

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ им. А. Н. КОСЛЯКОВА

---

На правах рукописи

**В. А. ДУХОВНЫЙ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЫТА КОМПЛЕКСНОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА И ОСВОЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ  
НОВОЙ ЗОНЫ ОРОШЕНИЯ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ**

(специальность 05.486— гидротехническое строительство  
и сооружения).

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

МОСКВА 1972

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова.

Научный руководитель — академик ВАСХНИЛ и АН УзССР В. В. Пославский.

**Официальные оппоненты:**

Доктор технических наук, профессор К. А. Михайлов.

Кандидат технических наук Г. М. Зюликов.

Ведущее предприятие — «Средазгипроводхлопок».

Автореферат разослан                      февраля 1972 г.

Защита диссертации состоится на заседании Ученого Совета ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова

(Москва А-8, ул. Прянишникова, 19)

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, просьба высылать в адрес института: Москва, А-8, ул. Прянишникова, 19.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИИГиМ.

Ученый секретарь совета

**Ю. Н. ЛЫСОВ**

Развитию орошения в нашей стране уделяется огромное внимание. Решения XXIII съезда КПСС и Майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС определили рост орошаемых площадей как один из важнейших путей интенсификации сельского хозяйства. Директивами XXIV съезда КПСС предусматривается ввести за пятилетие 1971—1975 гг. 3 млн. га орошаемых земель, в основном, за счет крупных объектов орошения в Поволжье, на Северном Кавказе, в Средней Азии, Казахстане и на Украине. Работы по развитию орошения должны базироваться на высоком уровне индустриализации строительства и обеспечивать максимальную эффективность капиталовложений при возможно полной механизации сельскохозяйственного производства.

В связи с этими задачами большой интерес представляет изучение опыта строительства и освоения земель новой зоны Голодной степи. Здесь 15 лет назад на основе прогрессивных технических решений и нового комплексного метода организации работ по орошению и освоению земель, впервые примененного в нашей стране в Голодной степи, были развернуты работы по орошению 300 тыс. га земель, подкомандных Южному Голодностепскому каналу. За истекший период на площади 180 тыс. га возник новый район социалистического хлопководства с ежегодно растущим производством хлопка, достигшим в 1971 г. 235 тыс. т, создана оросительная система с высоким коэффициентом полезного действия, имеющая на всей подкомандной площади надежную дренажную сеть, что позволяет управлять водным и солевым режимом почвогрунтов.

Содержание диссертации освещает результаты изучения и обобщения опыта комплексного строительства и освоения орошенных земель. Рассмотрены три основных аспекта этих вопросов:

Организация комплексного строительства и освоения земель, обеспечивающая быстрые темпы ввода земель в сельскохозяйственный оборот при высоком уровне механизации сельскохозяйственного производства;



Создание ирригационной системы с высоким коэффициентом полезного действия, имеющей надежную и экономичную систему эксплуатации;

Осуществление мероприятий по борьбе с засолением и заболачиванием земель в районе с плохой естественной дренированностью.

В связи с тем, что предметом исследований является обобщение опыта и выработка рекомендаций по комплексному строительству и освоению новой зоны Голодной степи, научный метод, использованный в настоящей работе, состоит в анализе, изучении и обобщении данных, накопленных в процессе строительства, освоения и эксплуатации оросительной системы Южного Голодностепского канала. Кроме материалов Голодностепстроя и «Средазгипроводхлопка» были использованы материалы других организаций, которые по мере надобности подкреплялись исследованиями, проводимыми под руководством и при участии автора силами Центральной лаборатории, мелиоративной инспекции и почвенно-мелиоративной экспедиции, а также ряда других эксплуатационных служб Голодностепстроя.

В производственных исследованиях принимали участие специалисты Голодностепстроя К. А. Васькович, К. В. Смердов, Л. Л. Дюндип, Г. Н. Бастеев, Р. М. Просин, К. Бегимкулов, В. Г. Рогов, Л. К. Калинин, В. А. Ковалев, Г. С. Цуриков и другие.

В работе использованы материалы исследований по Голодной степи ВНИИГиМа (Е. Г. Петров, В. И. Бобченко, А. А. Сидько, С. И. Мяснищев, В. В. Пославский, Д. Н. Кац, С. А. Гиршкан, В. В. Сокольская, В. С. Макарова, В. К. Сняжков, Е. Д. Томин и др.), «Средазгипроводхлопка» (Э. Л. Окулич-Казарин, В. И. Горбачев, Г. Н. Павлов, Ф. Н. Серебренников, А. И. Загуменный), САНИИРИ (А. А. Рачинский, Н. М. Решеткина, Х. Якубов, В. Н. Дубинин, В. А. Барон, Э. С. Гринев, В. Н. Бердянский), МГМИ (С. Ф. Аверьянов, И. П. Айдаров, Н. Н. Фролов, В. Ф. Брусенцев), «Гидроингео» (Х. Туляганов, Н. Н. Ходжибаев, Н. А. Кенесарин, А. Ф. Сляднев) и СоюзНИХИ (В. М. Легостаев, А. Хасанов, И. К. Киселева) и др.

В соответствии с направленностью основных вопросов содержание диссертационной работы изложено в четырех главах.

**Глава I** посвящена природным условиям и истории освоения Голодной степи. В ней приводятся данные об орошении в нашей стране и за рубежом земель с недостаточной естест-

венной дренированностью, аналогичных Голодной степи, и сделаны выводы о специфике подобных районов и особенностях систем мелиоративных мероприятий для них.

**В главе II** приведены результаты изучения вопросов организации комплексного строительства и освоения земель, принципов построения комплекса, структуры организаций, увязки отдельных составляющих и экономической эффективности комплекса в целом.

**В главе III** на основе анализа новых конструктивных и технологических решений, заложенных в проект орошения Голодной степи, дается их оценка с точки зрения надежности, долговечности, экономичности и сокращения потерь воды. Изучены изменения режима орошения в процессе освоения, а также различные способы поливов в условиях новой зоны.

**Глава IV**, раскрывая трудности в решении проблемы дренажа большого массива, на основе проведенных исследований показывает эффективность мелиоративных мероприятий, осуществленных в сложных гидрогеологических условиях Голодной степи.

#### **I. Опыт развития орошения и освоения массивов, аналогичных Голодной степи, в нашей стране и за рубежом.**

Голодная степь по климатическим условиям характеризуется крайне незначительными осадками — 260—370 мм в год, высокой испаряемостью — 1000—1500 мм в год, значительными температурами в течение вегетационного периода — более 4500°, достаточными для выращивания хлопчатника. Согласно классификации климатических условий В. А. Ковды, район занимает промежуточное положение между пустынями и полупустынями и относится к областям с широко распространенным засолением. По классификации Л. В. Дунин-Барковского, новая зона орошения является, в основном, современной аллювиальной долиной и только южная часть ее — периферией конуса выноса.

Основные характеристики территории новой зоны, влияющие на развитие орошения, следующие:

— уклоны местности направлены с юга на север и составляют в южной части 0,001—0,003, на остальной части менее 0,001;

— грунтовые воды формируются под влиянием поверхностного и грунтового стока с Туркестанского хребта, вод реки Сырдарья и орошения. Территория делится по гидрогеологическим признакам на 4 зоны, из которых на одной, пло-



щадью около 100 тыс. га, уровни грунтовых вод до орошения залегают высоко, в остальных трех зонах — на глубине от 6 до 20 м, повсеместно наблюдается сильная минерализация грунтовых вод (20—60 г/л); описанные условия формирования создают напорность грунтовых вод;

— почвы в основном — сероземы и лугово-сероземные; солевой состав почво-грунтов находится в тесной связи с гидрогеологическими условиями (уровнем, напорностью, минерализацией грунтовых вод);

— коэффициенты фильтрации почво-грунтов на большей части территории 0,3 м/сутки и менее, лишь на отдельных участках они превышают 1 м/сутки;

— грунты массива просадочные, им свойственно медленное развитие послепросадочных деформаций.

Рассматривая основные характеристики земель новой зоны Голодной степи применительно к классификации, приведенной в «Международном руководстве по орошению и дренажу засоленных почв», предложенной проф. В. А. Ковдой и В. В. Егоровым, Голодную степь следует отнести к ландшафтам, имеющим недостаточный естественный отток, для которых характерен быстрый подъем грунтовых вод в условиях интенсивного орошения, приводящий при отсутствии искусственного дренажа к развитию вторичного засоления. К аналогичным районам относятся Мильская и Ширванская степь в Азербайджане, Мургабский и Тедженский оазисы в Туркмении, Центральная Фергана и Шерабадская степь в Узбекистане, долины Тигра, Евфрата, Нила, Инда и Ганга и многие другие.

Опыт развития орошения и освоения таких земель за рубежом (Индия, Пакистан, США, Австралия, Мексика, Турция, ОАР) показывают следующее:

1. Освоение земель в аридной зоне в условиях недостаточного естественного оттока требует наряду с выполнением работ по орошению обязательного проведения значительных работ и мероприятий по сельскохозяйственному и социально-экономическому освоению новых земель, включая проблему заселения, обеспечения квалифицированными земле- и водопользователями, финансирование, снабжение, сбыт продукции и т. д.

2. Несмотря на общепризнанность в настоящее время необходимости проведения дренажных работ при развитии орошения в районах с затрудненным оттоком грунтовых вод, только наиболее развитые страны, да и то в последнее время, начали усиленно осуществлять дренажные мероприятия наряду с оро-

шением (США, Австралия, Индия, Мексика). Во многих странах усилия направлены пока на дренирование земель, уже засоленных и подвергающихся угрозе вывода их из сельскохозяйственного оборота в связи с вторичным засолением (Пакистан, АРЕ, Турция и др.).

3. Многолетняя практика освоения земель в сложных условиях слабодренируемых полупустынь показывает, что в результате игнорирования отдельных элементов инженерного плана-дренажа, планировки или социально-экономических факторов (кредиты, кадры и т. д.) сельскохозяйственное освоение земель отстает от орошения, при этом в слаборазвитых странах в более значительных масштабах.

Для координации разнообразных вопросов освоения и руководства его ходом в большинстве стран создаются организации правительственного подчинения (США, Австралия, Пакистан), автономные или полуавтономные (Индия, Турция, Греция, Цейлон), межведомственного типа (Мексика, Турция).

Опыт орошения земель Средней Азии в районах с недостаточным естественным оттоком выработал метод «кочевого земледелия» с низким коэффициентом земельного использования (до 0,3). Благодаря этому был создан «сухой дренаж» (Мургабский и Тедженский оазисы, Центральная Фергана), который стал базой мелиоративного благополучия освоенной части земель. При увеличении водообеспеченности, повышении к. з. и., нарушался водно-солевой баланс, обеспечивавший «сухой дренаж», и интенсивно развивалось вторичное засоление. Возникла потребность разворота работ по строительству водосбросной, коллекторной и дренажной сети в границах орошаемых районов. Освоение земель шло в отрыве от развития орошения, что зачастую приводило к выпадям земель из сельскохозяйственного оборота (зона Хаузаханского канала, совхозы Мургабского оазиса в Туркмении, Сальянская степь в Азербайджане, старая зона Голодной степи, Дальверзинская система и Центральная Фергана в Узбекистане). Темпы дренирования здесь, как правило, отставали от роста мелиоративно неблагополучных земель.

Освоение старой зоны Голодной степи является наиболее показательным примером в этом отношении. Орошение Голодной степи, имеющее 90-летнюю историю, привлекло к себе внимание выдающихся ученых и инженеров нашей страны (Г. К. Ризенкампф, Н. А. Димо, М. М. Бушуев, В. Ф. Булавский, Ф. Н. Моргуненков, Н. Я. Макридин, Н. А. Янишевский, а позже В. А. Ковда, В. В. Егоров, Л. П. Розов, Б. В. Федо-



ров, Е. Г. Петров, Н. И. Курбатов, Л. В. Дунин-Барковский, В. М. Легостаев, Д. М. Кац, Н. А. Кенесарин, А. А. Рачинский, Г. А. Мавлянов, М. А. Панков, Э. М. Беньяминович, Б. П. Михельсон, Н. О. Броницкий и многие другие). Благодаря их работам, созданию опытных полей, а впоследствии и опытно-мелиоративных станций были проведены разносторонние исследования проблем по борьбе с засолением орошаемых земель, позволившие наметить правильные пути ее решения (строительство глубокого дренажа, облицовка каналов, хлопковолюцерновые севообороты). Однако вследствие недостаточности материально-технических ресурсов того времени комплекс этих мер не получил в Голодной степи производственного воплощения, поэтому имело место постоянное отставание освоения земель от орошения их. Освоение старой зоны Голодной степи прошло ряд этапов:

I—1890—1917 гг. орошено 56 тыс. га, освоено 23 тыс. га; освоение проходит за счет усилий переселенцев из Центральной России, дренажные работы не ведутся, вследствие чего осуществляется переложное кочевое землепользование;

II—1917—1936 гг. орошение осуществляют эксплуатационные органы водного хозяйства; восстанавливается разрушенное в период гражданской войны хозяйство, осуществляется ряд мер по борьбе с кочевым землепользованием; создаются первые совхозы «Пахтаарал», «Баяут» и целый ряд колхозов; постепенное освоение осуществляется силами хозяйств; строится ряд водосбросов для обеспечения стока; орошено 65, освоено 62 тыс. га;

III—1937—1946 гг. благодаря развитию работ методом «народныхстроек» площадь орошения увеличивается на 56 тыс. га, из них освоено около 50 тыс. га. Идет приток организованных переселенцев из других районов республики, однако технически (жилье, дороги, ЛЭП) освоение в крупных масштабах не подкреплено базой. В результате земли в сельхозобороте сократились до 124 тыс. га (из 177 тыс. га орошаемых земель);

IV—1946—1964 гг. создаются специализированные строительные организации по орошению, разворачивается строительство коллекторов и открытых дрен; площадь орошаемых земель увеличивается до 253 тыс. га, освоение—до 190 тыс. га. По линии различных Министерств намечается строительство поселков, коммуникаций для строителей.

Таким образом, потребовалось более 50 лет для создания в Голодной степи крупного района орошаемого земледелия площадью около 200 тыс. га. По техническому уровню системы ирригации в Голодной степи, будучи оснащена инженерными сооружениями, находилась на передовом уровне, однако техника полива, строительство дренажной сети и, как следствие, освоение резко отставали, в результате чего не удалось предотвратить выпад из орошения 47 тыс. га.

Отечественный и зарубежный опыт освоения орошаемых земель говорит о необходимости коренного изменения методов и принципов мелиоративного строительства и освоения для намечающегося орошения крупных массивов земель.

## II. Опыт организации строительства и освоения земель комплексным методом

В отечественной ирригации до 1956 г. основным методом работ по орошению земель являлся раздельный метод, при котором ирригационная часть проекта осуществлялась в опережающем порядке силами органов водного хозяйства, а освоение, производственное строительство и другие работы, связанные с освоением, выполнялись министерствами и ведомствами по различным планам и источникам финансирования.

Этот метод сформировался и вполне оправдал себя, когда развитие орошения шло в условиях оазисов, естественно дренированных земель при доминирующих объемах работ по орошению. В настоящее время, когда для освоения орошенных земель выполняется огромный объем разнообразнейших работ (рис. 1), требуется точная координация усилий различных организаций в направлении ускоренного освоения. С этой целью в Голодной степи был создан и отработан комплексный метод строительства и освоения земель. Разработка его



# Состав работ при орошении и освоении земель

Рис. 1.

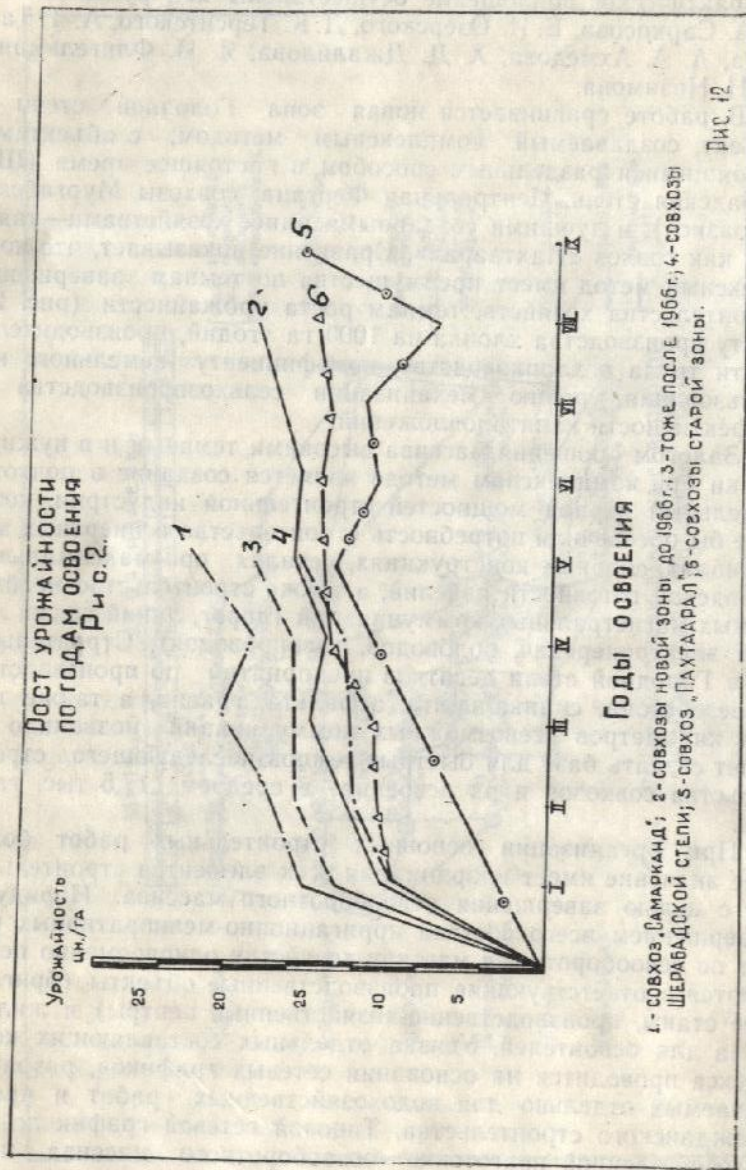
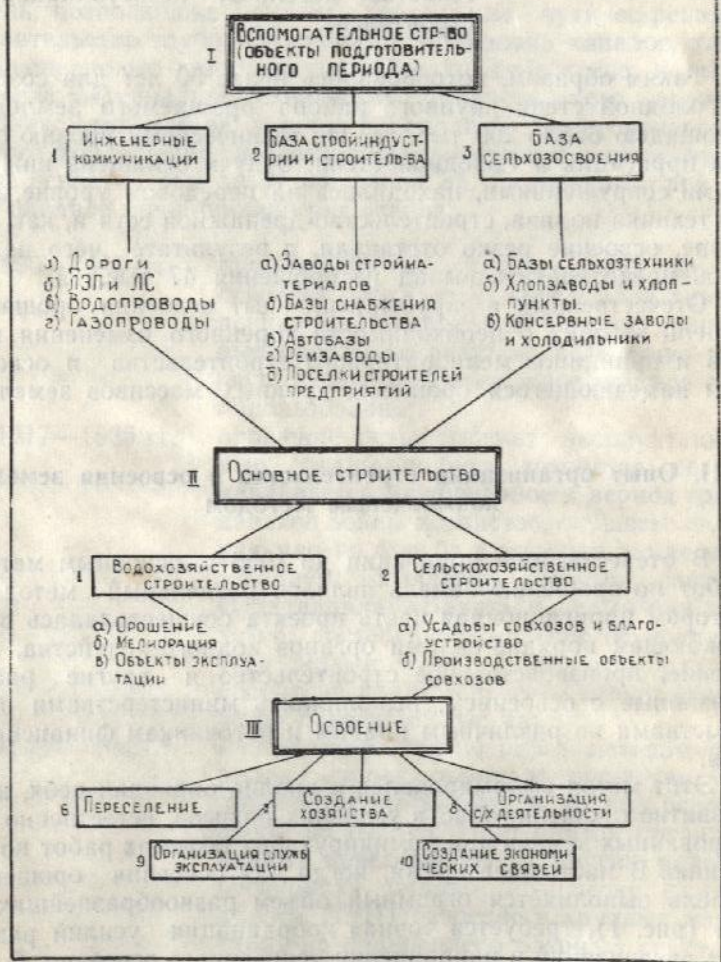


Рис. 12



и практическое воплощение осуществлены под руководством А. А. Саркисова, Е. И. Озерского, Д. К. Терситского, А. Т. Таирова, А. А. Ахмедова, Х. Д. Джалилова, Я. И. Флигельмана, И. Н. Низамова.

В работе сравнивается новая зона Голодной степи — объект, создаваемый комплексным методом, с объектами, строящимися раздельным способом в настоящее время (Шерабадская степь, Центральная Фергана, совхозы Мургабского оазиса), и лучшими созданными ранее хозяйствами — такими, как совхоз «Пахтаарал». Сравнение показывает, что комплексный метод имеет преимущества по темпам завершения строительства хозяйств, темпам роста урожайности (рис. 2), росту производства хлопка на 1000 га угодий, производительности труда в хлопководстве, коэффициенту земельного использования, уровню механизации сельхозпроизводства и эффективности капиталовложений.

Залогом орошения массива высокими темпами и в пужные сроки при комплексном методе является создание в подготовительный период мощностей строительной индустрии, которые бы обеспечили потребность строительства в инертных материалах, сборных конструкциях, деталях при максимальной заводской готовности изделий, а также строительство необходимых магистральных коммуникаций (дорог, линий связи, линий электропередач, водоводов, газопроводов). Строительство в Голодной степи десятков предприятий по производству железобетона, силикальцита, асфальта, гравия, а также тысяч километров всевозможных коммуникаций позволило за 5 лет создать базу для быстрых темпов последующего строительства совхозов и их освоения — в среднем 17,5 тыс. га в год.

При организации основных строительных работ большее значение имеет координация всех элементов строительства с целью завершения севооборотного массива. Наряду с завершением всего состава ирригационно-мелиоративных работ по севооборотному массиву хозяйству одновременно передаются соответствующие производственные объекты (бригадные станы, производственно-хозяйственные центры) и жилые дома для освоителей. Узвзка отдельных составляющих комплекса проводится на основании сетевых графиков, разрабатываемых отдельно для водохозяйственных работ и промгражданского строительства. Типовой сетевой график по водохозяйственной подготовке севооборотного массива площадью 560 га представлен на рис. 3. Срок подготовки, согласно графику, составляет 180 дней.

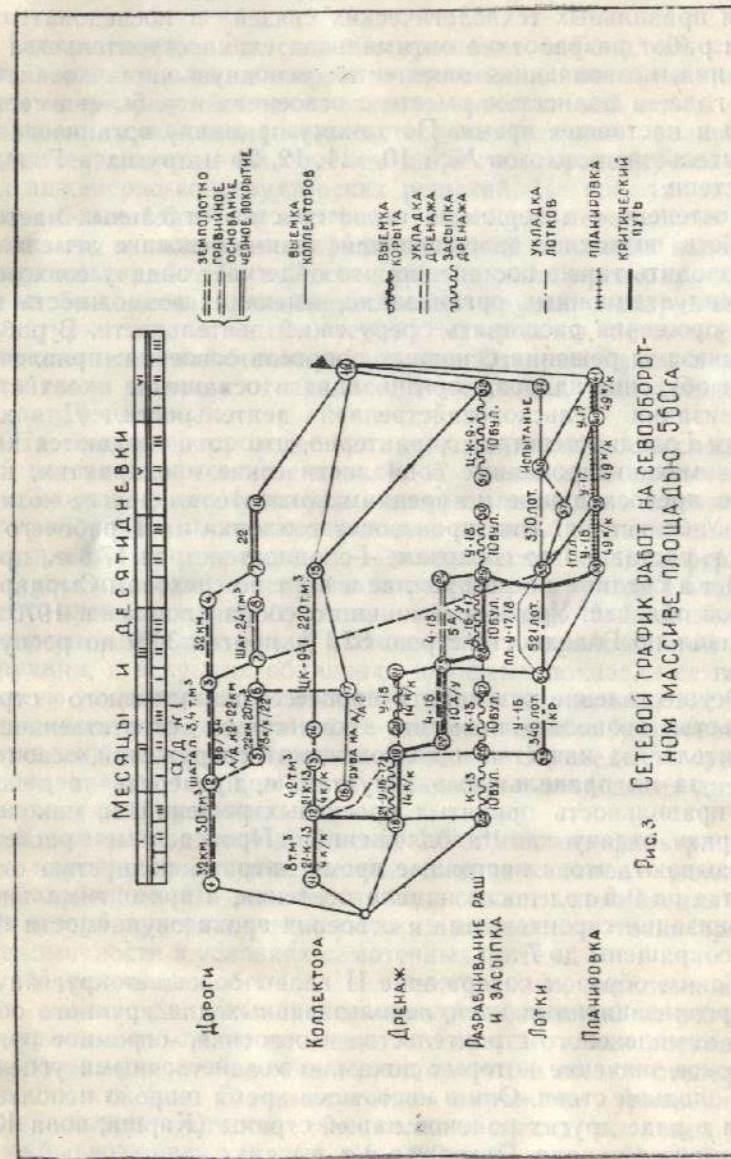


Рис. 3 СЕТЕВОЙ ГРАФИК РАБОТ НА СЕВООБОРОТНОМ МАССИВЕ ПЛОЩАДЬЮ 560 га



На основе анализа имевшихся недостатков в целях соблюдения правильных технологических связей и последовательности работ разработана оптимальная схема строительства и освоения, позволяющая закончить основную часть хозяйств за 4 года, а полностью вместе с освоением—за 5 лет вместо 7—10 в настоящее время. По такому принципу организовано строительство совхозов №№ 10, 11, 12, 21 и других в Голодной степи.

Постепенное завершение строительства отдельных частей хозяйств позволяет завершающий этап—освоение земель—производить также постепенно, что облегчает задачу совхозов и эксплуатационных организаций, имеющих возможность по мере орошения расширять сферу своей деятельности. В работе показаны решения основных вопросов освоения: привлечение и обучение кадров, организация и оснащение хозяйств, организация сельскохозяйственной деятельности. Для хозяйств Голодностепстроя характерно, что они создаются как высокомеханизированные социалистические предприятия, намного превосходящие по средним показателям другие хозяйства Узбекистана. Так, производство хлопка на 1 рабочего в 1970 г. составило по совхозам Голодностепстроя 17,8 т., против 4 т в среднем по республике и 6,4 т по совхозам Сырдарьинской области. Уровень машинного сбора хлопка в 1970 г. составил по Голодностепстрою 82,1% против 34% по республике.

Осуществление освоения в процессе комплексного строительства позволяет повысить совместную ответственность строителей за качество и долговечность сооружений, освоителей—за их правильную эксплуатацию, проверять в действии правильность принятых проектных решений, и, наконец, ускорить отдачу капиталовложений. Проведенные расчеты показывают, что в настоящее время затраты полностью окупаются на 9-й год после начала освоения, а при оптимальной организации строительства и освоения сроки окупаемости будут сокращены до 7 лет.

Таким образом содержание II главы освещает круг научно-организационных идей, использованных для крупного объекта комплексного строительства и освоения, огромное практическое значение которых доказано хозяйственными успехами Голодной степи. Они в настоящее время широко используются в ряде других районов нашей страны (Карши, зона Каракумского канала, Поволжье и т. д.).

### III. Совершенствование системы орошения

Совершенствование системы орошения в Голодной степи велось в направлении широкого применения антифильтрационных мероприятий во всех звеньях оросительной сети и разносторонних поисков совершенствования техники полива. В процессе решения этих проблем широкую проверку получил ряд инженерно-конструкторских решений. На каналах с расходом более 1,5 м<sup>3</sup>/сек антифильтрационные мероприятия выполняются в виде разного рода покрытий земляных каналов. В практике работ Голодностепстроя прошли проверку экраны из бентонитов, уплотнение слоя грунта ненарушенной структуры, экраны из полимерных материалов, бетонные монолитные и железобетонные одежды. От применения первых трех типов экранов отказались, в основном, вследствие их недолговечности.

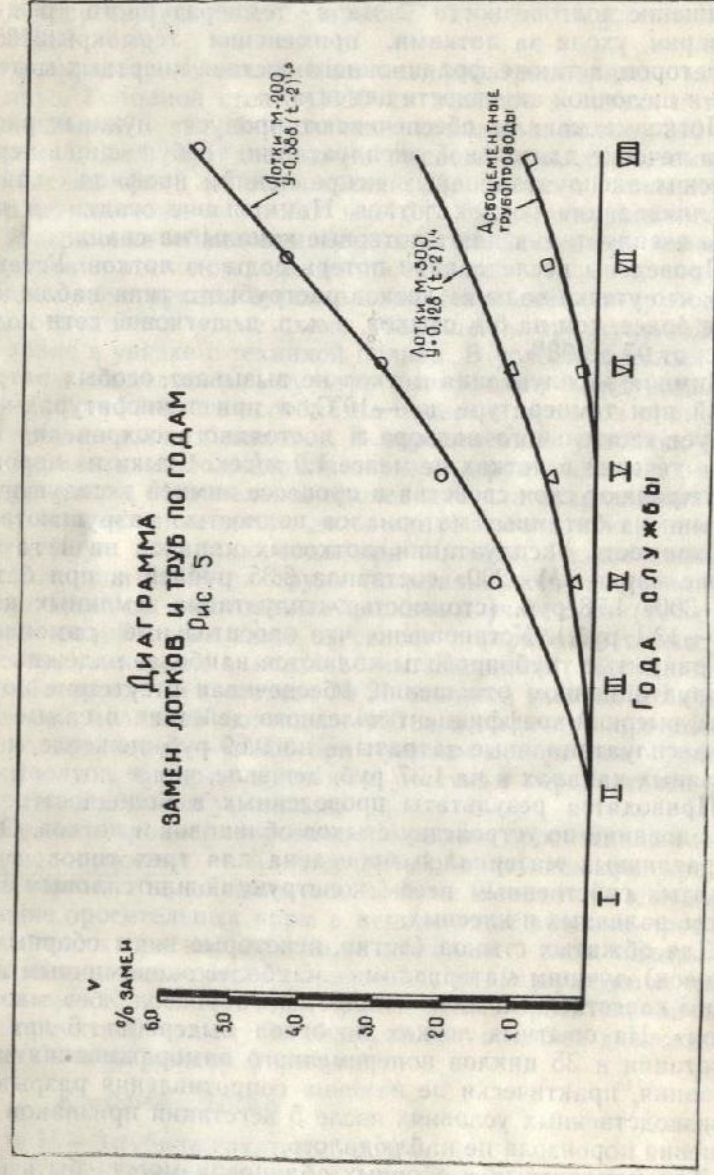
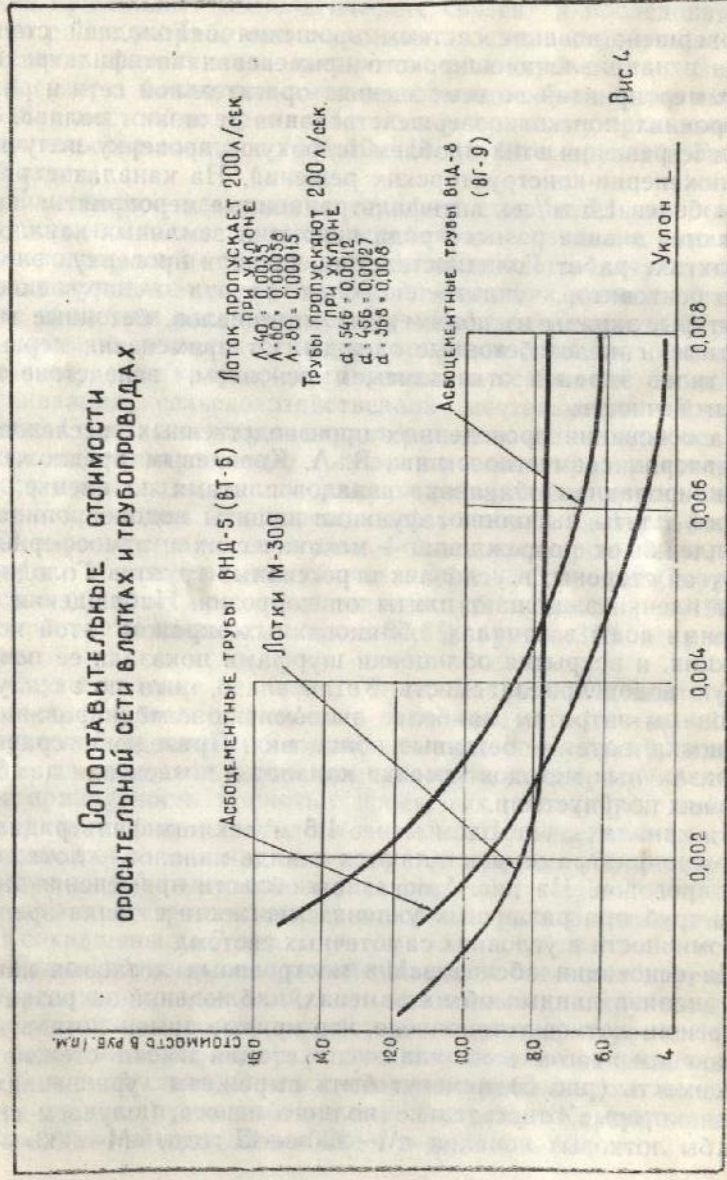
На основании проведенных производственных исследований автором совместно с инж. В. А. Ковалевым предложена комбинированная облицовка каналов плитами по пленке, в которой плиты выполняют функции защиты водонепроницаемой пленки от повреждений—механических и атмосферных. С другой стороны, в условиях агрессивных грунтов Голодной степи пленка защищает плиты от коррозии. Наблюдения за потерями воды в каналах, облицованных экраном этой конструкции, и вскрытия облицовки шурфами показали ее почти полную водонепроницаемость. Установлено, что по эксплуатационным затратам наиболее экономична комбинированная облицовка, затем—бетонные облицовки. Приведено сравнение различных методов замочки каналов и возведения дамб в условиях полупустыни.

На каналах с расходом менее 1,5 м<sup>3</sup>/сек антифильтрационные мероприятия осуществляются в виде каналов—лотков и трубопроводов. На рис. 4 показаны области применения лотков и труб при различных уклонах местности с точки зрения экономичности в условиях самотечных систем.

На основании обследования построенных лотковых каналов, анализа данных об их заменах, наблюдений за развитием трещин лотков установлено, что кривые замен лотков нарастающим итогом с начала эксплуатации имеют степенную зависимость (рис. 5) и могут быть выражены уравнениями, решая которые относительно полного износа, получаем срок службы лотковых каналов «М—200»—42 года, «М—300»—70 лет.

Проанализировано влияние технологии изготовления на







трещинообразование и дефекты лотков. Показано влияние на повышение долговечности лотков температурного режима пропарки, ухода за лотками, применения термокрышек, и фиксаторов, а также фракционного состава инертных материалов и щелочной активности цемента.

Лотковые каналы обеспечивают пропуск нужных расходов в течение длительной эксплуатации, требуя лишь периодических эксплуатационных исправлений профиля канала для ликвидации осадок лотков. Наименьшие осадки в процессе эксплуатации дают лотковые каналы на сваях.

Проведены исследования потерь воды из лотков. Установлено, что утечка воды из лотков раструбного типа наблюдается не более, чем на 6% стыков, а к. п. д. лотковой сети колеблется от 97 до 98%.

Зимняя эксплуатация лотков не вызывает особых затруднений при температуре до  $-10^{\circ}\text{C}$ , а при температурах  $-15^{\circ}\text{C}$  требует тщательного надзора и постоянного сохранения скорости течения в лотках не менее 1,0 м/сек. Стыки из поризола сохраняют свои свойства в процессе зимней эксплуатации, а стыки из битумных материалов полностью разрушаются.

Стоимость эксплуатации лотковых каналов на 1 га при бетоне марки «М—200» составила 6,35 рублей, а при бетоне «М—300» 4,78 руб. (стоимость эксплуатации земляных каналов — 13,1 руб.). Установлено, что оросительные самонапорные закрытые трубопроводы являются наиболее надежными в эксплуатационном отношении, обеспечивая отсутствие потерь воды, высокий коэффициент полезного действия и самые низкие эксплуатационные затраты — на 9,69 руб. дешевле, чем в земляных каналах и на 1,37 руб. дешевле, чем в лотковых.

Приводятся результаты проведенных в Голодностепстрое исследований по устройству стыков облицовок и лотков. Оценка различных материалов проведена для трех типов швов: обжатых собственным весом конструкций или силовым способом, заливных и клееных.

Для обжатых стыков (лотки, некоторые виды сборных облицовок) лучшим материалом — наиболее экономичным и дающим качественный шов — является поронизол без мастики «изол». На опытных лотках поронизол выдержал 6 лет эксплуатации и 35 циклов попеременного замораживания и оттаивания, практически не изменив сопротивления разрыву. В производственных условиях после 5 вегетаций признаков разрушения поронизола не наблюдалось.

Для монолитных и сборных облицовок могут быть рекомендованы силиконовые самовулканизирующиеся мастики ти-

па французских «Рона-Пуленк», дающие хороший клееный стык с сопротивлением на разрыв  $7-24 \text{ кг/см}^2$  и удлинением до 650%.

В результате осуществления антифильтрационных мероприятий в Голодной степи (3120 км каналов в лотках и трубопроводах, 375 км облицованных каналов и только 240 км земляных) достигнут достаточно высокий к. п. д. системы — 85,6% технических и 79,5% общих. Дальнейшее повышение к. п. д. соответственно до 90% и 84,3% будет осуществлено за счет завершения облицовки всех межхозяйственных каналов и увеличения расходов воды до проектных.

Новые конструкции оросительной сети (лотки и трубопроводы) определили новые схемы размещения оросительной сети в плане в увязке с техникой полива. В условиях малых уклонов при возделывании культур с широкими междурядьями (хлопок) наиболее целесообразна поперечная схема полива с применением гибких шлангов. В определенных условиях (высокий уровень слабоминерализованных грунтовых вод, наличие дренажа и обязательное проведение влагозарядковых поливов) может применяться дождевание хлопчатника, дающее значительную экономию воды при поливах. Резкое повышение производительности труда поливальщиков получено при схеме полива по «постоянным поливным участкам» (табл. 1), которая разработана нами на основе переработки схемы полива, предложенной в колхозе им. Калинина Туркменской ССР. Построенный в совхозе № 21 опытный участок отличается длиной поливной борозды — 400 м и наличием продольного единого уклона — 0,0005 при нулевом поперечном уклоне. Полив по постоянным поливным участкам перспективен для площадей с малыми уклонами.

В работе проанализировано изменение оросительных норм в период освоения от максимальных, превышающих проектные в первый год, до проектных и ниже. Установлено, что превышение оросительных норм в первые годы вызвано просачиванием воды при поливах ниже активного слоя. Выявлена связь между величиной превышения, характеризуемой коэффициентом  $K$  — отношением фактической оросительной нормы к проектной — и глубиной грунтовых вод. Эта зависимость может быть выражена формулой:

$$K = 0,645 \quad H_{0,324}$$

где  $H$  — глубина грунтовых вод, м.

Для обеспечения пропуска повышенных расходов воды в период освоения применяется ряд мер: недосев 15—20% зе-



Таблица 1.

Сравнительные показатели текущих затрат при различных видах полива (на 1 га в руб)

Наименование затрат	Способ полива				
	дождевание машиной ДДА-100М	полив из временных оросителей по бороздам	полив из шлангов		полив по постоянным поливным участкам
			продоль- ная схема	попереч- ная схема	
Нарезка временной оросительной сети и ок-арыков	6,0	16,0	—	—	3,0
Насыпь, планировка и уплотнение дорог	6,0	16,0	—	—	—
Заравнивание дорог и временных оросителей	12,0	—	—	—	2,0
Влагозарядковые поливы	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50
Нарезка пал для влагозарядковых поливов	2,50	2,50	2,50	2,50	—
Четырехкратная нарезка и оправка борозд	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40
Поливы вегетационные, 4 шт.	28,40	24,0	20,0	10,0	5,0
Техническое руководство и ремонт поливной техники	3,4	—	—	—	—
Хранение поливной техники	10,0	—	10,0	0,3	—
Износ шлангов	—	—	16,0	2,9	—
<b>Итого рублей</b>	<b>90,0</b>	<b>80,0</b>	<b>61,40</b>	<b>37,60</b>	<b>31,90</b>
<b>Объем работ</b>					
Нарезка временных сетей и ок-арыков пог. м.	100	250	—	—	50
Производительность полива на га за смену на 1 человека	2,5	0,80	1,0	2,0	5,0
Расход шлангов пог. м.	—	—	12	2,2	—

мель в первый год орошения, пропуск дополнительных расходов за счет создания запасов в облицовке над форсированными горизонтами воды, наращивание облицовки в местах подпоров, установка сифонов в дополнение к отверстиям сооружений.

#### IV. Дренажные системы — опыт строительства и эксплуатации, оценка эффективности работ

Как известно, в первоначальных проектах дренаж в Голодной степи был заложен в недостаточных количествах, но первый опыт орошения обнаружил быстрый подъем сильно-минерализованных грунтовых вод. Это заставило срочно пересмотреть проектные проработки и охватить дренажом весь массив ЮГК. По гидрогеологическим условиям на большей части территории осуществлен горизонтальный дренаж с удельной протяженностью 50—70 пог. м/га и только на площади в 39 тыс. га — вертикальный дренаж.

Коллекторная сеть выполняется с объемом 10—12 пог. м/га. В настоящее время построено и эксплуатируется 2642 км коллекторов. Практика их эксплуатации показала наличие целого ряда недостатков открытых коллекторов: большие потери земли под полосы отчуждения, усиленное зарастание сечения сорняками, обрушение откосов и другие деформации сечения, сложность эксплуатации сооружений открытой коллекторной сети. Все это уже в 1961—1962 гг. привело к опытному строительству закрытых коллекторов.

В 1966 г. на основе опыта строительства и эксплуатации их автором была доказана необходимость и экономическая целесообразность массового перехода на закрытые коллектора везде, где это позволяют уклоны и диаметры применяемых труб. Была предложена конструкция самонапорных коллекторов. Проведено экономическое сравнение строительной стоимости различных видов коллекторов, на основе которого установлено, что закрытые самонапорные коллекторы по стоимости могут конкурировать с открытыми. Ежегодные затраты на 1 км коллекторов составляют с учетом амортизации для открытых 729, а для закрытых — 328 руб. Если добавить доход от восстановления в сельхозобороте земель при закрытии коллекторов, экономия ежегодных затрат составит по сравнению с открытыми коллекторами 1041 руб. км.

Строительство закрытого дренажа было начато в Голодной степи в 1958 г. с помощью сконструированного в Голодностепстрое дреноукладчика. Этот дреноукладчик и создан



ные на его основе серийные машины Д—251 (Д—351), ЭД—3,0 оказались работоспособными только в условиях устойчивых, необрушающихся грунтов. В поисках решений устройства дренажа при высоком залегании грунтовых вод автором в 1960 г. был предложен и внедрен метод «полки», состоящий в том, что дрена укладывается в откосе на специально вырытой полке на отметках проектного дна, а траншея выемки отрывается с перебором на 30—50 см при наличии оттока, что обеспечивает осушение грунта на «полке».

В настоящее время в Голодной степи впервые в нашей стране внедряется бестраншейный дреноукладчик конструкции ВНИИГиМ, прокладываемый дрена с помощью пассивного рабочего органа в виде непрерывной линии. САНИИРИ и Голодностепстроем с участием автора разработан шелевой дреноукладчик с одновременным замывом дрены в качестве обратной засыпки. Техничко-экономический анализ показывает, что при внедрении автоматизации устройства линии дренажа и конструктивном совершенствовании машины, а также пересмотре фильтра дрены бестраншейный дреноукладчик является самым перспективным механизмом для строительства дренажа.

Полученные результаты наблюдений за плотностью обратной засыпки дренажа позволили выявить явление самоуплотнения в дренах, уложенных методом «полки», на второй год, а траншейным способом — через 3 года. Там, где имеется вода, может быть рекомендована замочка «снизу» при тупиковых устьях с последующей пробивкой устья. Замочка сверху и комбинированная «замочка» даже при усиленном надзоре не могут гарантировать дрены от разрушений вследствие больших напоров воды над ними. В глинистых грунтах рекомендуется создание экрана над дренаем методом «намыва».

На основе экономических расчетов и опыта строительства установлено, что целесообразно закрытый дренаж строить одновременно с вводом земель, если от исходного уровня до глубины 5 м грунтовые воды поднимутся не более чем за 5 лет. Переход Голодностепстроем с 1968 г. на строительство дренажа в комплексе с подготовкой земель позволили довести их дренированность до 46,3 пог. м на га за счет ввода в эксплуатацию ежегодно до 1700 км дренажа.

В ходе строительства дренажа совершенствовались его конструкции: подобран материал фильтра из естественной песчанной смеси Илансайского карьера, обеспечивающий суффозионную устойчивость и достаточную водоприемную

способность дрены; налажено изготовление раструбных гончарных труб, которые стали основным видом укладываемых труб; улучшена конструкция колодцев и устьев дрен. В результате достигнуто повышение эксплуатационной надежности дренажа (табл 2). Голодностепстроем систематически ведутся наблюдения за положением и минерализацией грунтовых вод, изменением засоления трехметрового и метрового слоя почвогрунтов, дренажным стоком и его минерализацией. Полученные за ряд лет данные показывают эффективность работы дренажных сооружений (рис. 6).

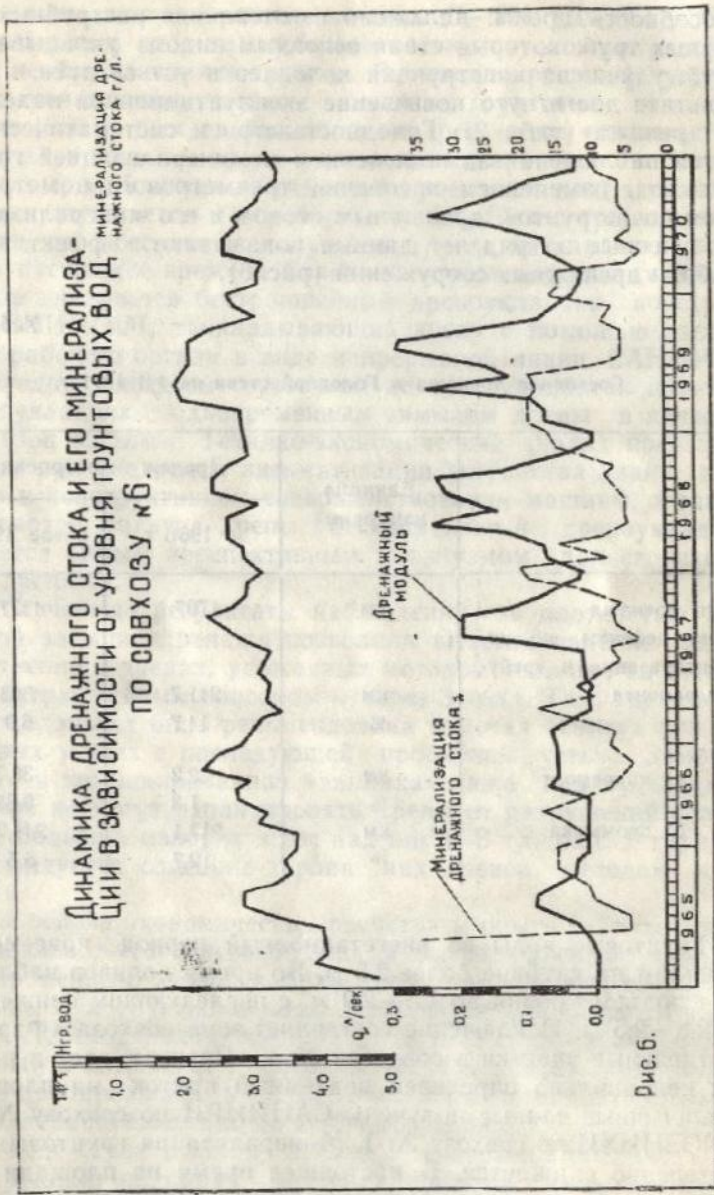
Таблица 2

Состояние дренажа в Голодной степи на 1/1 1971 г.

	Единица измерения	Дренаж построенный	
		до 1966 г.	после 1966 г.
Всего дренажа	км	1707	4377
Имеет дефекты по инвентаризации и требует ремонта	км	241,7	303
	%	14,7	6,9
в т. ч.			
а) капремонт	км	22,2	36,3
	%	1,3	0,82
б) промывка	км	217,1	241,2
	%	12,7	5,5

Грунтовые воды во вегетационный период повсеместно залегают на глубине более 2,5 м. Во время поливов наблюдается подъем уровня до 1,5—2,0 м. с последующим снижением до 2,8—2,5 м. Исключение составляет зона совхоза «Фархад» и отдельные участки в совхозах № 4, «Янгиер», где в расчетах неправильно определен подземный приток на площади. Аналогичные данные получены САНИИРИ по совхозу № 6 и СОЮЗНИХИ по совхозу № 1. Минерализация грунтовых вод постепенно снижается. В настоящее время на площади около 12 тыс. га имеются грунтовые воды с минерализацией по плотному остатку до 5 г/л и более 20 тыс. га с минерализа-





цией 5—10 г/л. Величина дренажного стока постоянно увеличивается, и по тем хозяйствам, где дренаж вступил в работу, превышает 25% от вододачи. Если до развернутого строительства дренажа наблюдалось увеличение засоления метрового слоя (табл. 3), то в настоящее время площади средне- и сильнозасоленных земель уменьшаются.

Таблица 3

Изменение засоления метрового слоя почво-грунтов, тыс. га

Тип засоления	1961	1964	1969	1970
Незасоленные и слабозасоленные	141,5	126,4	138,4	145,4
Среднезасоленные	18,8	28,9	22,3	16,1
Сильнозасоленные	13,6	18,6	13,2	8,9
Всего	173,9	173,9	173,9	173,9

На основе данных наблюдений по формуле С. Ф. Аверьянова составлен баланс воды орошаемого массива и солевой баланс активной толщи почво-грунтов. Согласно солевому балансу, с 1968 г. начинается уменьшение солевых запасов от 1,2 до 12 т в среднем на гектар орошаемых земель за год. По отдельным хозяйствам снижение запасов солей достигает 50 т/га (совхоз № 6). С целью выявления характера изменения уровня грунтовых вод и соленакопления на фоне горизонтального дренажа в 1969/70 гг. были организованы наблюдения за опытными створами в условиях безнапорных (совхоз № 17) и напорных грунтовых вод (совхоз № 6). В совхозе № 17 при междурьях 250—300 м наблюдается рассоление метрового и трехметрового слоя почво-грунтов, а в совхозе № 6 запасы солей уменьшаются лишь при междурьях 120—150 м (проектная густота). Явно выраженная напорность грунтовых вод существенно сокращает здесь зону активного влияния дрен на рассоление почво-грунтов.

В связи с этим в условиях напорного питания необходимо систематически проводить профилактические промывные поливы.

По результатам обработки данных эксплуатации получены затраты на эксплуатацию закрытых горизонтальных дрен



в год—189 руб. на км, или 9,45 руб на га орошаемых земель. По сравнению с открытыми дренами (учитывая потери сельхозпродукции на площади, занятой дренами) закрытый дренаж дает экономию ежегодных затрат в размере 568 руб на 1 км, или 28—30 руб. на 1 га.

С помощью вертикального дренажа на всех участках, построенных по площадной схеме, получено снижение уровня грунтовых вод и рассоление почво-грунтов при значениях дренажного модуля более 0,10 л/сек/га при вегетационных и промывных поливах. В совхозе № 5 и им. Мичурина наблюдалось естественное рассоление осадками незасаемых земель в течение 3 лет при снижении уровня грунтовых вод вертикальным дренажем на глубину до 4,5—7 м. Это приводит к выводу о том, что в таких условиях целесообразно строить вертикальный дренаж за 2—3 года до орошения земель, сработать уровень грунтовых вод до 5—6 м и тем самым способствовать естественному рассолению почво-грунтов до освоения земель.

Анализ эксплуатации скважин вертикального дренажа показал, что простои составляют 27% от времени в работе скважин, из них основные—11%—из-за низкой работоспособности насосов, 7,5%—в связи с невозможностью подъездов к скважинам для их ремонта в период полива.

Вертикальный дренаж по капитальным затратам экономичнее горизонтального уже при нагрузке на 1 скважину 40 га. Эксплуатационные затраты на скважину в настоящее время составляют 100 руб. на 1 га в год. При доведении площади обслуживания до 150 га на 1 скважину, а также за счет снижения стоимости электроэнергии, внедрения насосов большей производительности стоимость эксплуатации может быть снижена до 30—40 руб на 1 га, что однако, более, чем в 3 раза дороже стоимости эксплуатации горизонтального дренажа.

Эффективность вертикального дренажа может быть значительно повышена за счет использования откачиваемых вод на орошение, а также при предварительном строительстве скважин на землях с глубокими грунтовыми водами и отказе от строительства глубокой коллекторной сети с заменой ее мелкими водосборами.

Приводится анализ методов и технологии капитальных промывок земель. Установлено, что выполнение промывок специализированной организацией позволяет эффективно рассолять сильнозасоленные земли при их освоении.

При уклонах местности более 0,001 наиболее целесообразна промывка по цепочке мелких чеков с перепуском воды из чека в чек, а при уклонах менее 0,001— по крупным чекам в

сочетании с закрытым дренажем, усиленным глубоким временным дренажем.

Полученный опыт дренажного строительства обогатил мелиоративную науку рядом принципиальных положений, позволивших с новых позиций подойти к принципам проектирования дренажа, оценить сравнительную технико-экономическую и мелиоративную эффективность горизонтальной и вертикальной системы дренирования.

Результаты исследований опыта строительства и освоения земель Голодной степи позволили выявить преимущества комплексного ведения работ, оценить и усовершенствовать ряд технических решений, применяемых при этом в практике мелиорации, а также наметить пути дальнейших исследований в направлении:

Повышения нагрузки на одного работающего в орошаемом хлопководстве до 25 га против 10 в настоящее время за счет внедрения системы высокопроизводительных широкозахватных машин, применения гербицидов и совершенствования техники полива;

Расширения сферы применения в оросительных каналах закрытых трубопроводов за счет удешевления бетонных трубопроводов, внедрения полимерных и увеличения сортамента асбоцементных трубопроводов;

Повсеместного применения средств автоматики для водораспределения, учета оросительной воды и регулирования водновоздушного режима почво-грунтов;

Разработки методов эффективного освоения и окультуривания земель после капитальных промывок с целью быстрого восстановления плодородия почв и получения высоких урожаев сельхозкультур.

#### Основные положения диссертационной работы изложены в следующих публикациях:

1. Духовный В. А. Вопросы глубокого уплотнения грунтов с ненарушенной структурой в условиях Голодной степи. Сборник «Материалы по производительным силам Узбекистана», выпуск 15, изд. АН УзССР, 1960.



2. Духовный В. А., Кобылин Г. А., Ясаков П. И. Опыт индустриализации водохозяйственного строительства в Голодной степи. Сборник «Материалы по производительным силам Узбекистана», выпуск 16, изд АН УзССР, 1964.
3. Духовный В. А. Опыт строительства и эксплуатации коллекторов в новой зоне орошения Голодной степи, «Гидротехника и мелиорация», № 10, 1966.
4. Духовный В. А. Комбинированное антифильтрационное покрытие каналов. «Гидротехника и мелиорация», № 3, 1968.
5. Казаков В. С., Томин Е. Л., Духовный В. А., Шапочкин А. Я. Механизация строительства закрытого дренажа в Голодной степи. «Гидротехника и мелиорация», № 11, 1968.
6. Духовный В. А. Голодная степь покоряется человеку. «Гидротехника и мелиорация», № 5, 1968.
7. Духовный В. А. Фильтрационные потери из каналов оросительных систем, их влияние на водный режим территорий и борьба с ними. Сборник докладов научно-технической конференции АН Туркменской ССР, Ашхабад, 1968.
8. Духовный В. А., Синяков В. К., Жеглов А. Г. Натурные исследования прочности лотков в Голодной степи. «Гидротехника и мелиорация», № 6, 1969.
9. Духовный В. А. Механизация водохозяйственных работ в Голодной степи. Сборник докладов Всесоюзного совещания по механизации работ по орошаемой зоне, Ташкент, УзГИНТИ, 1969 г.
10. Духовный В. А. Ирригация Мексики, Ташкент, УзГИНТИ, 1970 г.

11. Духовный В. А. Повышаем эффективность капитальных вложений в освоение земель Голодной степи. «Хлопководство», № 5, 1970.
12. Духовный В. А. Совершенствование способов и схем поверхностного полива в Голодной степи. «Хлопководство», № 7, 1970.
13. Авторское свидетельство № 246402 на конструкцию дренажника с подвижным бункером (в соавторстве с У. Ю. Пулатовым, В. Н. Бердянским и др.).

Кроме того по отдельным разделам работы автором были сделаны доклады:

- на Техсовете ММ и ВХ СССР по антифильтрационным мероприятиям (Симферополь, 1966 г.),
- на совещании по применению полимерных материалов в сельском хозяйстве и мелиорации (г. Рига, 1967 г.),
- на Техсовете ММ и ВХ СССР по мелиорации земель и борьбе с засолением (г. Баку, 1967 г.),
- на II межвузовской конференции по эффективности капиталовложений в ирригацию (г. Ташкент, 1969 г.),
- на VII конгрессе МКИД (г. Мехико, 1969 г.),
- на совещании ВАСХНИЛ, ММ и ВХ и ВДНХ по мелиорации земель в орошении (г. Москва, 1971 г.).



Р 05226. Сдано в набор 15/II—72 г. Подписано в печать 17/II—72 г.  
Объем 2 п. л. Тираж 200 экз. Зак. 700.

Ташкент, типография № 7, Хорезмская 9.