

дефицита водных ресурсов, повышенной минерализацией речного стока и, наконец, с необходимостью освоения сильнозасоленных земель Поэтому за последние годы наметилась тенденция к росту капиталоемкости мелиоративной составляющей.

Поиск оптимальных методов и средств мелиорации земель, обеспечивающих экономически эффективную водосберегающую технологию и борьбу с засолением земель, предопределили развитие комбинированного дренажа - наиболее перспективного в условиях неоднородного литологического строения почвогрунтов. Техническое решение этого вопроса состоит в усилении проложенного в покровном мелкоземе горизонтального дренажа вертикальными самоизливающимися скважинами, посаженными в подстилающий слой. На фоне такой системы, возникающий при поливах и соответствующем подъеме грунтовых вод напор передается в нижний, хорошо водопроницаемый слой, формируя приток к вертикальным скважинам-усилителям и самоизлив в сеть горизонтального дренажа.

Таким образом, самоизливающиеся скважины, размещаемые вдоль дрены, не только усиливают ее действие, но и позволяют значительно расширить междренное расстояние. В свою очередь сокращение удельной протяженности горизонтального дренажа повышает эксплуатационную надежность мелиоративной системы, что позволяет в конечном счете планомерно управлять водно-солевым режимом почвогрунтов при минимальных затратах оросительной воды.

Впервые широкомасштабное внедрение комбинированного дренажа началось в Каршинской степи - самом крупном в Средней Азии целинном массиве. Здесь только на территории первой очереди освоения (200 тыс.га) под комбинированный дренаж отведено около 35% площади. В первоначальных проектах предусматривалась площадная схема размещения комбинированного дренажа с устройством скважин-усилителей вдоль закрытых горизонтальных дрен с шагом, не превышающим половины междренного расстояния.

Исследования, проводившиеся в САНИИРИ [I,2,3], позволили усовершенствовать конструкцию скважин-усилителей - значительно удешевить ее,повысить водозахватную способность, снизить потребность в дефицитных материалах, отработать технологию строительства, упростить подключение к горизонтальной коллекторно-дренажной сети.

Применение усилителей повышенной водозахватывающей способности (как показали исследования в с/х им. К.Маркса) дает возможность значительно разрядить, а в отдельных случаях вообще исключить сеть закрытого горизонтального дренажа, обеспечивая необходимую дренированность одними "усиленными" коллекторами, вдоль которых размещаются самоизливающиеся скважины. С помощью скважин-усилителей, построенных по линейной схеме / 4 / с применением новых конструкций подключения к горизонтальной коллекторно-дренажной сети, можно не только снизить капиталовложения, но и сократить и наиболее полно использовать весь комплекс работающих механизмов. В результате труд становится более производительным по сравнению с работой по площадной схеме, когда возникает множество препятствий и помех: необходимость работать по посевам или по площадям, подготавливаемым к ним, затруднения при подключении усилителей к трубчатым собирателям или закрытым дренам, которые часто бывают заилены или подтоплены, наконец, сложность устройства подъездов, подвода труб, отсутствие необходимых материалов и т.д.

На базе этих исследований в институте "Средазгипроводхлопок" проработано размещение дренажа в совхозах им. К.Маркса, Пахтакор", "Бешкент", а также в опытном порядке пересмотрены проекты чертежей на систему линейного комбинированного дренажа со скважинами-усилителями повышенной водозахватной способности (табл.I).

Для более всестороннего учета экономической эффективности строительства систем комбинированного дренажа со скважинами-усилителями повышенной водозахватной способности, наряду с народнохозяйственным эффектом ($Э_{НХ}$) важное значение имеет эффект строительной организации, достигаемый за счет:

сокращения капитальных вложений в фонды строительной организации, Δ К;

снижения себестоимости строительства, Δ С;

снижения эксплуатационных затрат, Δ Ээ;

условного высвобождения численности работающих в строительстве, Δ Ч ;

роста производительности труда на строительстве объекта, В.

В связи с этим анализ экономической эффективности производился путем разложения реальных смет и сравнения базового - площадного комбинированного дренажа в с/х им.К.Маркса, "Пахтакор"и вертикального - в с/х "Бешкент" с фактически внедряемой системой комбинированного дренажа со скважинами-усилителями повышенной водозахватной способности. При этом вместе с выделением физических объемов работ и затрат на строительно-монтажные работы (СМР) по рассматриваемым объектам отдельно раскладывались затраты на конструкции и материалы, основную зарплату рабочих, эксплуатацию машин и механизмов (табл.2).

Затраты на конструкции (трубы, дренажные колодцы и т.д.) и материалы (песчанно-гравийная смесь, бентонитовая глина) определяются их требуемым объемом и величиной отпускных цен.

Величина трудозатрат и основной заработной платы рабочих рассчитывается при известных объемах механизированных (выемка, перемещение и обратная засыпка грунта, бурение и т.д.) и ручных работ по единичным расценкам и нормам времени, принимаемым по ЕРЕР № 3, № I, № 27 и СНиП-65, Т-4, табл.4I. Исходя из этих же объемов механизированных работ и норм машинного времени (машино-смен), необходимого на их выполнение, можно рассчитать затраты на эксплуатацию машин и механизмов.

Учитывая высокий уровень механизации работ, оценка капитальных вложений в основные производственные фонды (ОПФ) строительной организации производится через инвентарно-расчетную стоимость действующих машин и механизмов. Количество последних, при известной директивной продолжительности работы машин, определяется, исходя из объема механизированных работ (в машино-сменах), предусмотренных на двухлетний срок выполнения. Зная оптовые цены каждой машины, легко подсчитать капвложения в ОПФ строительной организации.

Расчет годового экономического эффекта выполнялся в соответствии с "Инструкцией по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений" (СН 509-78) по формуле

$$Э_{год} = [(З_1 + З_{с1})\varphi - (З_2 + З_{с2}) + Э_э] A_2 ,$$

где $З_1$ и $З_2$ – приведенные затраты на заводское изготовление используемых конструкций и готовых материалов

с учетом стоимости их транспортировки до строительной площадки, руб/га;

$З_{c_1}$ и $З_{c_2}$ – приведенные затраты на возведение конструкций на стройплощадке, руб/га;

φ – коэффициент учета изменения срока службы внедряемой конструкции T_2 по сравнению с базовой T_1 при неизменности сроков службы, принятых в наших расчетах ($T_1 = T_2 = 20$ лет), $\varphi = 1$;

$Э_э$ – экономия в сфере эксплуатации конструкций за срок их службы $T = 20$ лет;

A_2 – годовой объем внедрения системы комбинированного дренажа, га.

Если приведенные затраты $З_1$ и $З_2$ можно определить по ведомости удельных затрат (табл.2), то приведенные затраты $З_{c_1}$ и $З_{c_2}$ требуют специального расчета (без учета их стоимости) по формуле

$$З_{c_i} = C_i + E_н K_i \quad ,$$

где C_i – себестоимость строительно-монтажных работ без стоимости конструкций и готовых материалов по i – му варианту (табл.2).

$E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, равный 0,15;

K_i – суммарные капиталовложения в основные производственные фонды (ОПФ) строительной организации K_i' и в смежные предприятия K_i'', включая затраты на разработку проектно-сметной документации (ПСД) и проведение научно-исследовательских работ (табл.2).

Экономия в сфере эксплуатации определяется путем сравнения издержек за срок службы конструкций изменяемых элементов базового и внедряемого вариантов (табл.3) и расчитывается по формуле

$$Э_э = \frac{И_1 - И_2}{P_2 + E_н} \quad ,$$

где $И_1$ и $И_2$ – годовые издержки в сфере эксплуатации;

P_2 – доля стоимости внедряемой системы в расчете на один год службы; для $T = 20$ лет $P_2 = 0{,}0175$, тогда $P_2 + E_н = 0{,}1675$.

Таблица 1

Сравнительная ведомость объемов строительства площадного комбинированного (вертикального) дренажа и системы линейного комбинированного дренажа со скважинами-усилителями повышенной водозахватной способности

Совхоз	Площадь (нетто), га	Базовый вариант (первоначальный проект)				Новая конструкция (переработанный проект)			
		Протяженность		Скважины-усилители		Протяженность		Скважины-усилители	
		открытых коллекторов, км	закрытых коллекторов, км	на открытых дренах, шт	всего скважин-усилителей, шт	открытых коллекторов, км	закрытых дренажа, км	на открытых дренах, шт	Всего скважин-усилителей, шт
"Пахтакор"	2230	20	59	-	-	-	200	140	340
им.К.Маркса	4550	37	69	-	-	-	180	60	240
"Бешкент"	1550	21	-	19	-	2I • 4	3	-	118
		-	-	330	330	-	20	20	-
		-	270	270	270	-	37	23	-

Таблица 2

Ведомость удельных затрат на строительство дренажа по базовому и внедряемому проектам в совхозах Каршинской степи, на I га

Показатель затрат	им.К.Маркса		"Пахтакор"		"Бешкент"	
	базовый	внедряемый	базовый	внедряемый	базовый	внедряемый
Стоимость СМР (по изменяемым элементам), руб/га	455	207	763	337	300	248
конструкции на стройплощадке, руб/га	4I	I5	76	30	5I	II
материалы на стройплощадке, руб/га	50	I7	9I	35	4	II
основная зарплата рабочих, руб/га	I8I	72	307	II9	I08	9I
затраты по эксплуатации машин, руб/га	I09	70	I65	99	89	95
итого, прямых затрат, руб/га	38I	I74	640	283	252	208
накладные расходы (I9,2%), руб/га	74	33	I23	54	48	40
себестоимость СМР (без стоимости конструкц. и материалов), руб/га	363	I76	596	272	246	226
трудозатраты на строительство, ч/час/га	227	85	407	I56	206	I20
Капвложения в ОМФ стройорганизации, руб/га	II2	74	I64	97	I04	I08
Затраты на разработку ПСД, руб/га	5	2	I0	4	6	6
Затраты на проведение НИР, руб/га	-	I3	-	I3	-	I9

Таблица 3

Сравнительная оценка удельных эксплуатационных затрат по базовым и внедряемому вариантам дренажных мероприятий в хозяйствах Каршинской степи, на I га

Наименование затрат и отчислений	им.К.Маркса		"Пахтакор"		"Бешкент"	
	базовый вар.	внедряемый вар.	базовый вар.	внедряемый вар.	базовый вар.	внедряемый вар.
Содержание эксплуатационного штата	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Норма амортизационных отчислений на капитальный ремонт, 0,6% от прямых затрат	2,29	I,04	3,84	I,70	I,5I	I,25
Затраты на текущий ремонт, 0,8% от прямых затрат	3,05	I,39	5,I2	2,26	2,02	I,66
Затраты на электроэнергию, 2млн. кВт·ч х 0,02 руб: I550 га	-	-	-	-	25,8I	-
И т о г о	6,I2	3,2I	9,74	4,74	30,I2	3,69
Экономия в сфере эксплуатации		I7,34		29,8		I67,7

Условное высвобождение численности работающих определяется соотношением трудозатрат на строительство базового $H_{бр_1}$ и внедряемого $H_{бр_2}$ вариантов (табл.2) к общей продолжительности строительства t по зависимости

$$\Delta Ч = Ч_1 - Ч_2 = \frac{H_{бр_1} - H_{бр_2}}{t},$$

где t = 8,2 ч х 2 смены х 230 рабочих дней = 3776 час., а из расчета продолжительности строительства в течение двух лет t = 7552 часа.

Отсюда нетрудно установить и рост производительности труда при строительстве объектов внедряемого варианта

Таблица 4

Показатели экономической эффективности внедрения систем комбинированного дренажа в совхозах Каршинской степи

Показатель	им. К.Маркса		"Пахтакор"		"Бешкент"	
	Всего на 4550 га	на I га	Всего на 2230 га	на I га	Всего на I550 га	на I га
Народнохозяйственный годовой приведенный эффект, руб.	I220402	462,I	I030483	2I6,78	336009	
Сокращение капвложений в фонды строительной организации, руб.	I69480	67,2	I49880	-3,6I	-5600[x])	
Снижение себестоимости строительства, руб.	854670	323,0	720230	I9,52	30270	
Снижение эксплуатационных затрат, руб.	78900	29,0	66500	I67,7	260059	
Условное высвобождение численности работающих в строительстве, чел.	86	0,033	74	0,0II	I8	
Рост производительности труда на строительстве, %	I68	I6I	I6I	72	72	

x) Знак минус означает увеличение.

$$B = \frac{\Delta Ч}{Ч_1 - \Delta Ч} \cdot 100 .$$

Проведенный на примере условий Каршинской степи анализ показывает, что внедрение систем комбинированного дренажа со скважинами-усилителями повышенной водозахватной способности дает значительный экономический эффект (табл.4) не только по сравнению с традиционными технически совершенными горизонтальным или вертикальным дренажами, но и с комбинированным дренажом при площадной схеме размещения.

Список использованной литературы

I. Духовный В.А., Якубов Х.И., Умаров П.Д., Любар Р.Г. Технология строительства комбинированного дренажа в Каршинской степи и на юге Каракалпакии. - Сб.науч.тр./Среднеаз.НИИ ирригации, I979, вып.I59 , с.5-I7.

2. Умаров П.Д. Оценка фильтрационных сопротивлений конструкции скважин-усилителей с песчано-гравийным фильтром большой толщины. - Сб.науч.тр./Среднеаз.НИИ ирригации, I980, вып. I60, с.95-I02.

3. Мелиорация и водное хозяйство: Экспресс-информ./ЦБНТИ. - М., I98I. - Вып.2. Расчет и проектирование параметров водоприемной части высокодебитных скважин усилителей комбинированного дренажа/Духовный В.А., Якубов Х.И., Насонов В.Г., Умаров П.Д., с.I-I0.

4. Духовный В.А., Умаров П.Д., Любар Р.Г. О выборе схемы размещения комбинированного дренажа. - Гидротехника и мелиорация, I980, № I2, с.58-6I.

УДК 631.6

Г.Д.Юлдашев, канд.с.-х.наук,
М.К.Джураев
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА КЫЗЫЛКУМСКОМ МАССИВЕ

Современная мелиоративная наука располагает всеми необходимыми средствами для проведения мероприятий по освоению засоленных земель.

Кызылкумский массив - один из крупнейших объектов внедрения вертикального дренажа. На его территории в настоящее время построены и сданы в эксплуатацию 268 скважин, из них 67 - на территории П очереди освоения земель.

Основным источником орошения на массиве является Кызылкумский магистральный канал с максимальным расходом 200 $м^3/с$ (рис.I). Поэтому достигнуть необходимого рассоления почв и опреснения верхней определенной мощности грунтовых вод и предотвратить реставрацию засоления в почве можно лишь путем решения комплекса вопросов мелиорации, включающих агромелиоративные и инженерно-мелиоративные мероприятия (поливы, промывки, дренаж и др.).

На территории покровные отложения представлены глинами и тяжелыми суглинками с коэффициентом фильтрации ($К_ф$) 0,09 м/сут, средними и легкими суглинками - $К_ф$ = 0,35 м/сут, супесями - $К_ф$ = 0,62 м/сут, а также пылеватыми песками - $К_ф$ = 2,5 м/сут. Мощность покровных отложений изменяется от 0,I до I0 м, но преобладают в основном мощности 2-3 м, сложенные легкими суглинками и супесями. Водоносный горизонт представлен мелкозернистыми песками с появлением в разрезе пылеватых и среднезернистых песков, а местами - маломощных прослоек суглинков и глин. Коэффициент фильтрации у них изменяется от 6,9 до I7 м/сут.

Однако вертикальный дренаж на Кызылкумском массиве применялся до сих пор лишь в целях понижения уровня грунтовых вод и орошения земель, причем за основу принимались только геолого-гидрогеологические параметры. В проектах не учитывались динамика химического состава откачиваемых вод, рассоляюще-опреснительное действие дренажа в мелиоративный и экс-

Показатель	ед. изм	Совхозы		
		Рисосеющие	Животноводческие	Хлопкосеющие
Площадь валовая / посевная	га	39705 / 36093	8123 / 6116	45077 / 24000
Площадь обслуживания 1 скв. (га валовой / посевной)		22.4 / 20.4	191 / 144	361 / 197
Количество скв.	шт.	192	30	129
Глубина заложения	м.	45-60	45-70	40-55
Диаметр обсадной колонны	мм	426		
Фильтровой каркас с размером щелей	мм	5 х 250		
Удельный дебит	л/с/м	3.5	4	3
Марка насоса	-	ЭЦВ8/I25-55 30 м	ЭЦВ8/I2-255 30 м	ЭЦВ8/I2-255 30 м
Глубина погружения насоса	м	21.2-27	II-27	20-27

Условные обозначения

1. 2
3. 4
5. 6

Рис.I. Схема расположения системы вертикального дренажа на территории Кызылкумского массива:

I - скважина вертикального дренажа; 2 - полосы отчуждения; 3 - расположение хозяйств; 4 - коллекторно-дренажные сети (КДС); 5 - линии электропередач (ЛЭП); 6 - ОПУ САНИИРИ (совхозы "Восход" и "Достык").

плуатационный периоды освоения земель, норма опреснения грунтовых вод и ряд других факторов.

Режим работы вертикального дренажа в проектах, разумеется, не мог обеспечить успешное завершение мелиорации почв из-за неизученности перечисленных вопросов. Для устранения отмеченных недостатков с 1977 г. сотрудниками САНИИРИ на массиве проводятся систематические исследования.

Данные наблюдений, полученные за 1978-1981 гг., легли в основу "Рекомендации по режиму откачки систем скважин вертикального дренажа в совхозе "Достык" Чардаринского района Чимкентской области (хлопковый севооборот)". В дальнейшем натурные исследования позволили разработать режим работы систем вертикального дренажа для совхоза "Восход" Чардаринского района (рисовый севооборот). Как показала практика, каждый годовой цикл режима грунтовых вод рисового севооборота подразделяется на три фазы - подъем, стабилизацию и спад, примерно, с одинаковой периодичностью. На хлопковом севообороте наблюдается ежегодный подъем УГВ (рис.2).

Грунтовые воды в пределах массива в зависимости от степени минерализации изменяются от пресных (0,4-1,0 г/л) до солоноватых (2,0-3,8 г/л); с глубиной изменений не наблюдается. Тип минерализации грунтовых вод (до 2 г/л) - сульфатно-гидрокарбонатный, свыше 2 г/л - сульфатно-хлоридный.

Почвы массива по типу засоления также изменяются в широких пределах. На юге они представляют в основном сульфатное и сульфатно-хлоридное засоление, на севере наблюдается хлоридно-сульфатное. С 1980 г. на некоторых площадях отмечалось хлоридное засоление.

По данным гидрогеолого-мелиоративной экспедиции "Главриссовхозстроя", до освоения массива незасоленные земли составляли 32,8%, слабозасоленные - 50,3, среднезасоленные - 14,1, сильнозасоленные - 2,8%. С началом орошения количество солей в зоне аэрации увеличилось и, соответственно, возросли площади сильнозасоленных земель до 11,3, среднезасоленных - до 24,9%.

Динамика водных балансов за 1975-1983 гг., составленная по данным экспедиции "Главриссовхозстроя", "Союзгипрориса" и САНИИРИ показала:

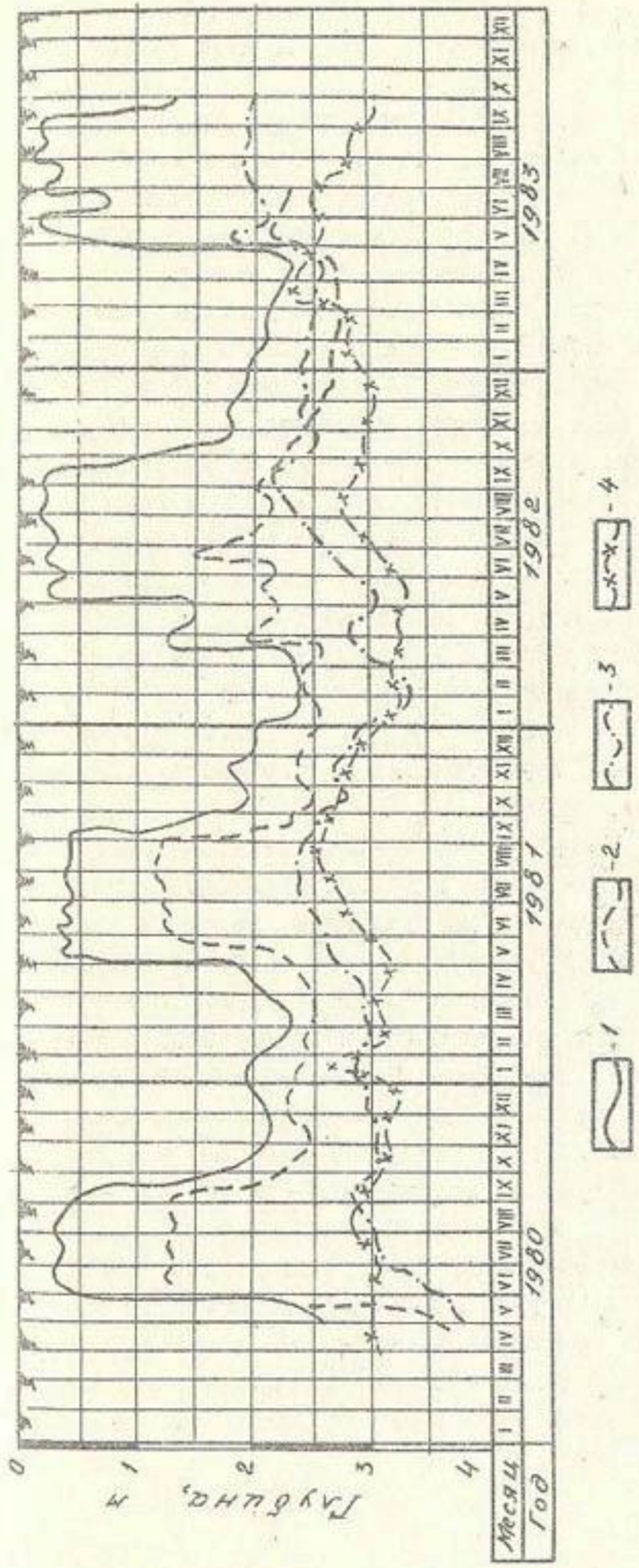


Рис.2. Режим уровня грунтовых вод на территории Кызылкумского массива:
1 - уровень грунтовых вод на рисовом поле; 2 - то же, на полях, занятых сопутствующими культурами; 3 - то же, на прилегающей территории; 4 - то же, на хлопковом поле.

до освоения массива главной приходной статьей водного баланса были атмосферные осадки, в настоящее время доминируют оросительные воды;

в расходной части баланса подземный приток преобладал над оттоком. Здесь следует отметить, что доли притока и оттока в общем водном балансе массива после интенсивного освоения уменьшились, примерно, в 10 раз. В целом водный баланс показал ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель.

Солевой баланс Кызылкумского массива до освоения складывался положительным, соли поступали в основном с подземными водами. Наибольший вынос их отмечался на первых этапах освоения в связи с интенсивной промывной почвогрунтов. С 1974 по 1983 г. разность солевого баланса оставалась положительной. Общее содержание солей увеличилось до 9,4 т/га в год, что было обусловлено ростом общей минерализации оросительной воды. В результате недостаточного отвода солей с коллекторно-дренажными водами усилился процесс соленакопления.

Кроме того, коэффициент полезной работы (КПР) системы скважин на массиве оставался очень низким - 0,19 - 0,36 против предусмотренного проектом - 0,8-0,9, что также привело к резкому подъему уровня грунтовых вод и возникновению процесса вторичного засоления земель.

Имеется целый ряд причин низкого КПР скважин на массиве. Главная - недоработки проектного и строительно-эксплуатационного характера, из-за которых, по сути дела, вертикальный дренаж не работает: не предусмотрен или не построен отвод откачиваемых вод за пределы территории, что приводит к затоплению территории вокруг скважин вертикального дренажа. К тому же скважины имеют множество дефектов: местами на них образуются воронки, отсутствуют запасы песчано-гравийной смеси, нет в наличии расходомеров, а порой и затрубных пьезометров. В целом скважины вертикального дренажа эксплуатируются недостаточно полно.

Для улучшения почвенно-мелиоративного состояния земель на массиве необходимо проводить химическую рассоляющую мелиорацию и агромелиорацию, изменить режим работы дренажа, осуществлять промывной режим орошения и т.д. С целью повышения эффективности использования мелиорируемых земель для разных

культур рекомендуется график режима работы скважин вертикального дренажа (табл. 1,2,3).

Приведенный годовой план-график откачек для рисового севооборота (совхоз "Восход") показывает, что объем требуемой откачки на орошаемую площадь (т.е.нагрузка на дренаж) составит 3467 $м^3$/га. По расчетам, чтобы обеспечить отток грунтовых вод в таком количестве, эксплуатировать следует одновременно в среднем за месяц от 4 до 17 скважин из 20 со средним дебитом 38 л/с. Среднегодовой КПР системы не превысит 0,55. При этом общая продолжительность работы составит 200 сут, а в остальное время можно будет производить ремонт скважин, насосносилового оборудования и гидротехнических сооружений. В связи с тем, что для этой системы принят прерывистый реким работы, их ремонт должен производиться по графику ремонтно-восстановительных мероприятий ежемесячно.

Система вертикального дренажа на площадях сопутствующих культур должна работать с более высоким КПР (0,65). Объем требуемой откачки в год - 4140 $м^3$/га при равномерном распределении в течение года. Уровень грунтовых вод изменяется от 1,37-1,39 в январе - феврале до 2,51-2,59 в октябре - ноябре; среднегодовой УГВ - 2 м.

На хлопковом севообороте система скважин с максимальной нагрузкой работает в вегетационный период: КПР - 0,80, объем откачек - до 236,5 $м^3$/га. При этом годовой объем откачек составит 2612 $м^3$/га, КПР - 0,75. Максимальное понижение уровня грунтовых вод (до 2,49-2,58 м) обеспечивается в период осенне-зимних промывок. Среднегодовой УГВ - 2,42 м.

Промывки на массиве должны обеспечить отвод лишних солей, но при недостаточной дренированности мелиорируемой территории грунтовые воды не опресняются даже при рассолении до заданной степени почвогрунтов вследствие высокой активности и испарения восходящих токов минерализованных грунтовых вод. Выявлено, что ход опреснения грунтовых вод зависит от степени мелиорированности данной территории. Затягивание процесса мелиорации почвогрунтов отрицательно влияет на скорость опреснения грунтовых вод, а следовательно, и на сроки возможного освоения земель. В результате удлиняется период капитальных промывок (вследствие чего повышаются непредвиденные затраты) и увели-

Таблица I

Годовой план-график откачек по системе скважин вертикального дренажа для рисового севооборота (совхоз "Восход")

Показатель	Месяц												Итого
	I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII	
Количество скважин, шт.	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Количество одновременно работающих скважин, шт.	I0	I3	I4	4	6	5	8	I2	I7	I6	I4	I6	-
Объем требуемой откачки, м3/га	268	3I4	375	I04	I69	I50	2I4	322	440	428	382	32I	3467
Продолжительность работы системы, сут	I6	I8	22	6	9	7	I3	I3	I9	25	2I	I9	200
Коэффициент полезной работы (КПР)	0,50	0,65	0,70	0,20	0,30	0,25	0,40	0,60	0,85	0,80	0,70	0,60	0,55
Период работы системы (число)	I-20 26-3I	I-I0 2I-28	I-I5 25-3I	I-I6	I0-I9	I0-I7	I0-23	I-I0 22-3I	I-25	I-25	I-I0 29-3I	I-I0 22-3I	
Глубина залегания грунтовых вод в начале и конце месяца, м	I,86-I,77	I-77-I,56	I,56-I,33	I,33-I,26	I,26-0,53				0,53-I,5I	I,5I-I,63	I,63-I,73	I,73-I,86	
Среднемесячная глубина залегания грунтовых вод, м	I,84	I,66	I,44	I,29	0,89	-	-	-	I,02	I,83	I,68	I,77	

Таблица 2

Годовой план-график откачек по системе скважин вертикального дренажа для сопутствующих культур (совхоз "Восход")

Показатель	Месяц												Итого
	I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII	
Количество скважин, шт.	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2
Количество одновременно работающих скважин, шт.	8	8	I0	I0	I0	7	4	8	6	8	8	8	-
Объем требуемой откачки, м3/га	328	296	328	340	375	363	375	375	363	35I	3I8	328	4I40
Продолжительность работы системы, сут	20	I8	25	25	25	I6	9	22	I5	22	2I	22	240
Коэффициент полезной работы (КПР)	0,65	0,65	0,80	0,80	0,80	0,55	0,30	0,70	0,50	0,70	0,70	0,70	0,65
Период работы системы (число)	I-I8 27-3I	I-I8	I-I5 2I-3I	I-I5 20-30	I-I5 2I-3I	I-I0 24-30	I-I5	I-I5 24-3I	I-I0 26-30	I-I0 I9-3I	I-I5 25-30	I-I5 24-3I	
Период остановки системы	I6-26	I9-28	I6-20	I6-I9	I6-20	II-23	I0-3I	I6-23	II-25	II-I8	I6-23	I6-23	
Глубина залегания грунтовых вод в начале и конце месяца, м	I,47-I,3I	I,3I-I,44	I,44-I,67	I,67-I,7I	I,7I-I,95	I,95-2,07	2,07-2,07	2,07-2,II	2,II-2,42	2,6I-2,6I	2,6I-2,57	2,57-I,47	
Среднемесячная глубина залегания грунт.вод, м	I,39	I,37	I,55	I,69	I,83	2,0I	2,07	2,09	2,26	2,5I	2,59	2,02	2,0

Таблица 3

Годовой план-график откачек по системе скважин вертикального дренажа
для хлопкового севооборота (совхоз "Достык")

Показатель	Июнь				Июль				Август				Итого
	I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII	
Количество скважин, шт.	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Количество одновременно работающих скважин, шт.	I8	I8	I8	I9	20	20	20	20	20	20	20	20	-
Объем требуемой откачки, м3/га	207,I	I87,I	207,I	2I4,5	236,5	2I6,5	236,5	236,5	236,5	236,5	236,5	236,5	26I2,0
Продолжительность работы системы, сут	22	20	22	23	25	24	25	25	25	24	23	22	278
Коэффициент полезной работы (КПР)	0,70	0,70	0,70	0,75	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,75	0,75	0,75
Период работы системы (число)	I-I0 20-3I	I-I0 20-28	I-I0 20-3I	I-II 20-30	I-II 20-3I	I-20 26-3I	I-20 27-30	I-20 26-30	I-20 27-30	I-20 26-3I	I-II 20-3I	I-II 20-30	
Период остановки системы (число)	II-I9	II-I9	II-I9	I2-I9	I2-I9	2I-26	2I-25	2I-25	2I-26	2I-25	I2-I9	I2-I9	
Глубина залегания грунтовых вод в начале и конце месяца, м	2,62-2,54	2,54-2,43	2,43-2,49	2,49-2,34	2,34-2,52	2,52-2,42	2,09-2,25	2,36-2,09	2,09-2,25	2,36-2,09	2,25-2,46	2,46-2,53	2,53-2,62
Среднемесячная глубина залегания грунтовых вод,м	2,58	2,48	2,46	2,42	2,43	2,47	2,39	2,22	2,I7	2,35	2,49	2,57	2,42

чиваются запасы солей в зоне аэрации.

На наш взгляд, поддержание рекомендованных режимов на Кызылкумском массиве поможет создать требуемый мелиоративный режим в целом и обеспечить дополнительный объем сравнительно пресных оросительных вод, удаление из зоны аэрации солей, превышающих допустимую величину, незамкнутость солевого баланса в мелиоративный и эксплуатационный периоды освоения земель, предотвратить вторичное засоление и т.д.

Выводы

I. Анализ существующих и прогнозных расчетов показал, что норма осушения в условиях Кызылкумского массива 2,5 м обеспечит даже для первоначально сильно засоленных земель, при соблюдении заданного режима орошения, благоприятный водно-солевой режим почвогрунтов.

2. Наблюдениями установлено, что большая часть откачиваемых вод (местами до 80%) теряется за счет фильтрации в коллекторах, и за пределы дренируемой территории отводится только незначительная их доля. В результате площадь с залеганием уровня грунтовых вод до 2 м ежегодно увеличивается.

3. С этой целью требуется устранить все неполадки на скважинах вертикального дренажа, привести в порядок отводы, а там, где необходимо, построить их в лотковой сети.

4. Поддерживать в технически удовлетворительном состоянии открытую КДС. Причем внутрихозяйственные дрены должны иметь глубину не менее 2 м, а внутрихозяйственные и межхозяйственные коллекторы - 3 и 3,5 м.

5. Для создания требуемого мелиоративного режима КУОС Чимкентского облводхоза следует соблюдать рекомендуемый режим откачки для СВД.

Список использованной литературы

I.Решеткина Н.М., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. - М.:Колос, I978. - 320с.

2.Кац Д.М. Режим грунтовых вод в орошаемых районах и его регулирование. - М.: Колос, I963. - 367с.

3.Харченко С.И., Канн И.А. Водно-солевой баланс орошаемых земель Южного Казахстана. - Л.: Гидрометеоиздат, I977. - 280 с.
4.Юлдашев Г.Д., Джураев М.К. Регулирование водно-солевого режима почв на фоне работы скважин вертикального дренажа (СВД) на Кызылкумском массиве. Сб.научн.тр./Среднеаз.НИИ ирригации, I982, вып.I66, с.94-I05.
5.Рекомендации по режиму откачек систем скважин вертикального дренажа совхоза "Достык" Чардаринского района Чимкентской области Казахской ССР. - Ташкент: САНИИРИ, I982. - 5Iс.
6.Тыныбаев А.А. Перспективы и проблемы развития орошаемого земледелия в Казахстане. - Сб.научн.тр./Казгипроводхоз, I980, Т.I,ч.Ш,с. 5-II.

УДК 626.862.3

В.И. Батов,
И.Б.Гусаревич
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

ПОВЫШЕНИЕ МЕЛИОРИРУЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕСТРАНШЕЙНОГО ПЛАСТМАССОВОГО ДРЕНАЖА

В настоящее время при освоении целинных земель для их мелиоративного улучшения широко применяется пластмассовый дренаж, укладываемый бестраншейным дреноукладчиком БДМ-30IA. Как показала практика, работоспособность пластмассового дренажа с точки зрения гидравлического режима дренажного стока в полости труб во многом зависит от выдержанности уклона дренажной линии по всей ее трассе.

При строительстве дрен с помощью дреноукладчика БДМ-30IA, как показали исследования, проведенные на опытно-производственных участках в совхозах №2 и №3 Мехнатабадского района, дренажная труба укладывается с отклонениями по вертикали. Причем величина отклонений, определяемая инструментально по методике, изложенной в / I /, значительно превышала величину отклонений, найденных путем вскрытия дрен шурфами. Объясняется это тем, что при укладке дрены рабочий орган дреноукладчика при пересечении слоев грунта разной плотности поворачивается вокруг шарнирного пальца, на котором он подвешен.

Анализ перемещений характерных точек на рабочем органе при его повороте вокруг шарнирного пальца показал следующее. Если перемещение точек разложить на составляющие, увидим, что в то время как кромка скалывающего ножа (рис.I, точка 2) перемещается вверх на m см, точка I на рейке, укрепленной на задней стенке бункера, смещается вверх на величину " mn ". Вертикальная составляющая в точке 3 (pm) имеет промежуточное значение между m и mn .

Очевидно, что чем ближе точка 3 расположена к точке 2, тем меньше ее вертикальная составляющая и, следовательно, меньше будет отклоняться по вертикали дренажная труба в процессе укладки.

Величины m , mn , pm определяли двумя способами - графическим и по результатам обработки продольного профиля

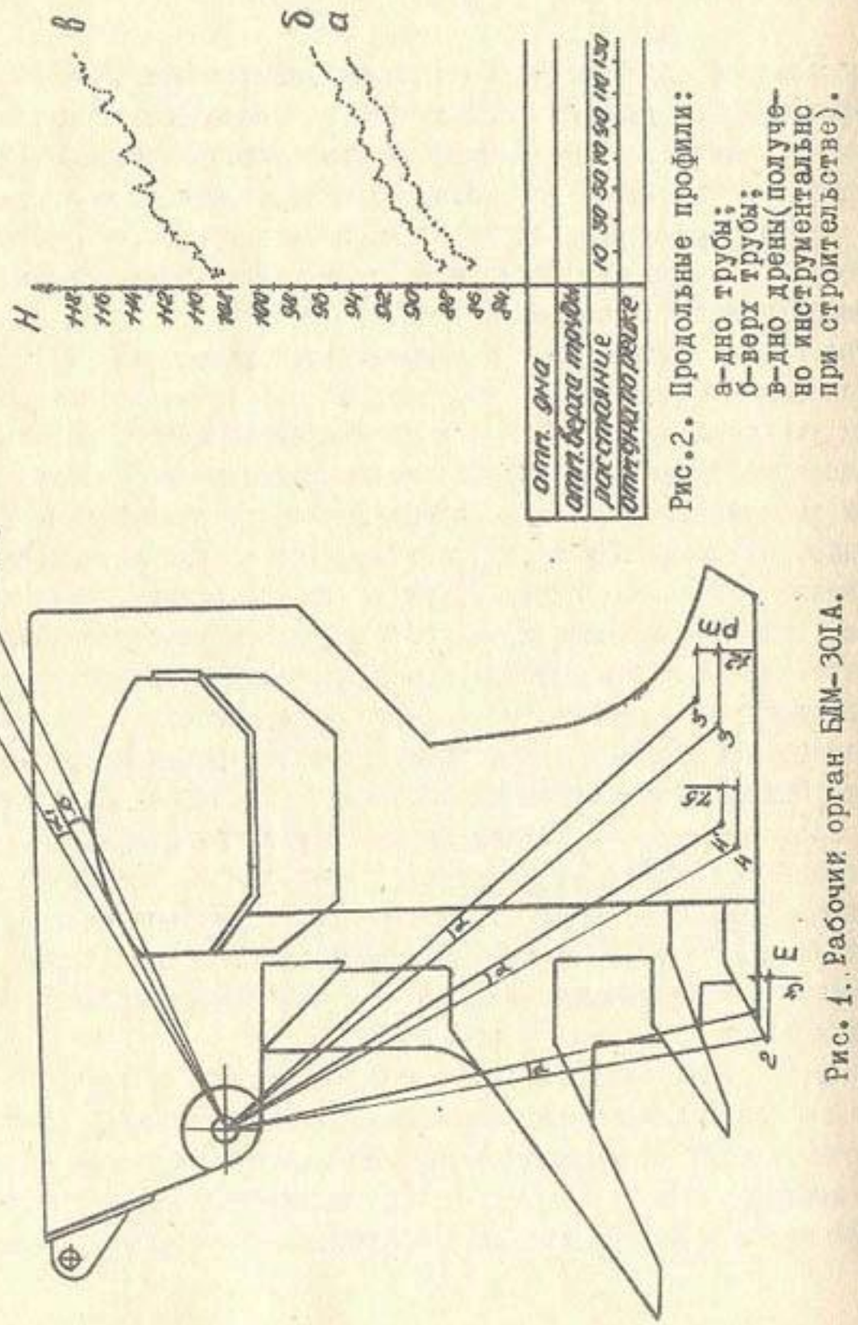


Рис. 1. Рабочий орган БДМ-301А.

Рис.2. Продольные профили:
а-дно трубы;
б-верх трубы;
в-дно дрены(получено инструментально при строительстве).

Рис.3.График P=f (K).

дрены, полученным после ее вскрытия по всей длине.
Определение величин m , mn , mP графическим способом производилось на крупномасштабном чертеже рабочего органа дреноукладчика (рис.I). Для этого на задней стенке бункера отмечали точку, которая при инструментальных замерах величины отклонений по вертикали совпадала с нулевой отметкой на рейке. Затем на этой же рейке фиксировали точку контрольного отсчета, относительно которого определяли величину отклонения, и соединяли ее с центром шарнирного пальца. Зафиксировав на рейке точки максимальных отклонений от контрольного отсчета, соединяли их с центром шарнирного пальца и измеряли углы α и β .

Центр шарнирного пальца в свою очередь соединяли с точкой 3 (кромка желоба, по которому подается дренажная труба) и точкой 2 (кромка скалывающего ножа). Откладывали углы, равные углам α и β , и на лучах фиксировали новое положение точек 2 и 3, в которых затем и находили вертикальную составляющую.

Если разделить вертикальную составляющую в точке I на вертикальную составляющую в точке 2, получим коэффициент n , а коэффициент P – если разделить вертикальную составляющую в точке I на вертикальную составляющую в точке 3. Вертикальные составляющие в точках I-3 для различных углов поворота рабочего органа приведены в таблице.

В целях уточнения коэффициентов n и P нами была вскрыта дрена по всей ее длине. Вскрытие на глубину 270 см производилось с помощью экскаватора Э-3322А, последние 30 см до верха фильтра вскрывались вручную. Через каждые 2 м дрену вскрывали на все сечение и в этих точках нивелировали верх трубы и дно дренажной полости.

На рис.2 изображены продольные профили дна дрены и верха трубы после их вскрытия, а также продольный профиль верха трубы после инструментальных замеров при укладке дрены. Значения поправочных коэффициентов P и n ,полученные по результатам вскрытия дрены, были близки значениям,полученным графическим способом. На основе продольного профиля дренажной трубы, полученного инструментально в процессе укладки, можно построить фактический

Таблица

Расчетные величины отклонений по вертикали характерных точек рабочего органа БДМ-30IA от их проектных отметок и соответствующие им поправочные коэффициенты

Отклонения от проектных отметок, измеренных инструментально, m_n	Расчетные отклонения дна дренажной полости, m	Поправочный коэффициент, n	Отклонения вершины желоба в первоначальном положении m_p	Поправочный коэффициент, p	Отклонения вершины желоба в рекомендуемом положении, m_{p_I}	Поправочный коэффициент, p_I
I	0,237		0,6		0,37	
2	0,47		I,2		0,74	
3	0,7I		I,7		I,I	
4	0,95		2,3		I,5	
5	I,2		2,9		I,9	
6	I,4		3,5		2,2	
7	I,66		4,I		2,6	
8	I,9	4,2	4,7	I,7	3,0	2,7
9	2,I		5,2		3,3	
I0	2,4		5,8		3,7	
II	2,6		6,4		4,I	
I2	2,8		7,0		4,4	
I3	3,I		7,6		4,8	
I4	3,3		8,4		5,2	
I5	3,5		9,0		5,6	

продольный профиль положения верха дренажной трубы. Для этого значения отклонений по вертикали от проектных отметок, полученные путем инструментальных замеров, необходимо разделить на поправочный коэффициент.

Для одного и того же угла поворота рабочего органа величина поправочного коэффициента может быть разной в зависимости от того, на какой высоте от оси шарнирного пальца находится линия визирования инструмента, т.е. зависит от величины контрольного отсчета. Чем выше эта величина, тем больше

поправочный коэффициент. Его значение можно найти по графику $P = f(K)$.

Как показали результаты анализа, для уменьшения величины отклонений трубы по вертикали необходимо выходную часть подающего желоба приблизить к кромке скалывающего ножа (рис.I, точка 4). Коэффициент уменьшения для точки 4 определялся графическим способом. Сопоставляя величину отклонений в точке 4 с величиной отклонений трубы по вертикали в точке 3, видим, что величина их уменьшилась в I,62 раза. Это значит, что максимальное отклонение при укладке трубы не превышает 4,4 см.

Однако следует отметить, что изменив положение подающего желоба, мы тем самым уменьшили толщину слоя фильтровой обсыпки со стороны нижней части трубы с I0 до 4 см. Вместе с тем фильтровая обсыпка позволяет любую, несовершенную по характеру вскрытия поверхности трубу приблизить к идеальной по осушительному эффекту, если труба защищена достаточным слоем фильтра. Необходимую толщину слоя фильтра находим по зависимости [2].

$$\delta = \frac{\Delta}{2}\left[\exp\left(\frac{K_{гр}}{K_ф - K_{гр}} \cdot C_i\right) - 1\right], \qquad (I)$$

где

Δ – наружный диаметр трубы, м;
$K_{гр}$ – коэффициент фильтрации грунта, м/сут;
$K_ф$ – коэффициент фильтрации фильтра, м/сут;
C_i – фильтрационное сопротивление дренажной трубы без фильтра; определяемое по формуле В.И.Шурова [3]

$$C_i = \frac{49{,}4\,(I{,}0I2 \cdot d_o^{-I{,}82} + I)}{N\,(0{,}0066\,d_o^{4{,}2} + II{,}033)}, \qquad (2)$$

где

d_o – диаметр отверстий перфорации, см;
N – число отверстий перфорации на I м трубы;

$$N = \frac{100\,m}{S}, \qquad (3)$$

где

m – число рядов перфорации;
S – шаг перфорации.

Подставляя найденные значения в (2), получим

$$C_i = \frac{49,4\ (1,012 \times 0,2^{-1,82} + 1)}{540\ (0,0066 \times 0,2^{4,5} + 1,033)} = 1,785.$$

Отсюда необходимая толщина слоя фильтра будет равна

$$\delta = \frac{0,09}{2}\left[\exp\left(\frac{0,1}{3-0,1} \times 1,785\right) - 1\right] = 0,003 \text{ м}.$$

Слой фильтра толщиной 3 мм легко обеспечить, применяя фильтры из искусственных материалов (стеклохолст, полиэтиленхолст и т.д.). При использовании в качестве фильтров естественных карьерных смесей, получить фильтровую обсыпку толщиной 3 мм невозможно по ряду технических причин. Для фильтров из сыпучих материалов необходимая толщина слоя фильтровой обсыпки находится по зависимости / 4 /.

$$T = (5 - 7)\ Д_{85}. \qquad (4)$$

В работе В.В.Хегая приведен график, на котором указаны верхняя и нижняя границы фильтров, применяемых в Голодной степи. Согласно В.В.Хегаю, предельные значения $Д_{85}$, соответственно, равны

$Д_{85}^{min} = 1,8$ мм,
$Д_{85}^{max} = 7,5$ мм.

Подставив полученные значения в (4), найдем необходимую толщину слоя фильтровой обсыпки

$$T^{min} = 6 \times 1,8 = 1,88 \text{ см},$$

$$T^{max} = 6 \times 7,5 = 4,5 \text{ см}.$$

Таким образом, принятая нами толщина слоя фильтра со стороны нижней части трубы 0,04 м является вполне достаточной.

Выводы

1. Для уменьшения отклонений дренажной трубы по вертикали необходимо желоб, по которому в дренажную полость подается труба, разместить у передней стенки бункера, а его нижнюю кромку расположить на 4 см выше дна дренажной полости.

2. Продольный профиль бестраншейной дрены может быть построен, если отметки верха дренажной трубы, полученные инструментально, разделить на поправочный коэффициент, величина которого определяется по графику $P = f(K)$.
3. В грунтах с высокими фильтрационными свойствами, когда в качестве фильтров используются стеклохолст, полиэтиленхолст и т.д., толщина защитного слоя фильтра должна быть не менее 3 мм. В этом случае величина отклонений дренажной трубы по вертикали не превысит ± 3 см.

Список использованной литературы

1. Повышение эффективности работы бестраншейного дренажа в эксплуатационный период за счет строительных мероприятий. (Промежуточ.отчет)/Среднеаз.НИИ ирригации; Руководитель темы В.И.Батов. - Инв. № 5781-82. - Ташкент, 1982. - 55с.
2. Мурашко А.И., Сапожников Е.Г. Защита дренажа от заиления. - Минск: Ураджай, 1978.
3. Шуров В.И. Влияние перфорации на приток жидкости из пласта в скважину. - В кн.: Труды совещания по развитию научно-исследовательских работ в области вторичных методов добычи нефти. Баку, Изд-во АН АзССР, 1953.
4. Патрашев А.Н., Праведный Т.Х. Проект инструкции по проектированию обратных фильтров гидротехнических сооружений. - М.-Л: Госэнергоиздат, 1963. - 88с.
5. Исследование надежности водоприемной части дренажа. (Заключительный отчет)/Среднеаз.НИИ ирригации; Руководитель темы В.В.Хегай. - № ГР 01820078804; Инв. № 0283.0067020. - Ташкент, 1982. - 60с.

УДК 631.671

Б.Е.Милькис, канд.физ.-мат.наук
Э.Д.Чолпанкулов, канд.геогр.наук
Ш.Ш.Мухамеджанов
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ОПЕРАТИВНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЦЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫМИ РЕЖИМАМИ

Существующие и разрабатываемые в настоящее время методы определения норм водопотребления по региону дают возможность оценивать только их осредненные проектные значения, но они не могут служить для оперативного прогноза водопотребления в зависимости от изменения климатических факторов и хозяйственных условий (водообеспеченности, сроков проведения сельхозработ, развития растений и т.д.).

В 1976 г. в САНИИРИ были сформулированы предложения об организации в системе эксплуатационных органов Минводхоза СССР эталонных водобалансовых станций (ЭВБС) в целях оперативного расчета и прогноза водопотребления в зависимости от конкретных условий того или иного года.

В настоящее время на основе договорных соглашений проводятся полевые исследования на опытно-производственных участках в Голодной степи и других районах республики по программе этих станций.

Для расчета суммарного испарения – водопотребления наряду с другими методами применяется гидрометеорологический или расчетный метод, связанный с разработкой эмпирических соотношений скорости испарения и наблюдаемых характеристик метеорологических элементов.

Ряд исследователей (Г.Т.Селянинов [1,2], И.А.Шаров [3], Г.К.Льгов [4,5], Торнтвейт [6], Блейни и Кридл [6] и другие) для этой цели используют среднесуточную температуру воздуха или их сумму за определенный период времени. При этом испарение определяется по формуле

$$E = K_t \Sigma t \quad , \qquad (1)$$

где E – сумма испарения за расчетный период, мм;
Σt – сумма среднесуточных температур воздуха за тот же период;
K_t – коэффициент испарения, мм/°С.

Путем обобщения результатов полевых исследований в Голодной степи были получены значения коэффициента испарения для определения расходов влаги с хлопкового поля за декаду по сумме среднесуточных температур воздуха (табл.I).

Таблица I

Значения коэффициента испарения с хлопкового поля (в условиях Голодной степи)

Декада	Месяц						
	IУ	У	УI	УП	УШ	IX	За период
I	0,I5	0,I8	0,22	0,24	0,24	0,20	
2	0,I4	0,I8	0,22	0,25	0,23	0,I6	
3	0,I5	0,20	0,24	0,25	0,23	0,I4	
	0,I5	0,I9	0,23	0,25	0,23	0,I7	0,20

Сопоставление рассчитанных по уравнению (I) и измеренных величин испарения, по результатам опытов, полученным в совхозе Ia в Голодной степи в 1976 г., показало, что ошибка расчета не превышает ± I3% (табл.2).

Обработка материалов наблюдений, проводившихся в совхозах Ia и I8 в Голодной степи, позволила установить зависимость между декадной суммой испарения и суммой среднесуточных температур воздуха за декаду. Она выражается уравнением

$$E = 0{,}4 \ \Sigma t - 44. \qquad (2)$$

Сопоставление измеренных и рассчитанных по уравнению (2) величин испарения показало, что в большинстве случаев ошибка расчета не превышает ± I0–I5%. Однако при малых значениях суммы температур и соответственно малых величинах испарения ошибка может составлять 30–40%.

Таблица 2

Сопоставление расчетных (Р) и измеренных (И) величин испарения

Декада	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	Р	И	разность	Р	И	разность	Р	И	разность	Р	И	разность	Р	И	разность
	мм	%	мм	мм	%	мм	мм	%	мм	мм	%	мм	мм	%	мм
I	38	36	2	5,6	57	6I	-4	6,6	67	77	-I0	I3	66	73	-7
2	44	39	5	I2,8	57	58	-I	I,7	73	72	I	I,4	63	57	6
3	5I	58	-7	I2,I	65	70	-5	7,I	76	87	-II	I2,6	6I	6I	0
													29	29	0

Таблица 3

Пример прогноза водопотребления

Дата	Период	Предел тем-ры,°С	Средняя температура,°С	Расчет испарения	Переход к декаде
2.УШ	I.УШ-I0.УШ	24-26	25,0	25xI0x0,24 = 60,0	4x6 + 6x6,I4 = 60,8
8.УШ	5.ШI-I4.УШ	25-27	26,0	26(6x0,24+4x0,23) =6I,4	
I2.УШ	22.УШ-20.УШ	25-27	26,0	26xI0x0,23 = 59,8	
I7.УШ	I6.УШ-25.УШ	24-25	24,5	24,5(5x0,23+5x0,23)=56,4	5x5,98+5x5,64 = 58,I
23.УШ	22.УШ-3.IX	23-25	24,0	24(I0x0,23+3x0,20)=69,6	Ix5,64 +I0x5,35 =59,I

Таблица 4

Сопоставление прогнозных (П) и измеренных (И) величин испарения на первом и втором участках (по месяцам)

Декада	Участок		IУ			УП			УП			IX		
			П	И	разность: мм	П	И	разность: мм	П	И	разность: мм	П	И	разность: мм
					%			%			%			%
I	I	I6	25	-II	40,7	34	36	- 2	5,6	5I	43	8		
	2	I6	27	-6	27,3	34	38	- 4	I0,5	5I	32	I9	I8,6	68
2	I	25	29	-4	I3,8	40	43	- 3	7,0	60	43	I7	39,5	72
	2	25	25	0	0	40	27	I3	48,I	60	40	20	50,0	72
3	I	22	23	-I	4,3	47	32	I5	46,9	65	7I	-6	8,5	79
	2	22	22	0	0	47	25	22	88,0	65	52	I3	25,0	79

тавили 23-29 и в четырех - 4I-47%. На втором участке ошибка в I0 случаях из I8 не превышала 20%, в двух - 25-27 и в пяти случаях она составляла 4I-59%. Кроме того в одном случае наблюдалось отклонение около 88%.

Как показал анализ, температура в первой декаде апреля была ниже прогнозируемой, а в первой и второй декадах июля - выше. Поэтому в этот период ошибки прогноза были бо́льшими.

На втором участке во второй половине мая и начале июня полив не производился, что привело к снижению величины испарения. А это в свою очередь сказалось на результатах сопоставления.

Обращает на себя внимание и тот факт, что на втором участке сумма испарения после полива в третьей декаде июня и первой декаде июля по сравнению с первым участком была небольшой.

Как показали результаты опытов, проводившихся в I982 г. в Голодной степи, ошибка расчета в большинстве случаев не превышала ± 0-20%.

Следует подчеркнуть, что прогноз величины водопотребления в значительной степени предопределяет оценку мелиоративного режима орошаемых земель. Оперативность прогноза мелиоративного режима и его управление зависят от оперативности определения и прогноза показателей мелиоративного состояния орошаемых земель (изменения уровня грунтовых и напорных вод, степени минерализации грунтовых вод и солевого режима почвогрунтов и т.д.).

Для назначения мероприятий и предотвращения подъема уровня грунтовых вод следует заблаговременно определить предстоящий уровень при изменении факторов, влияющих на его режим.

Заблаговременное определение глубины залегания грунтовых вод производится при помощи прогнозных расчетов баланса грунтовых вод. Расчет можно вести по уравнению Аверьянова С.Ф. / 7 /.

$$\Delta W_{гр} = \alpha \Phi_к \mp g - \mathcal{D}_р \pm (П - О) \quad . \qquad (3)$$

Отсюда

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\Delta W_{гр}}{\mu} \Delta t, \qquad (4)$$

где $\Delta W_{гр}$ – изменение запаса влаги грунтовых вод;
$\alpha \Phi_к$ – доля питания грунтовых вод за счет фильтрационных потерь из магистральных каналов;
$\mp g$ – инфильтрационное питание грунтовых вод;
$\mathcal{D}_р$ – дренаж грунтовых вод;
$\pm (П-О)$ – приток и отток подземных вод;
μ – водоотдача почвогрунтов.

$\alpha \Phi_к$ находим по формуле

$$\Phi_к = l \cdot S \quad , \tag{5}$$

где l – длина канала на территории балансового района, км;
S – потери воды на I км канала, $м^3/с$, определяемые из соотношения

$$S = \frac{1-\eta}{\eta} \, Q \quad , \tag{6}$$

где Q – расход воды в канале, $м^3/с$;
η – коэффициент полезного действия канала;
α – доля питания грунтовых вод ($\alpha = 0{,}8$).

Величина инфильтрационного питания грунтовых вод (g) является одним из определяющих факторов изменения уровня грунтовых вод в период орошения. Поэтому от своевременного определения прогнозной величины инфильтрационного питания зависит и прогноз режима грунтовых вод. Для прогноза величины питания необходимо учитывать не только начальный запас влаги и изменение запасов влаги в зоне аэрации, но и среднемесячную влажность грунтов для проектных условий.

Расчет прогноза величины питания грунтовых вод производится по уравнению баланса почвенных вод

$$\Delta W_п = A + B + (1-\alpha)\, \Phi_к - (И + T_р) - C \pm g \quad . \tag{7}$$

Отсюда

$$\pm g = A + B + (1-\alpha)\, \Phi_к - (И + T_р) - C - \Delta W_п \quad , \tag{8}$$

где A – осадки (данные метеорологических станций);
B – водоподача на орошение;
$(1-\alpha)\, \Phi_к$ – потери на фильтрацию из каналов;

C – сброс с полей орошения;
$(И + T_р)$ – суммарное испарение – водопотребление;
$\Delta W_п$ – изменение запаса влаги в зоне аэрации.

$И + T_р$ определяется по указанной методике, а изменение запаса влаги в зоне аэрации – из разницы изменения общего запаса влаги расчетной призмы и изменения запаса влаги грунтовых вод

$$\Delta W_п = \Delta W_{общ} - \Delta W_{гр} \quad , \tag{9}$$

$\Delta W_{общ}$ – находим по формуле И.А. Енгулатова [8]

$$W_{общ} = (4{,}5\, n - H\bar{A}\sqrt{H})\, 10000 \quad , \tag{10}$$

где n – пористость;
$\bar{A}$ – параметр, характеризующий проницаемость почвогрунтов [9]

$$A = 16{,}6\, \sqrt{K} \quad , \tag{11}$$

где K – коэффициент фильтрации грунта;
H – глубина грунтовых вод;
$\Delta W_{гр}$ определяется из соотношения

$$\Delta W_{гр} = \mu \cdot \Delta H \cdot 10000 \quad . \tag{12}$$

Прогноз влажности позволяет установить сроки подачи оросительной воды, поливная норма которой рассчитывается по выражению

$$m = 0{,}1\, (\beta_{нв} - \beta_{min})\, h \quad , \tag{13}$$

где h – мощность увлажняемого слоя, см; назначается по культурам и фазам вегетации;
$\beta_{нв}$ и β_{min} – наименьшая влагоемкость и запас влаги в метровом слое при фактической влажности почрогрунтов.

Таким образом, определение оптимального уровня грунтовых вод при минимальных затратах оросительной воды и уменьшении эксплуатационных затрат дает возможность правильно управлять мелиоративным режимом.

Список использованной литературы

I.Селянинов Г.Т. К методике сельскохозяйственной климатологии.- Тр. по с/х метеорологии, вып.22, № 2,Л.,1930.
2.Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата. - В кн.: Мировой агроклиматический справочник. Л.,Гидрометеоиздат, 1937, с.5-27.
3.Шаров И.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. - М.: Сельхозгиз, 1953.- 448 с.
4.Льгов Г.К. Орошаемое земледелие в предгорьях Северного Кавказа. - Орджоникидзе: Сев.-Осет.кн.изд-во,1963.-171 с.
5.Льгов Г.К. Биологическое обоснование поливного режима сельскохозяйственных культур в предгорьях Северного Кавказа. - В кн.: Биологические основы орошаемого земледелия.-М.: Наука, 1966, с. 46-56.
6. Пенман Х.Л. Растение и влага. - Л.: Гидрометеоиздат, 1968, 162 с.
7.Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. - М.: Колос, 1978 - 288 с.
8.Енгулатов И.А. К вопросу расчета запасов влаги в зоне аэрации почвогрунтов. - Сб.научн.тр,1969, вып.119, с.77-89.
9.Эркин Г.Д. Об удельной водоотдаче и ее изучение при осушении болот. - В кн.: Докл.на Всесоюзной конференции по физике почв.- М.;1934,с.5-8.

УДК 626.876

Г.Н. Павлов, канд.техн.наук
Р.А. Нигматуллин
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ОРОШЕНИЯ ПРЕДГОРНЫХ ЗОН

В последние годы в Узбекистане началось интенсивное освоение и орошение предгорных (адырных) территорий. Как правило,эти земли прилегают к староорошаемым массивам, где мелиоративная обстановка уже стабилизировалась. Орошение вышерасположенных земель сопровождается значительными потерями оросительной воды при поливах,что отрицательно сказывается как на осваиваемых землях, так и на прилегающих территориях, вызывая подъем уровня грунтовых вод. В Ферганской долине,например, освоение адыров привело к резкому ухудшению мелиоративного состояния староорошаемых равнинных территорий. Аналогичные явления наблюдаются в Ташкентской, Джизакской областях и в других районах. Орошение адырных земель сопровождается также ирригационной эрозией почв, оврагообразованиями, оползнями склонов.

Одним из наиболее важных вопросов повышения эффективности использования как адырных, так и прилегающих к ним поливных земель является совершенствование техники орошения в условиях сложного рельефа и крутых склонов. Необходимо отметить, что конструктивные решения оросительной сети, методы, схемы и техника орошения в этих условиях не имеют широко распространенных аналогов. Главной особенностью предгорных зон является возможность использования здесь разнообразных способов орошения. На очень крутых склонах целесообразно капельное и подпочвенное орошение, в некоторых случаях дождевание. Для удобства проведения сельскохозяйственных работ и уборки урожая проводится террасирование крутых склонов. Так как для применения технически совершенных способов орошения требуются дефицитные материалы и довольно сложное оборудование для очистки и подкачки воды, нельзя в ближайшие десять-двадцать лет отказываться от поверхностного полива террасированных склонов. На террасах выращиваются сады и виноградники. В контурах одного хозяйства, расположенного в предгорной зоне, кроме крутых склонов имеются

земли с умеренными уклонами, которые используются под посевы пропашных культур. Эти участки орошаются поверхностными способами, по бороздам.

По рекомендациям института "Узгипрозем" устройство террас необходимо проводить при крутизне склона 8^{0} (0,I4) и более, а при уклонах $6^{0}...8^{0}$ (0,I05...0,I4) проводить контурную обработку почвы и полив по бороздам, нарезаемым поперек склона (контурным бороздам). Такие мероприятия должны препятствовать смыву почвы естественными осадками (ливнями), интенсивность которых достигает 2 мм/мин и более.

Как показали обследования САНИИРИ, проведенные в Андижанской области и в зоне орошения из Паркентского канала, поливы пропашных культур проводятся по бороздам, нарезаемым по наибольшему уклону склона. Под посевы пропашных культур, в том числе и хлопчатника, используются земли с уклонами до 0,3 ($I6,7^{0}$).

Поливы по бороздам земель с большими уклонами сопровождаются большими потерями оросительной воды. Чтобы не произошло смыва почвы, в борозды подаются очень малые расходы воды (0,I... 0,05 л/с). При междурядьях 0,6...0,8 м, которые применяются при выращивании хлопчатника, овощей и кормовых культур промачивание корнеобитаемой зоны происходит медленно из-за очень малых размеров живого сечения струи в борозде. Время проведения полива затягивается до 3...5 суток. Расчетное время проведения поливов в условиях больших уклонов не должно превышать 2 суток, при этом КПД использования оросительной воды оценивается в 50%. Другими словами, при расчетной величине поливной нормы I000 $м^{3}$/га необходимо подавать 2000$м^{3}$/га. Из "лишних" I000 $м^{3}$/га 400 - составляют поверхностный сброс, а 600 $м^{3}$/га просачиваются ниже корнеобитаемого слоя почвы и пополняют грунтовые воды. Здесь речь идет об оптимальном варианте сочетания элементов техники полива (длина борозды, расход в борозду, подача в корнеобитаемую зону не более I000 $м^{3}$/га воды). При отклонении от оптимума, даже очень незначительном, объем потерь резко возрастает. По нашим наблюдениям, в зоне орошения из Паркентского канала на целинных землях после двух лет посевов картофеля влажность грунта выросла до 30% от объема на глубину более 5 м, против I5...I8% влажности в естественном состоянии. Потери на глубинную

фильтрацию здесь можно оценить в 5500...6000 $м^{3}$/га в год. Это количество пополняет грунтовые воды и вызывает резкое ухудшение мелиоративной обстановки на нижерасположенных орошаемых землях.

Плодовые культуры и виноградники на террасированных склонах орошают по бороздам, или так называемым поливным канавкам, количество которых зависит от вида культуры и числа посадочных рядов на полотне террас. Для адырных земель Ферганской долины, Ташкентской и Джизакской областей, где ширина полотна террас не превышает 4,25 м, характерна однорядовая посадка. При этом полив плодовых культур осуществляется по одиночным бороздам, нарезаемым вдоль ряда на расстоянии 0,7 м от его оси. Полив виноградников же проводят по двум бороздам с междурядьем, равным 0,9 м. Борозды, как правило, проектируют с уклонами, изменяющимися в пределах 0,004...0,006, с целью достижения равномерности увлажнения почвогрунтов вдоль террас.

По рекомендациям НИИ садоводства, виноградарства и виноделия им. Р.Р.Шредера /I/ плодоносящие сады следует поливать 4...6 раз за вегетацию нормами 800...I000 $м^{3}$/га, виноградники 2...4 раза нормами 700...800 $м^{3}$/га.

Армянский НИИ виноградарства, виноделия и плодоводства /2/ считает целесообразным проводить 4 полива на виноградниках нормой 600...650 $м^{3}$/га.

По данным ГрузНИИГиМ /3/, поливные нормы для плодоносящих виноградников должны составлять 700...780 $м^{3}$/га.

Для типичных сероземов зоны Паркентского канала, характеризующейся глубоким залеганием грунтовых вод (Ц-П-В-Ш-а), институт "Узгипроводхоз" проектирует следующий режим орошения /4/: оросительная норма для садов в период освоения - М = 6800 $м^{3}$/га при 6...7 поливах нормами 980...II00 $м^{3}$/га, в перспективе М = 6000 $м^{3}$/га; аналогично для виноградников М = 5700 $м^{3}$/га при 5 поливах нормами II40 $м^{3}$/га, в перспективе М = 5000 $м^{3}$/га.

Однако при освоении террасированных склонов с соблюдением указанных выше режимов орошения наблюдаются значительные потери оросительной воды на глубинную фильтрацию. Нашими исследованиями установлено, что на террасах при поливе из одиночной борозды потери на глубинный сброс составляют 40% от поданного объема оросительной воды с учетом сохранения предполивной влажности расчетного слоя почвогрунтов не ниже 0,8 ППВ. Отсюда

следует, что суммарные потери на глубинную фильтрацию при оросительной норме М = 5000 м³/га могут составить 2000 м³/га. Это несколько меньше максимальных объемов глубинного сброса, наблюдаемых при орошении пропашных культур, что объясняется боковым растеканием влаги в процессе полива из одиночных борозд.

Следует отметить, что при орошении террасированных склонов, сложенных мощной толщей просадочных лессов и лессовидных суглинков, не исключена возможность возникновения оползневых процессов в силу промачивания всей толщи почвогрунтов тем объемом оросительной воды, которая идет на глубинный сброс. И как следствие этого - резкое снижение структурного сцепления "с" и угла внутреннего трения " φ " почвогрунтов, характеризующих общую устойчивость склонов.

В процессе формирования оползней участвует не только природно-хозяйственная деятельность человека (в рассматриваемых условиях - орошение), но и подток грунтовых вод, а также атмосферные осадки. Последним двум факторам отводится вспомогательная роль /5/.

Нами проанализирован вопрос оценки устойчивости оползневых и оползнеопасных склонов, сложенных однородной толщей почвогрунтов большой мощности, что характерно для земель зоны Паркентского канала.

Проведены расчеты по определению степени устойчивости оползнеопасных склонов на основе двух общепризнанных и часто применяемых на практике расчетных методов: Терцаги-Крея /6/ и равноустойчивого откоса (метод F_p) /7/.

В основу расчетов взяты основные механические характеристики почвогрунтов: угол внутреннего трения " φ " и сцепление "с". Величины их были выбраны в результате анализа значений этих характеристик, полученных различными авторами применительно к зоне Паркентского канала и территории левобережья р.Чирчик.

На основании расчетов и анализа оценки устойчивости оползнеопасных склонов определены максимально допустимые значения влажности почвогрунтов, не вызывающие оползания склонов различной крутизны, с учетом влияния высоты склона $H_{скл.}$ на его устойчивость (таблица).

Таблица

Максимально допустимые значения влажности почвогрунтов, не вызывающие оползания склонов

Высота склона $H_{скл.}$, м		Уклон 0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
50	насыщение	30,55	28,00	25,35	23,40	
40	"-"	30,84	28,22	25,60	23,63	
30	"-"	3I,I2	28,50	25,87	23,87	
20	"-"	3I,42	28,78	26,I3	24,I0	
I0	"-"	3I,72	29,07	26,36	24,33	

Примечание: влажность, % от объема почвы; 28,00 - ППВ.

Исходя из допустимых пределов увлажнения почвогрунтов нами рекомендовано применение условнополивного режима орошения плодовых культур и виноградников на террасах. В отличие от проектного предлагаемый режим предусматривает проведение сравнительно редких по числу поливов - от одного до трех на вегетацию - нормами 350...500 м³/га, изменяющимися в зависимости от крутизны склона, вида культур и размеров влагонакопления за осенне-зимний период. Это позволит исключить потери на глубинную фильтрацию оросительной воды, предотвратить оползание склонов. Необходимо отметить, что вопрос разработки режима орошения требует дальнейших исследований, но уже сейчас можно сказать, что $M_{ор.}$ следует ограничить величиной I500...2000 м³/га.

Однако применение условнополивного режима орошения приведет к снижению проектируемой урожайности возделываемых культур на террасах. Так, на основе анализа результатов исследований / 8/ и среднестатистических данных по урожайности плодовых культур и виноградников на равнинных землях Ташкентской области установлено, что величина недобора урожая составляет 30...40% от проектируемого. Этот факт необходимо учитывать при планировании выхода валовой продукции с условно-поливных участков адырных земель.

Перевод поливных земель в категорию условнополивных накладывает особые условия на конструирование оросительной сети, которая должна иметь ограниченную пропускную способность и способствовать лимитированной подаче оросительной воды на террасы. Следует отдавать предпочтение полустационарной участковой сети с использованием переносных поливных устройств.

Выводы

I. В предгорных зонах (адырах) необходимо очень строго подходить к размещению культур на территории хозяйств. Земли с уклонами 0,I5 и более должны быть использованы для посадок садов и виноградников, а при уклонах 0,3 и выше необходимо террасирование.

2. Пропашные культуры следует размещать на землях, имеющих уклоны менее 0,I5. При поливах по бороздам пропашных культур на участках с уклонами 0,I5...0,3, возможность которых доказана практикой орошаемого земледелия, наблюдаются большие потери оросительной воды на глубинную фильтрацию и значительный смыв почвы. Эти потери - источник питания грунтовых вод и основная причина ухудшения мелиоративного состояния нижерасположенных земель.

Список использованной литературы

I.Технология возделывания плодово-ягодных культур и винограда в Узбекской ССР. - Ташкент: I976.-с.36.
2.Противоэрозионные гидротехнические мероприятия и орошение в горных условиях . /Под ред. Ц.Е.Мирцхулава. - М.:Колос, I976. - с.I9I.
3.Рекомендации по защите почв от эрозии в республиках Закавказья и в Дагестане. - Тбилиси: I978. - с.32.
4.Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи. - Ташкент:I970. - с.I52.
5.Мавлянов Г.А.,Артыков К.А.О роли атмосферных осадков и подземных вод в формировании оползней левобережья р.Чирчик. - Узбекский геологический журнал, I97I, № 2 .

6.Справочник по мелиорации и гидротехнике. - М.: Сельхозиздат, I945, т.3.-с.450.
7.Маслов Н.Н. Прикладная механика грунтов. - М.:Машстройиздат, I949. - с.238.
8.Мирааев М.М. Горное садоводство Узбекистана. - Ташкент: Фан, I982. - с.I99.

УДК 631.671.1/416:54-38

Ш.Ш. Мухамеджанов
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА ПОД ВЛИЯНИЕМ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА (НА ПРИМЕРЕ КУВИНСКОГО РАЙОНА ФЕРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ)[1]

Кувинский район по своим хозяйственным и естественным условиям – один из сложнейших в гидромелиоративном отношении регионов Ферганской долины. Наряду со сложной геоморфологией и гидрогеологией района на мелиоративную обстановку прилегающих орошаемых земель оказывают влияние режим эксплуатации Каркадонского водохранилища и Южного Ферганского канала (ЮФК), орошение адыров и совместная работа горизонтального и вертикального дренажа.

На большей части рассматриваемого района в результате водохозяйственного строительства произошло резкое ухудшение мелиоративного состояния земель в связи с подъемом уровня грунтовых вод. Причиной подъема послужило, во-первых, введение в 1965 г. в эксплуатацию Каркадонского водохранилища, за счет потерь из которого возросли напоры глубоких горизонтов, гидравлически связывающих равнинную часть района с вышележащими горизонтами, а во-вторых, реконструкция ЮФК, увеличившая фильтрационные потери за счет удаления кольматирующего слоя. Все это привело также к изменению водно-солевого режима поверхностных, почвенных и грунтовых вод.

Для анализа изменения водно-солевого режима, а также основных показателей мелиоративного состояния орошаемых земель нами был составлен водно-солевой баланс Кувинского района, в основу расчета которого принято уравнение С.Ф.Аверьянова /1/

$$\Delta W = B + \Phi_K + П + A - C - (И + T_P) - O \quad , \qquad (1)$$

---

1) Работа выполнена под руководством канд. с.-х. наук А.У.Усманова.

где ΔW – суммарное изменение запасов влаги;
B – водоподача на орошение;
Φ_K – фильтрационные потери из каналов;
$П$ – приток подземных вод;
A – атмосферные осадки;
C – суммарный сброс за пределы территории по коллекторно-дренажной сети;
$И+T_P$ – суммарное испарение;
O – отток подземных вод.

Как известно, одним из основных составляющих водного баланса является водозабор на орошение, который складывается из подачи воды из оросительной сети, скважин на воду, скважин вертикального дренажа и из вод коллекторно-дренажной сети. Общий объем водоподачи по Кувинскому району за 1982 г. составил 12,9 тыс.м^3/га, из которых 64% приходилось на подачу воды из оросительной сети, 14% – из скважин вертикального дренажа, 10% – из коллекторно-дренажной сети и 11% – из скважин на воду (табл. 1,2,3). Величина водоподачи в предыдущие годы, согласно данным балансовых расчетов, изменялась следующим образом: в 1965г. – 7,1; в 1970 – 7,6 (Г.В.Еременко, А.У.Усманов, Р.Н.Габитов, 1974г.); в 1972 – 9,02; в 1980 – 10,4 тыс.м^3/га. Приведенные нами данные водоподачи характеризуют ее забор из оросительной сети (табл. 1). Если же прос-

Таблица 1

Общий водный баланс Кувинского района, м^3/га

Год	B	Φ_K	A	П-О	$И+T_P$	$Д_P$	ΔW
1972	9028	1195	1970	4176	8709	7742	-82
1975	8773	890	1209	4185	8428	6259	370
1980	10373	1435	1643	4162	8240	8467	906
1981	8636	1417	2075	4750	8149	9156	-427
1982	8405	1285	1757	4569	8411	6880	725
1983	8320	1030	1484	4936	8144	7462	164

ледить динамику суммарной водоподачи, состоящей из всех видов оросителей (вертикальный дренаж, скважины на воду, коллекторно-дренажная сеть), то можно заметить, что ее величина (табл. 3) в последнее время превышает в I,5...2 раза водоподачу в 60-х и начале 70-х годов, когда не имелось и не использовались воды вертикального дренажа и скважин на воду. Как видно, причина увеличения водоподачи объясняется использованием на орошение большого количества коллекторно-дренажных и откачиваемых вод из скважин вертикального дренажа, построенных в I968 г. По данным наших исследований, величина откачиваемых вертикальным дренажем вод в I982г. составила 7,I4 тыс.м^3/га, из них использовано на орошение I,3 тыс.м^3/га, что составляет I8,3% от общего объема откачиваемых вертикальным дренажем вод.

На формирование откачиваемых вод основное влияние оказывает приток подземных вод с вышерасположенных территорий. По данным многолетнего баланса грунтовых вод (табл.2), его величина увеличилась с 4,I в I972г. до 4,9 тыс.м^3/га в I983г. Для выявления природы формирования подземных вод и расчленения их на составляющие нами был произведен расчет притока подземных вод гидрогеологическим методом с построением карт гидроизогипс и гидроизопьез /2/. Результаты расчета (табл.4,5) показали, что приток подземных вод составил 4,4 тыс.м^3/га, в т.ч. приток с глубоких горизонтов - 0,32 и приток со стороны адыров - 3,8 тыс.м^3/га.

Таблица 2

Баланс грунтовых вод в Кувинском районе, м^3/га

Год	$\Delta W_{ер}$	$\mp Q$	$\Delta_р$	С-сброс с полей орошен.	Дисп.	$\alpha\Phi_к$	Σ приход	Σ расход	П-О
I972	-48	3I66	7742	I256	I869	955	9394	52I8	4I76
I975	2I6	2235	6259	I845	2535	7II	7940	3755	4I85
I980	504	5356	8467	I529	3225	II49	II620	7458	4I62
I98I	-240	5849	9I56	I575	4393	II35	I2634	7884	4750
I982	408	3486	6880	I884	3686	I035	9729	5I60	4569
I983	-I63	2994	7462	I522	2977	824	I0I63	5227	4936

Таблица 3

Баланс почвенных вод Кувинского района, м^3/га

Год	А	В из орос. сети	В из скв. вертдр.	В воду	В (I-)КДС	(И+Т$_р$)-Ф$_к$	С-сброс с полей орошен.	Приход $\Delta W_п$	Расход $\pm Q$
I972	I970	9028	I228	-	63I	240	8709	I256	-34	I3097	993I	-3I66
I975	I209	8773	I237	658	640	I79	8428	I845	I88	I2696	I046I	-2235
I980	I643	I0373	I20I	953	I07I	286	8240	I529	402	I5527	I0I7I	-5356
I98I	2075	8636	I342	I463	I588	282	8I49	I575	-I87	I5386	9537	-5849
I982	I757	8405	I312	I5I8	856	250	84II	I884	3I7	I4098	I06I2	-3486
I983	I484	8320	I369	I05I	557	206	8I44	I522	+I0I7	I2987	9993	-2994

Таблица 4

Расчет суммарного притока подземных вод в Кувинском районе за 1982 г., м³/га

П	Месяцы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	Итого за год
$П_I$	296	262	291	279	348	336	347	3774
$П_2$	54	46	39	38	59	59	78	622
$П_I+П_2$	350	308	330	317	407	395	425	4396

$П = П_I + П_2$,

где $П$ – суммарный приток подземных вод;

$П_I$ – приток подземных вод со стороны адыров;

$П_2$ – приток подземных вод снизу.

Таблица 5

Отток подземных вод по суглинистым и песчано-гравелистым отложениям Кувинского района за 1982г., м³/га

О	Месяцы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	Итого за год
$О_г$	I6	I4	I6	I5	I9	I9	I9	203
$О_с$	5	4	5	5	7	7	7	69
$О$	2I	I8	2I	20	26	26	26	272

$О = О_г + О_с$

$О$ – суммарный отток; $О_г$ – отток подземных вод по песчано-гравелистым отложениям; $О_с$ – отток подземных вод по суглинистым отложениям.

Как видно из табл.5, отток подземных вод составляет 0,27 тыс.м³/га. Основной составляющей притока подземных вод является приток со стороны адыров, который формируется за счет орошения адырной зоны Кувинского района и инфильтрационных потерь из Каркидонского водохранилища.

При дальнейшем развитии орошения адырных земель существующая дренажная сеть равнинной части района не в состоянии будет обеспечить благополучного состояния орошаемых земель. Уже в настоящее время в коллекторно-дренажной сети формируется более 10 тыс.м³/га коллекторно-дренажных вод, 2,7 тыс.м³/га из которых остается на повторное использование. Откачиваемые вертикальным дренажем и коллекторно-дренажные воды, используемые на орошение, находятся во внутрисистемном обороте данной территории и оказывают существенное влияние на изменение водно-солевого режима почвогрунтов и поверхностного слоя грунтовых вод.

Для анализа солевого режима грунтовых вод и засоления почвогрунтов нами составлен солевой баланс орошаемых земель Кувинского района (табл.6). Как показывают данные, минерализация дренажных вод за последние годы заметно повысилась, что объясняется увеличением содержания солей, поступивших с подземными водами. Так, количество этих солей в 1976-1978 гг. составило 0,78-1,0 т/га, а к 1982 г. возросло до 3,56 т/га. Подтверждением увеличения минерализации дренажных вод может служить и вынос солей, величина которых, по балансовым расчетам последних лет (1982 г.), увеличилась с 9,7 в 1976 г. до 15,8 т/га в 1982 г.

В общем солевой баланс района сложился отрицательным. Величина выноса солей за территорию района, полученная из различных приходных и расходных статей солевого баланса, составила 5,0 т/га.

Таким образом, можно отметить, что изменение солевого состава почвогрунтов и минерализации грунтовых вод происходит за счет притока минерализованных вод с вышерасположенных территорий. Дальнейшее развитие орошения земель на этих территориях приведет к накоплению солей в равнинной части за счет повышения минерализации подземных вод, что будет сопровождаться увеличением минерализации грунтовых вод и солей в почвогрунтах.

Таблица 6

Солевой баланс Кувинского района за 1982 г., т/га

Элементы баланса	Месяцы												Итого за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Приход солей:													
с атмосферными осадками	0,025	0,040	0,077	0,004	0,006	0,018	0,04	0,022	0,055	0,099	0,180	0,010	0,540
с оросит.водами	0,163	0,012	0,182	0,328	0,416	0,529	0,690	0,524	0,147	0,030	0,031	0,012	3,064
с подземными водами	0,026	0,242	-0,008	0,107	0,277	0,351	0,295	0,523	0,832	0,447	0,043	0,433	3,567
Итого	0,214	0,294	0,251	0,439	0,699	0,898	0,989	1,069	1,034	0,576	0,254	0,455	7,171
Вынос солей:													
по КДС	1,385	1,018	0,948	0,851	1,010	1,034	1,189	0,922	0,723	1,096	1,060	1,015	12,52
Итого	1,385	1,018	0,948	0,851	1,010	1,034	1,189	0,922	0,723	1,096	1,060	1,015	12,52
	-1,171	-0,724	-0,697	-0,412	-0,311	-0,406	-0,200	+0,147	+0,311	-0,520	-0,806	-0,560	-5,35

Список использованной литературы

1.Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. - М.: Колос, 1978, - с.287.

2.Кап Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. - М.: МГУ, 1981. - с.295.

3.Бекмуратов Т.У. Рекомендации по улучшению мелиоративных режимов и режимов откачек систем вертикального дренажа. - Ташкент:САНИИРИ,1980,с.15-17.

И.Г. Иваненко
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ОБСТАНОВКИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Особенности интенсивного орошения в аридной зоне и развитие мощных дренажных систем предъявляют требования к размещению режимной наблюдательной сети как условию для выполнения оперативной оценки и контроля мелиоративного состояния орошаемых земель.

Текущая информация, получаемая по наблюдательным скважинам режимной сети, используется гидрогеолого-мелиоративными экспедициями для оперативной оценки глубин залегания и минерализации

грунтовых вод на орошаемых массивах. Обработка информации среднеарифметическим способом дает возможность рассчитывать средний по хозяйству, району и области уровень грунтовых вод, который представляется как один из главных мелиоративных показателей территории этих административных подразделений.

Такое осреднение фактических данных по скважинам допустимо, если расположение наблюдательных пунктов на местности удовлетворяет условию репрезентативности, т.е. скважины должны выдавать информацию, отражающую наиболее характерные показатели мелиоративного процесса, свойственные типовым условиям.

Проведенное нами обследование наблюдательной сети в ряде районов Сырдарьинской области показало, что в большинстве случаев скважины расположены на местности произвольно - у дорог, проложенных вдоль каналов и коллекторов, на перелогах, вблизи построек и т.д. И только незначительная их часть находится непосредственно внутри орошаемого поля.

В то же время местоположение наблюдательных скважин внутри орошаемого поля определяет представительность получаемой по ним информации. Оросительная и коллекторно-дренажная сети, ограничивающие поле, сама техника полива по бороздам формируют сложный рельеф поверхности грунтового потока под орошаемым полем. В связи с этим необходимо так рекомендовать места заложения наблюдательных скважин, чтобы они выдавали информацию о режиме грунтовых вод, типичную для орошаемого поля и отражающую средний для поля уровень грунтовых вод.

Исследование этих вопросов проводилось нами методом аналогового моделирования на сеточных моделях. В ходе решения временных фильтрационных задач на моделях воспроизводился межполивной период в условиях сработки инфильтрационных бугров, вызванных поливами, испарительными процессами.

В целях упрощения исследование фильтрационных процессов под орошаемым полем проводили в условиях однородной водовмещающей среды с постоянной проводимостью. Границы с постоянным напором задавались по прямолинейным контурам, ограничивающим поле и реализующим соответствующие поверхностные водотоки: участковый распределитель, коллектор, временные оросители и дрены. Задача решалась как осесимметричная с осью симметрии, проходящей через участковый распределитель.

По результатам моделирования были построены карты глубин залегания грунтовых вод орошаемого массива, охватывающего два смежных поля. Затем по этим картам, прошедшим дальнейшую обработку, вычисляли средний для площади уровень грунтовых вод ($h_{ср}$) и величины его отклонения от фактических глубин залегания грунтовых вод, замеренных на модели по точкам опроса (h_i).

На рис.I проведена изолиния глубин залегания грунтовых вод с нулевыми отклонениями от средних величин и графики распределения относительных ошибок осреднения ($\delta = \frac{h_{ср} - h_i}{h_{ср}} \cdot 100\%$) по профилям характерных направлений (модельные решения) в сопоставлении с натурными данными (Г.Е.Батурин). Изолиния средних значений разделяет орошаемый массив на две области - внутреннюю, с положительными величинами отклонений ($h_{ср} - h_i$) $\geqslant 0$, и внешнюю - с отрицательными значениями($h_{ср} - h_i$) < 0.

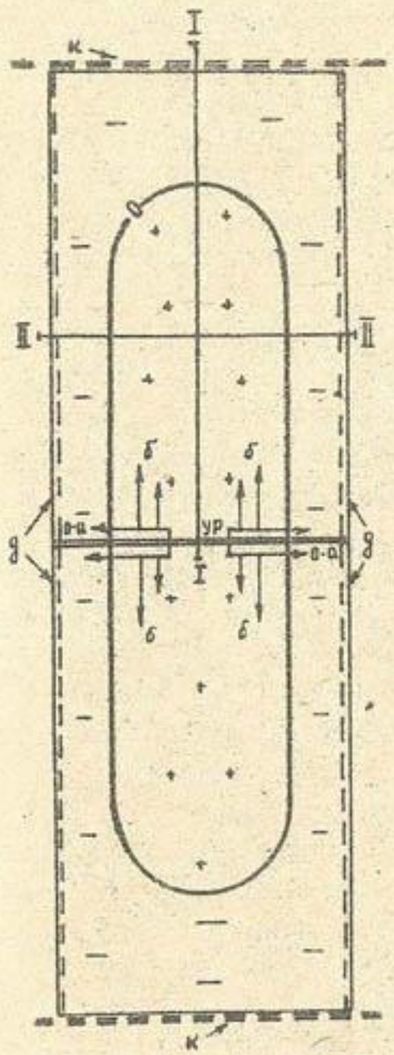
Такое распределение уровней свидетельствует о том, что в межполивной период в центральной части массива, примыкающей к участковому распределителю, полной сработки инфильтрационного бугра не происходит; на периферийных же участках, а также вдоль коллекторов и дрен наблюдается депрессионное снижение грунтовых вод. Изолиния глубин залегания грунтовых вод, равная средним значениям, имеет эллипсовидную форму, отступающую от края орошаемого массива на I/3 длины поля. Эту линию можно рекомендовать как линию возможного размещения наблюдательных скважин на орошаемом поле для получения средних по массиву величин глубин залегания грунтовых вод.

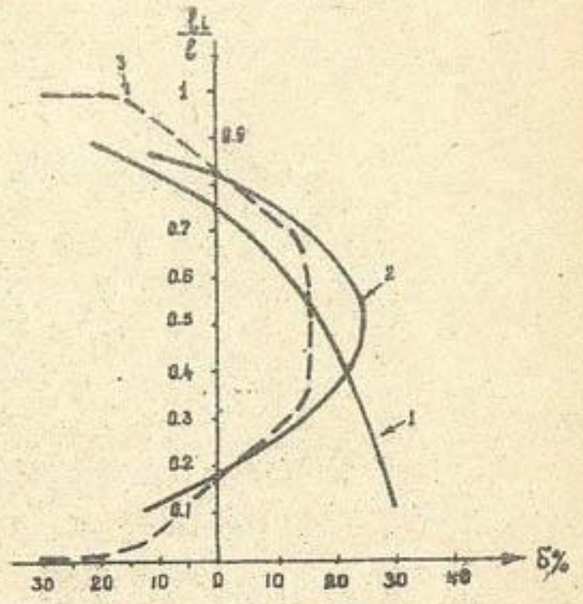
Однако учитывая необходимость обеспечения при орошении и дренаже требуемого мелиоративного фона для всего массива, точки контроля за уровнем грунтовых вод целесообразнее располагать внутри нулевого контура, ближе к его середине. Если по техническим причинам этого сделать немозможно, значения глубин залегания УГВ могут быть получены путем введения поправок в соответствии с графиком (рис.I).

Анализ представительности наблюдательной сети скважин на староорошаемых землях Сырдарьинской области, состоящей из 580 одиночных скважин и 460 парных пьезометров, показывает, что значительная ее часть не удовлетворяет условию репрезентативности и требует реконструкции. Поскольку провести полную реорганиз-

зацию этой сети одновременно невозможно, необходимо искать иные пути обработки информации по действующим наблюдательным скважинам для получения достоверных результирующих данных. По нашему мнению, на таких землях осреднение желательно проводить не по всем наблюдательным пунктам, а лишь по типичным скважинам, когда есть уверенность в репрезентативности замеряемых в них уровней, т.е. целесообразно выделять из огромного количества действующих скважин наблюдательной сети типичные, для однородных по гидрогеологическим, почвенно-мелиоративным и ирригационно-хозяйственным условиям орошаемых севооборотных массивов.

Остальные скважины наблюдательной сети можно использовать для получения площадной характеристики положения зеркала грунтовых вод на территориях различного хозяйственного назначения. Они могут располагаться на землях с естественным растительным покровом, на застроенных территориях, в садах, виноградниках, бахчах и т.д. Информация, полученная по таким скважинам, имеет подчиненное значение; она корректируется по данным типичных скважин и в комплексе с ними должна обеспечить кондиционное составление карт глубин залегания и минерализации грунтовых вод масштабов I:25000-I:50000 по хозяйствам и районам административных областей. Рациональным является следующее соотношение : 70-75% - для типовых скважин, выдающих достоверную информацию о залегании грунтовых вод на орошаемых массивах, и 25-30% - для скважин с информацией подчиненного характера. Однако следует подчеркнуть, что подобное соотношение в Сырдарьинской области в настоящее время не выдерживается: наблюдательная сеть требует частичной реорганизации, заключающейся в пересмотре местоположения скважин в соответствии с рекомендуемыми методическими положениями, отбраковывания отдельных скважин и добуривания новых.





Распределение относительных ошибок осреднения (δ). по:
1. линии I-I (модель), кривая 1,
2. линии II-II (модель), кривая 2,
3. по профилю к дрене (х/с №6, натурные данные), кривая 3

—0— изолинии средних значений глубин залегания грунтовых вод ($h_{ср}$),
⊕ – область с ($h_{ср} - h_i$) ≥ 0;
⊖ – область с ($h_{ср} - h_i$) < 0.

УР – участковый распределитель,
о-о – ок-арыки, временные оросители,
б – борозды
д – дрены площадного дренажа,
к – коллектор

$\delta = \frac{h_{ср} - h_i}{h_{ср}} \cdot 100\%$, l – длина поля, м

Рис. Отклонения значений глубин залегания грунтовых вод от средних на орошаемом поле

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I.Д у х о в н ы й В.А., Х о р с т М.Г. Техника поверхностного полива в аридной зоне в связи с развитием закрытых оросительных систем 3

2.У с м а н о в А.У., Б е к м у р а т о в Т.У. Обоснование предела опреснения почв мелиорированных земель Центральной Ферганы 16

3.Я к у б о в Х.И. Проектирование рассолительных мероприятий на крупных массивах на фоне вертикального дренажа 24

4.Н а с о н о в В.Г., К а р а м о в Ф.С. О выборе оптимальных параметров дренажа 40

5.М и л ь к и с Б.Е. Особенности водопотребления сельскохозяйственных культур на мелиорируемых землях 61

6.Х о р с т М.Г. Закрытые оросительные системы для хлопководческих хозяйств Узбекистана 69

7.Я к у б о в М.А. Формирование водно-солевого режима почвогрунтов в вегетационный период при использовании минерализованных вод на орошение 81

8.Р а м а з а н о в А., М у с а х а н о в А. Динамика водно-солевого режима мелиорированных земель северной зоны Каракалпакской АССР 91

9.У м а р о в Х.У. Приемы повышения эффективности промывных поливов на вновь осваиваемых засоленных землях Центральной Ферганы 105

I0.А л ь ж а н о в К. Анализ производительности дренажных скважин с различной длиной фильтра в совхозах "Большевик" и "Победа" Чимкентской области 113

II.Ю л д а ш е в Г.Д., Д а у л е т б а е в Б.У. Формирование водно-солевого режима почвогрунтов рисовых систем на фоне вертикального дренажа 119

I2.С а п а р о в С.А. Мелиоративная эффективность закрытого горизонтального дренажа на рисовых оросительных системах 129

I3.П о л и н о в С.А., У м а р о в П.Д. Экономическая эффективность внедрения систем комбинированного дренажа (на примере хозяйств Каршинской степи) 138

I4.Юлдашев Г.Д., Джураев М.К. Пути повышения эффективности мелиоративных мероприятий на Кызылкумском массиве I48
I5.Батов В.И., Гусаревич И.Б. Повышение мелиорирующей эффективности бестраншейного пластмассового дренажа I59
I6.Мильких Б.Е., Чолпанкулов З.Д., Мухамеджанов Ш.Ш. Оперативное прогнозирование водопотребления в целях управления мелиоративными режимами I66
I7.Павлов Г.Н., Нигматуллин Р.А. К вопросу рационализации орошения предгорных зон I75
I8.Мухамеджанов Ш.Ш. Изменение структуры водно-солевого баланса под влиянием водохозяйственного строительства (на примере Кувинского района Ферганской области) I82
I9.Иваненко И.Г. Оценка и контроль гидрогеолого-мелиоративной обстановки орошаемых земель по результатам режимных наблюдений I89
Рефераты I95

Рефераты

к сборнику научных трудов "Повышение эффективности использования мелиорируемых земель"

УДК 631.67

Техника поверхностного полива в аридной зоне в связи с развитием закрытых оросительных систем. Духовный В.А., Хорст М.Г.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1984, вып.172.

Для установления оптимальных сочетаний элементов техники поверхностного полива, технологических параметров и схем закрытой оросительной сети предложена оптимизационная функция, учитывающая, наряду с коэффициентами полезного действия системы и техники полива, приведенные затраты на оросительную сеть и технику полива, удельные затраты воды, особенности производства той или иной сельскохозяйственной культуры, степень использования возвратных вод.

Табл.2, иллюстр.1, библ.6.

УДК 631.445.52:631.62

Обоснование предела опреснения почв мелиорированных земель Центральной Ферганы. Усманов А.У., Бекмуратов Т.У.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1984, вып.172.

В статье анализируются существующие классификации по степени засоления почвогрунтов в условиях Центральной Ферганы. Установлены оптимальные пределы опреснения почв зоны аэрации, обеспечивающие содержание в почве минимума суммы токсичных солей и максимума кальциевых (относительно суммы солей), что дает возможность обеспечивать высокое плодородие почв мелиорированных земель.

Табл. 1, иллюстр.5, библ.5.

УДК 631.445.52:626.862.4

Проектирование рассолительных мероприятий на крупных массивах на фоне вертикального дренажа. Якубов Х.И.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1984, вып.172.

Обоснована необходимость планирования рассолительных мероприятий с учетом распределения площадей по степени засоления; определены нормы промывных поливов; составлены водно-солевые балансы на орошаемую площадь нетто; предлагаются формулы для определения пропускной способности оросительной системы.

Иллюстр.2, табл.2, библ.5.

УДК 631.62

О выборе оптимальных параметров дренажа. Насонов В.Г., Карамов Ф.С.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1984, вып.172.

В работе дается методика расчета оптимального междренного расстояния и напора в междренье систематического горизонтального дренажа с учетом случайной изменчивости природной среды.

Табл.3, иллюстр.8, библ.11.

УДК 631.671

Особенности водопотребления сельскохозяйственных культур на мелиорируемых землях. Милькис Б.Е.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1984, вып.172.

В статье приводятся результаты расчетов среднемноголетних величин водопотребления с люцернового поля за год и вегетационный период, оценивается дефицит водопотребления.

Рассматриваются результаты экспериментальных исследований на орошаемых землях.

Табл.7, библ.6.

УДК 626.8I/.84:633.5II

Закрытые оросительные системы для хлопководческих хозяйств Узбекистана. Хорст М.Г.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, I984, вып.I72.

С целью повышения эксплуатационной надежности трубчатых линий в зонах средних и больших уклонов предлагается использовать комбинированную закрытую самотечно-напорную сеть, в которой верхняя часть системы с напорами до 4...6 м выполнялась бы по напорной схеме, а нижняя с напорами 6 м - по малонапорной. При выборе технологических параметров закрытой оросительной сети предлагается использовать излагаемую в статье методику расчета оптимальных сочетаний элементов техники полива.

Табл.4,иллюстр.2, библ.5.

УДК 63I.67.036.4

Формирование водно-солевого режима почвогрунтов в вегетационный период при использовании минерализованных вод на орошение. Якубов М.А.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, I984, вып.I72.

Определено питание и расход влаги в зоне аэрации балансовым методом; проведена оценка достоверности результатов полевых исследований путем решения "обратной" задачи. Установлено, что поливы минерализованной водой (2,0...3,5 г/л) способствуют рассолению почвогрунтов зоны аэрации; величина прироста минерализации почвогрунтов колеблется от 4 до 40 г/л;

в межполивной период вследствие смеживания с более пресной подземной водой нижерасположенных водоносных горизонтов минерализация грунтовой воды снижается.

Табл.2, иллюстр.2, библ.6.

УДК. 63I.67:63I.445.52

Динамика водно-солевого режима мелиорированных земель северной зоны Каракалпакской АССР. Рамазанов А., Мусаханов А.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ,I984, вып.I72.

В результате стационарных наблюдений, проводившихся в течение ряда лет на участках, выбранных на территории действия Кызкеткенской оросительной системы, установлено, что на неорошаемых целинных землях, расположенных в контуре существующего орошения, наблюдается общая тенденция к увеличению запасов солей в верхней толще почвогрунтов. При освоении целинных почв (текущая планировка, промывка, режим орошения) солевой режим приобретает рассолительный характер.

Табл.5, иллюстр.3.

УДК 63I.67:63I.445.52

Приемы повышения эффективности промывных поливов на вновь осваиваемых засоленных землях Центральной Ферганы. Умаров Х.У.

Сборник научных трудов, Ташкент,САНИИРИ, I984, вып.I72.

Выявлена возможность повышения эффективности промывных поливов путем внесения в почву определенного количества минеральных и органических удобрений на фоне глубокого рыхления подпахотных горизонтов, а также временного мелкого дренажа.

Табл.4.

УДК 626.862.4

Анализ производительности дренажных скважин с различной длиной фильтра в совхозах "Большевик" и "Победа" Чимкентской области. Альжанов К.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ,1984, вып.172.

Показана необходимость и практическая значимость выбора и обоснования длины фильтра скважины; построены зависимости суммарного и погонного расходов от суммарной длины рабочей части фильтра.

Табл.1, иллюстр.1, библ.4.

УДК 631.4:633.18:626.862.4

Формирование водно-солевого режима почвогрунтов рисовых систем на фоне вертикального дренажа. Юлдашев Г.Д., Даулетбаев Б.У.

Сборник научных трудов, Ташкент,САНИИРИ, 1984, вып.172.

В работе освещены вопросы формирования водно-солевого режима почвогрунтов рисового поля на фоне вертикального дренажа. Установлен расход воды на фильтрацию и опреснение почв в зависимости от размеров объема вертикальной фильтрации в зоне действия СВД на глубине 3 м.

Табл.4, иллюстр.2, библ.6.

УДК 626.862.4 : 633.18

Мелиоративная эффективность закрытого горизонтального дренажа на рисовых оросительных системах. Сапаров П.С.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1984,вып.172.

В статье приводятся результаты многолетних исследований по динамике УГВ, солевого баланса почвогрунтов до и после освоения земель, изменения относительной урожайности риса по междурядью и водного баланса на фоне открытого и закрытого горизонтального дренажа.

Иллюстр.1.

УДК 626.86

Экономическая эффективность внедрения систем комбинированного дренажа (на примере хозяйств Каршинской степи). Полинов С.А., Умаров П.Д.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ,1984, вып.172.

В статье представлен метод расчета определения составляющих затрат и экономического эффекта строительной организации и дан расчет на примере хозяйств Каршинской степи при внедрении системы комбинированного дренажа.

Табл.4, библ.4.

УДК 631.6

Пути повышения эффективности мелиоративных мероприятий на Кызылкумском массиве. Юлдашев Г.Д.,Джураев М.К.

Сборник научных трудов, Ташкент,САНИИРИ,1984, вып.172.

В статье рассматривается современное мелиоративное состояние орошаемых земель Кызылкумского массива и изучаются факторы, влияющие на его ухудшение. С целью повышения эффек-

тивности мелиорируемых земель, рекомендуются для разных культур режимы откачек из системы вертикального дренажа с общим экономическим эффектом 555 тыс.руб.

Библ.6.

УДК 626.862.3

Повышение мелиорирующей эффективности бестраншейного пластмассового дренажа. Батов В.И., Гусаревич И.Б.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ,1984,вып.172

В статье даны рекомендации по уменьшению величины отклонений пластмассовой дренажной трубы по вертикали в процессе ее укладки с помощью дреноукладчика БДМ-3О1А. Приводятся значения поправочного коэффициента, используя который можно построить фактический продольный профиль верхней части дренажной трубы.

Табл.I, иллюстр.3, библ.5.

УДК 631.671

Оперативное прогнозирование водопотребления в целях управления мелиоративными режимами. Мильхис Б.Е., Чолпанкулов Э.Д., Мухамеджанов Ш.Ш.

Сборник научных трудов, Ташкент,САНИИРИ,1984,вып.172.

В статье приводится методика расчета и оперативного прогнозирования водопотребления хлопчатника по данным наблюдений в Голодной степи.

Рассматриваются способы оперативного определения и прогноза показателей мелиоративного состояния орошаемых земель.

Табл.3, библ.9.

УДК 626.876

К вопросу рационализации орошения предгорных зон. Павлов Г.Н., Нигматуллин Р.А.

Сборник научных трудов, Ташкент,САНИИРИ, 1984,вып.172.

В статье рассматриваются потери оросительной воды на глубинную фильтрацию, наблюдаемые при орошении предгорий, а также влияние этих потерь на мелиоративное состояние нижерасположенных равнинных земель. Предложено перевести поливные участки на террасированных склонах предгорий в категорию условнополивных с целью исключения потерь оросительной воды на глубинную фильтрацию и предотвращения оползневых процессов.

Табл.I, библ.8.

УДК 631.671./416:54-38

Изменение структуры водно-солевого баланса под влиянием водохозяйственного строительства (на примере Кувинского района Ферганской области). Мухамеджанов Ш.Ш.

Сборник научных трудов, Ташкент,САНИИРИ,1984,вып.172.

В статье приводится динамика элементов водно-солевого баланса, а также изменение структуры ее под влиянием орошения адыров и изменения эксплуатационных характеристик.

Табл.6,библ.3.

УДК 631.6

Оценка и контроль гидрогеолого-мелиоративной обстановки орошаемых земель по результатам режимных наблюдений.
Иваненко И.Г.

Сборник научных трудов,Ташкент,САНИИРИ,1984, вып.172.

В статье рассматриваются вопросы обработки информации, получаемой по скважинам режимной сети на орошаемых землях; методом аналогового моделирования на сеточных моделях построена линия, рекомендуемая для размещения наблюдательных скважин на орошаемом поле, обеспечивающих получение средних по массиву значений глубин залегания грунтовых вод.

Иллюстр.1.

Св. план 1984 г., поз.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Редакторы: Д.Х.Володина,А.С.Меркина,Е.Я.Ялфимова

Р-03204Подписано в печать 29.12.84г.Формат бумаги 60x90 1/16
Ус.-печ.л.10,3 Тираж 400 экз. Заказ № 1017 Цена 80 коп.

Картфабрика ин-та "Узгипрозем",г.Ташкент,Мукими,176