

Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР  
СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ ИМЕНИ  
В.Д.ЖУРИНА (САНИИРИ)

На правах рукописи

Хегай Вениамин Викторович

УДК 628.862.94.004.17

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО  
ДРЕНАЖА НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ И ПУТИ ЕЕ  
ПОВЫШЕНИЯ

Специальность: 06.01.02 – мелиорация и орошаемое  
земледелие

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ташкент – 1984

Работа выполнена в Среднеазиатском ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте ирригации имени В.Д.Журина (САНИИРИ)

Научный руководитель - лауреат Государственной премии УзССР им.Беруни, премии Совета Министров СССР, кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
В.А.ДУХОВНИЙ

Официальные оппоненты: академик ВАСХНИЛ, доктор технических наук  
Ц.Е.МИРЦХУЛАВА  
кандидат геолого-минералогических наук  
И.А.СОРОКИНА

Ведущая организация - Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени государственный проектно-исследовательский и научно-исследовательский институт по ирригационному и мелиоративному строительству "СРЕДАЗГИПРОВ ОДХЛОП" им. А.А.Саркисова

Защита состоится "27" декабря 1984 г.  
в 14<sup>00</sup> час на заседании Специализированного совета Д.099.02.01 по присуждению степени доктора наук

Адрес: 700187, г.Ташкент, м.Карасу 4, д.11, САНИИРИ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "23" ноября 1984 г.

Ученый секретарь  
Специализированного совета,  
доктор сельскохозяйственных наук

К. П. ПАГАНЯС

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Решениями майского (1982г.) и октябрьского (1984г.) Пленумов ЦК КПСС намечены грандиозные объемы мелиоративных работ, в результате выполнения которых орошаемые площади к 1990 году увеличатся на 40...50 % и составят около 25 млн.га. Эффективность освоения новых земель и улучшение мелиоративного их состояния зависит от безотказной, устойчивой работы оросительных систем, гарантированных сроков службы всех мелиоративных сооружений. Поэтому к техническим средствам мелиорации предъявляются высокие требования: они должны быть надежными и безотказными в работе, долговечными, ремонтпригодными.

Надежный дренажный фон - неотъемлемая часть всех оросительных систем. Построенные системы закрытого горизонтального дренажа, протяженность которых в зоне орошения нашей страны достигла 30 тыс.км, в целом обеспечили быстрые темпы рассоления и наращивания плодородия вновь осваиваемых, а также мелиоративно неблагополучных староорошаемых земель. В то же время в отдельных зонах страны имеет место довольно значительный процент нарушения работы дренажных систем вследствие выхода из строя закрытых дрен. Виды нарушения работоспособности закрытого горизонтального дренажа крайне разнообразны, их последствия неоднородны, что вызывает субъективные суждения об эффективности его функционирования.

В связи со сказанным, изучение проблемы надежности закрытого горизонтального дренажа для повышения его работоспособности приобретает особую актуальность.

Цель диссертационной работы - исследование влияния различных факторов на работоспособность дренажных систем и разработка практических рекомендаций по поддержанию надежной работы закрытого горизонтального дренажа.

Задачи исследований:

- определение количественных показателей надежности различных конструкций закрытого горизонтального дренажа;
- проверка устойчивости конструкции в процессе ее формирования;
- оценка влияния этапов создания и работы закрытого горизонтального дренажа на показатели его надежности;
- разработка методики по оценке работоспособности дренажной системы;

— обоснование рекомендуемых мероприятий по повышению работоспособности дренажа.

Методика исследований. На основании теории надежности проводились определение закономерности возникновения отказов в работе дренажа, учет влияния внешних и внутренних факторов, установление количественных характеристик, разработка оценки расчета и прогнозирования надежности закрытого горизонтального дренажа. Работоспособность дренажной системы оценивали по направленности мелиоративных процессов, устанавливаемых по водно-солевым балансам. При обосновании оптимального режима работы закрытого горизонтального дренажа, установлении сроков между профилактическими ремонтами применялись оптимизационные методы. Результаты экспериментальных исследований обрабатывались методами математической статистики с использованием ЭВМ.

Научная новизна. На основании сформулированных понятий о работоспособности и надежности закрытого горизонтального дренажа в зоне орошения разработана принципиальная схема изучения работоспособности дренажной системы. Определены количественные показатели надежности и установлен закон распределения времени исправной работы закрытого горизонтального дренажа; проведена сравнительная оценка надежности различных дренажных конструкций, Исходя из предложенных зависимостей по расчету уровня надежности и показателя работоспособности, разработаны методики по назначению параметров дренажной конструкции с учетом прогноза надежности, определению оптимальных сроков профилактических ремонтов с учетом ущерба при снижении эффективности функционирования дренажа.

Практическое значение и реализация. Выполненные исследования — составная часть научно-исследовательских работ по проблеме 0.04 задания 07.01 плана ГКНТ СССР. На их основе установлены причины неудовлетворительной работы дренажных систем и разработаны практические рекомендации по расчету параметров дренажной конструкции с учетом прогноза надежности.

Результаты исследований легли в основу нормативного документа "Техническая эксплуатация внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети — основа обеспечения оптимальных мелиоративных режимов", утвержденного МСХ УзССР и МПОХ УзССР.

Предложения автора по повышению надежности закрытого горизонтального дренажа приняты и внедрены Министерством плодоовощного хозяйства УзССР. Получаемый экономический эффект составляет

77 тыс.руб. в год.

Апробация. Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на Всесоюзном координационном совещании по вопросам улучшения качества и надежности гидромелиоративных сооружений (г.Тбилиси, 1981), на конференциях молодых ученых по сельскому и водному хозяйству (г.Ташкент, 1980...1983), на заседании НТС МСХ УзССР (г.Ташкент, 1984), на Всесоюзной конференции по проблеме повышения надежности осушительных систем Колхидской низменности (г.Хоби, 1984), на Республиканской конференции по совершенствованию технической эксплуатации каналов оросительной сети (г.Ташкент, 1984), а также на ежегодных заседаниях Ученого совета секции мелиорации орошаемых земель и водохозяйственных проблем САНИИРИ (г.Ташкент, 1977...1983).

Публикация. По теме диссертации опубликовано 9 работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, общих выводов, списка литературы, включающего 173 названия, и приложений. Текст работы объемом 104 страницы сопровождается 30 таблицами и 42 рисунками.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе дан анализ технической эффективности систем закрытого горизонтального дренажа в зоне орошаемого земледелия нашей страны, сформулированы понятия надежности и работоспособности этого вида дренажа, разработана схема проведения исследований.

Проблема обеспечения надежности, основы которой разработаны И.Базовским, Р.Барлоу, Б.В.Гнеденко, Г.В.Дружининым, Б.А.Козловым, М.Липовым, Д.К.Ллойдом, А.М.Половко, И.А.Ушаковым и другими, привлекает все большее внимание как исследователей, так проектировщиков и эксплуатационников во всех отраслях народного хозяйства. Интерес к ней не случаен и объясняется тем, что оценка работ технических объектов на основе теории надежности, взамен интуитивно-эмпирического подхода, дает возможность заранее придать элементам и материалам те свойства, которые необходимы для объекта.

На основании работ Ц.Е. Мирцхулави, впервые изложившего основные положения надежности применительно к мелиоративным системам, М.Ф.Натальчука и Б.В.Шумакова, нами совместно с В.А.Духовным сформулировано понятие работоспособности оросительной системы как степени удовлетворения следующих мелиоративных условий:

- в течение всего периода вегетации, начиная от подготовки почвы к посеву и кончая завершением уборки урожая, для любой точки поливного участка поддерживать водно-воздушный режим в пределах

$$\theta_{\text{пвв}} \geq \theta(t) \geq \theta_{(0,6 \dots 0,7)\text{пвв}} ; \quad (1)$$

- в течение всего года степень засоления почвы должна быть ниже допустимой и иметь тенденцию уменьшения во времени:

$$[S] > S(t) > S(t+1) . \quad (2)$$

Функциональная задача дренажа, являющегося частью оросительной системы, состоит в поддержании на всей площади поливного участка такого режима грунтовых вод, при котором соленакопления в почве не происходит. Следовательно, под работоспособностью дренажа следует понимать способность его удовлетворять мелиоративным условиям по засолению почвогрунтов или минерализации почвенного раствора.

Работоспособность дренажа определяется проектной схемой, качеством строительства и режимом эксплуатации:

$$I(t) = I_n \cdot I_c \cdot I_3(t) , \quad (3)$$

где  $I_n$  - проектная работоспособность;  
 $I_c$  - строительная работоспособность;  
 $I_3$  - эксплуатационная работоспособность, зависящая от надежности дренажной конструкции и эксплуатационных мероприятий, включающих периодичность и объем ремонтно-восстановительных работ:

$$I_3(t) = f [P(t); z(t)] . \quad (4)$$

Здесь  $P(t)$  - вероятность безотказной работы дренажной конструкции;

$z(t)$  - интенсивность ремонтных работ.

В выражении (4)  $P(t)$  является показателем надежности - свойства объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели в пределах, соответствующих заданным режимам и условиям эксплуатации.

Связь между работоспособностью дренажа и надежностью дренажной конструкции легла в основу структурной схемы исследований по изучению работоспособности закрытого горизонтального дренажа (рис. 1).

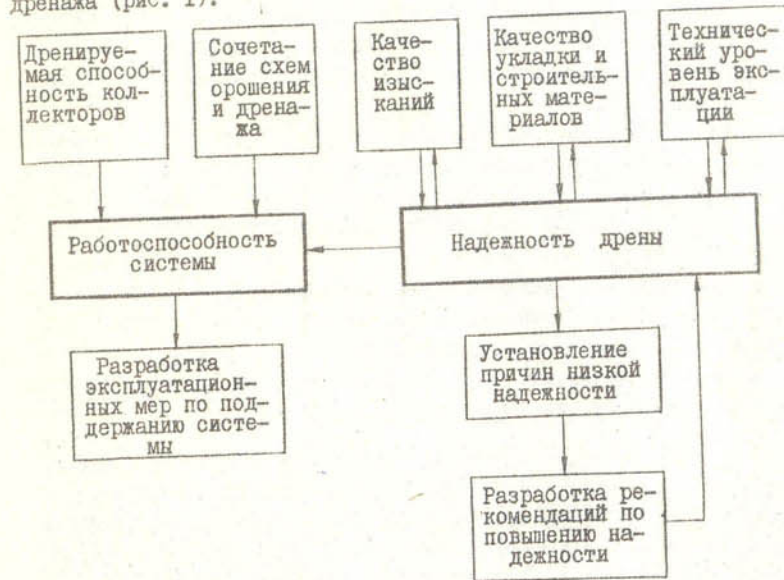


Рис. 1. Схема проведения исследований по изучению работоспособности закрытого горизонтального дренажа

Во второй главе обоснован выбор объекта исследований, приведена методика проведения полевых работ.

В качестве объекта исследований принята система закрытого горизонтального дренажа, построенная на территории юго-восточного массива новой зоны орошения Голодной степи. Выбор объекта обусловлен следующими причинами: во-первых, на землях массива около 20 лет эксплуатируется дренаж, отличающийся схемой расположения дрен, способами строительства и конструктивными элементами, что позволяет провести сравнительную оценку надежности различных конструкций; во-вторых, разнообразие гидрогеологических, почвенных и мелиоративных характеристик дает возможность

оценить работоспособность закрытого горизонтального дренажа в различных условиях.

Опытно-производственные исследования проводились поэтапно с 1977 по 1980 год в четырех совхозах Голодной степи обследовалось техническое состояние закрытого горизонтального дренажа; с 1981 по 1983 год велись полевые работы на опытном-производственном участке, расположенном в совхозе 3 Мехнатабадского района Сырдарьинской области.

На участке площадью 77 га построено 15 дрен с междренним расстоянием 110 м, глубиной заложения 3,5 м. Почвогрунты характеризуются средним сульфатным засолением и представлены, главным образом, тяжелыми супесями и суглинками с коэффициентами фильтрации 0,15...0,25 м/сут.

Натурные исследования проводились по общепринятым методикам и состояли из уточнения природных характеристик участка, определения параметров дренажной конструкции, установления степени заиливания дренажных труб при вскрытии дрен, ведения режимных наблюдений за мелиоративным состоянием.

В третьей главе с позиции теории надежности и с учетом специфических условий проектирования, строительства и эксплуатации закрытого горизонтального дренажа определены количественные показатели надежности различных конструкций и дана оценка уровня надежности по этапам создания и работе дренажа.

Количественное описание надежности закрытого горизонтального дренажа произведено приемами математической статистики с использованием данных об отказах дрен. В результате обработки построены кривые распределения вероятности безотказной работы  $P(t)$ , вероятности отказа  $Q(t)$ , интенсивности отказов  $\omega(t)$ , (рис. 2); определены коэффициенты готовности  $K_g = 0,92$ , простоя  $K_p = 0,08$  и технического использования  $K_t = 0,9$ ; установлено, что распределение времени безотказной работы дрены соответствует экспоненциальному закону.

Параметр  $\lambda$  экспоненциального закона, оцененный по плану испытаний  $[N, R, T]$ , означающему, что под наблюдение поставлено 200 дрен, наблюдения ведутся в течение 14 лет, отказавшие дрены восстанавливаются, составил 0,076 1/год. По установленному параметру определена средняя наработка на отказ  $t_{ср} = 13,16$  лет, установлены закономерности  $P(t) = e^{-0,076t}$   
 $Q = 1 - e^{-0,076t}$

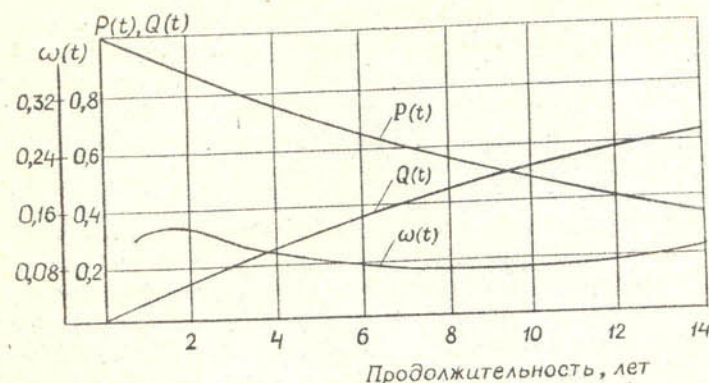


Рис.2. Распределение характеристик надежности горизонтального закрытого дренажа

По характеру изменения интенсивности отказов во времени выделены периоды работы закрытого горизонтального дренажа. Первые два-три года составляет период приработки, характеризующийся высокой интенсивностью отказов, вдвое превышающей среднее значение. Период приработки сменяется периодом нормальной работы, характеризующимся равномерностью распределения интенсивности отказов, составляющей в среднем 0,55 1/год.

По количественным показателям надежности проведена сравнительная оценка различных конструкций дренажа отличающихся технологией строительства (табл. I).

Т а б л и ц а I  
Показатели надежности закрытого горизонтального дренажа, построенного разными способами

Способ строительства	Наработка на отказ, лет	Интенсивность отказов, 1/год	Коэффициенты надежности		
			готовности	простоя	техническое использование
Дреноукладчиком ЭД-3,0	10,34	0,05	0,896	0,104	0,89
Полумеханизированный	13,56	0,046	0,93	0,07	0,91

Из табл. I видно, что при полумеханизированном способе укладки дренажной линии создается более устойчивая конструкция, чем при укладке траншейным дренаукладчиком.

Полученные результаты совпадают с данными изучения Г.Е. Батурина, В.А. Духовного, У.Ю. Пулатова и других исследователей, свидетельствующих о том, что дрена, уложенные дренаукладчиком, подвержены разрушению в большей степени вследствие деформации обратной засыпки.

Сопоставление кривых распределения вероятности безотказной работы различных конструкций (табл. 2), показывает, что по мере совершенствования элементов дренажа повышается надежность дрена (рис. 3). При этом ежегодный выход дрена из строя снижается с 6,47% до 4,63%.

Таблица 2  
Характеристика конструкций

Но- мер вари- анта	Годи : строи- тель- ства	Трубчатая линия		Фильтровая обсыпка		
		длина : трубы : м	вид : стыка	размер : частиц : мм	толщина : сверху : м	толщина : снизу : м
I	1963-1964	0,33	впритык	10...30	п/э пленка	0,15
II	1964-1966	0,33	впритык	2,5...4	-	0,20
III	с 1967	0,55	раструб	0,01...2	0,15	0,15

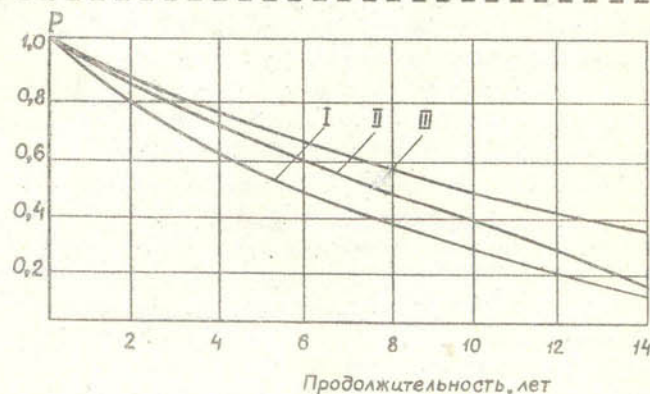


Рис. 3. Распределение вероятности безотказной работы дрена различных конструкций

Обзор литературных источников свидетельствует о недостаточной изученности влияния динамики и вероятностей реальных характеристик грунтов, а также параметров конструкции на ее устойчивость в процессе эксплуатации.

В связи со сказанным, нами проведены натурные исследования по изменению конструктивных параметров в период приработки и его последствиях, в частности определению влияния на водопроницаемость и водопроницающую способность дрена.

Исходные значения конструктивных параметров, замеренных во время строительства закрытого горизонтального дренажа на опытном участке, характеризуются значительным разбросом (таблица 3).

Таблица 3  
Исходные параметры дренажной конструкции

Элемент конструк- ция	Показатель	Допус- : тимое : значе- : ние	Исход- : ное : значе- : ние	После форми- : рования : конструк- : ции
		Содержание суффозионных частиц, %	5	3...20
Содержание частиц сыпья 0,1 мм, %	10	5...40	5...15	
Толщина, м	0,15	0,04...0,3		
Торцевой зазор между трубами, мм	3	1...6		
Уклон	0,002	0,0005...0,003		

Гранулометрический состав фильтровой обсыпки, вследствие выноса суффозионных частиц фильтрационным потоком, изменяется, причем более усиленно вынос происходит из нижней части контура обсыпки. При вскрытии дрена установлено, что часть выносимых частиц диаметрами 0,005...1,0 мм оседает в трубчатой полости и приводит к некоторому ее завалению, степень которого зависит от уклона дрена. Так, при уклоне 0,0023 толщина наилка составила 10 мм, а при уклоне 0,0013 - 60 мм.

Значительный разброс исходных параметров и изменение их в процессе формирования конструкции существенно влияют на водопримную и водопрпускную способности дрены. В начале эксплуатации загрязнение фильтровой обсыпки глинистыми частицами приводит к уменьшению водопримной способности. Водопрпускная способность из-за того, что трубчатая полость в этот момент не залита, достаточна для отвода дренажных вод даже при малых уклонах. Процесс формирования конструкции оказывает двойное влияние на водопримную способность: с одной стороны, она увеличивается из-за выноса сульфидных частиц, а с другой — уменьшается вследствие появления дополнительных сопротивлений, вызванных наличием наилка в трубе. Залитие трубчатой полости приводит к уменьшению водопрпускной способности.

На основе анализа динамики водопримной и водопрпускной способностей по данным натурных исследований проведен расчет уровней надежности ( $Y$ ), представляющего собой отношение фактического водоотведения к требуемому при расчетном действующем напоре. В результате расчета  $Y(t_0) = 0,87$ ;  $Y(t=2) = 0,81$ . Эти результаты характеризуют влияние качества строительства на надежность дрены.

На этапе проектирования надежность дрены определяется качеством изыскательских работ, что отражено в исследованиях А.И. Голованова. Сопоставление фактических и принятых в проекте гидрогеологических и почвенных условий указывает на достоверность данных, полученных при изысканиях на опытном участке, что позволяет принять уровень надежности, закладываемый при проектировании, равным единице.

Снижение уровня надежности по "вине" эксплуатации определяли по разнице между вероятностью безотказной работы, являющейся графическим отображением изменения работоспособности дрены с учетом всех стадий обеспечения надежности, и уровнем надежности, закладываемым при проектировании и обеспечиваемым при строительстве. Изменение работоспособности дрены во времени с учетом влияющих факторов представлено на рис. 4.

На рисунке показаны также значения оптимального уровня надежности ( $Y_{opt}$ ), представляющего собой начальный показатель надежности, который необходимо обеспечить при проектировании и строительстве, и допустимого уровня надежности ( $[Y]$ ), являющегося нижним пределом снижения работоспособности дрены.

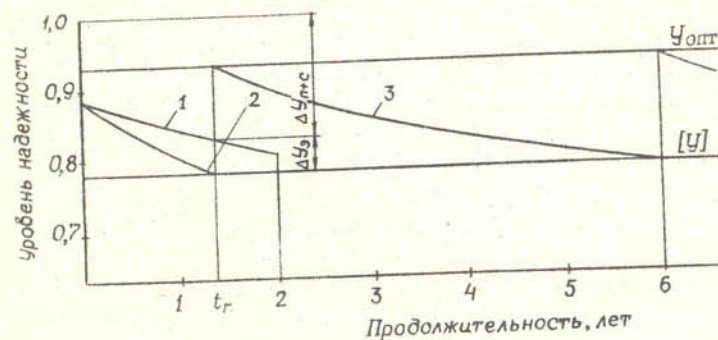


Рис. 4. Изменение уровня надежности дрены:

- 1 — при проектировании и строительстве;  
2 — с учетом всех стадий обеспечения надежности;  
3 — после восстановления.

Графически, по снижению уровня надежности установлено, что из общего количества дренажей, вышедших из строя в период приработки, около 80 % отказывают вследствие несовершенства конструкции и некачественного строительства, а около 20 % — из-за нарушения правил эксплуатации.

Сравнение показателей надежности с критериальными уровнями указывает на необходимость повышения качества строительства и целесообразность проведения предупредительного профилактического ремонта в период приработки.

В четвертой главе на основе анализа влияющих факторов дана оценка работоспособности дренажной системы.

В качестве показателя работоспособности системы предлагается принять степень отклонения параметров засоления почвогрунтов во времени и пространстве от допустимых:

$$I = 1 - \sum_{i=0}^T \sum_{t=0}^T \frac{S_{it} - [S_j]}{[S_j]}, \quad (5)$$

где  $S_{it}$  — степень засоления почвы в  $i$ -ой точке поля в момент времени  $t$ ;

$[S_j]$  — допустимая степень засоления для  $j$ -го вида сельскохозяйственной культуры.

Разработана методика расчета показателя работоспособности системы, в основу которой положена связь между эффективностью функционирования закрытого горизонтального дренажа и мелиоративным состоянием орошаемых земель. По методике количественно оценено влияние различных факторов на работоспособность системы.

В настоящее время расчет параметров закрытого горизонтального дренажа ведется без учета дренирующего действия коллекторов, что создает определенную функциональную избыточность в структуре системы. Кроме того, расчет дренажа ведется без учета пространственной работы его в условиях реальной системы.

При поверхностном поливе, характеризующемся неравномерностью инфильтрационного питания по длине поливного участка, в зависимости с изменяющейся под действием дренирования глубиной грунтовых вод создается большая дифференциация соленакпления, которую необходимо учитывать при оценке работоспособности дренажной системы.

При использовании результатов исследований В.А.Духовно-го и И.А.Сорокиной, позволяющих установить распределение соленакпления по орошаемому полю в зависимости от схемы расположения оросительной и дренажной сети, для условий опытного участка нами определена проектная работоспособность дренажной системы:  $I_{II} = 1,265$ .

По значениям уровней надежности, обеспеченных при укладке дренажной линии, оценена строительная работоспособность:  $I_C = 0,92$ .

Зная проектную и строительную работоспособность, можно установить ту работоспособность, которая обеспечивается при безотказной работе всех дрен системы:  $I[P(t_0)] = I_{II} \cdot I_C = 1,19$ .

С целью проверки полученных результатов, а также оценки влияния выхода дрен из строя на работоспособность системы проведены специальные исследования на опытном участке. Наблюдения за мелиоративным состоянием осуществлялись на трех дренажных системах, характеризующихся, вследствие отключения дрен из работы, разной загруженностью.

Результаты исследований (табл. 4) показали, что безот-

казная работа закрытых дрен обеспечила за период вегетации засоление почвогрунтов зоны аэрации, при этом солесодержание по хлору уменьшилось с 0,016 до 0,012, т.е. почти достигло порога токсичности.

Т а б л и ц а 4  
Результаты режимных наблюдений

Но- мер сис- темы:	Условия работы	Дренажный модуль, л/с га	Средневе- гетацион- ная глуби- на ГВ, м	Изменение за- соления почво- грунтов, т/га
I	Все дрен работоспо- собны	0,18	3,10	- 37,5
II	Отключение дрен че- рез одну	0,115	2,66	+ 13,6
III	Отключение двух, ря- дом расположенных, дрен	0,07	2,47	+ 37,9

Выход дрен из строя вызывает подъем уровня грунтовых вод, что приводит к соленакплению. Анализ перераспределения солей в зоне аэрации показывает, что отключение дрен приводит к засолению верхнего двухметрового слоя почвы и к частичному рассолению нижнего метрового слоя. Последнее объясняется тем, что подъем уровня грунтовых вод, имеющих минерализацию, меньшую чем у порового раствора, сопровождается рассолением нижних горизонтов почвы.

По исходному содержанию солей в почве и изменению его за вегетационный период установлены показатели работоспособности дренажных систем:  $I_I = 1,19$ ;  $I_{II} = 0,92$ ;  $I_{III} = 0,80$ .

Для оценки степени эффективности закрытого горизонтального дренажа по допустимому уровню надежности определен допустимый показатель работоспособности дренажной системы  $[I] = 0,92$ .

Сравнение полученных показателей работоспособности дренажных систем с допустимым значением позволяет сделать следующие выводы:

- дренажная система, запроектированная по исходным данным, достоверно отражающим внешние условия, качественно построена, при условии безотказной работы входящих в ее состав



закрытых дрен обладает определенным запасом в мелиоративном воздействии, определяющим устойчивость дренажного эффекта. Для условий опытного участка коэффициент запаса, определенный в результате оценки работоспособности по влияющим факторам и подтвержденный натурными исследованиями, составил 1,19, т.е. система оказалась зарезервированной на 19%;

- для поддержания системы в работоспособном состоянии одновременный отказ двух и более рядом расположенных дрен следует устранять сразу по мере его возникновения. Другие варианты отказов менее опасны и могут быть устранены в течение года.

В пятой главе на основании анализа опыта проектирования, строительства и эксплуатации, а также результатов исследований разработаны мероприятия по повышению работоспособности закрытого горизонтального дренажа, показана его экономическая эффективность.

Для обеспечения требуемой надежности параметры дренажной конструкции при проектировании предлагается назначать, исходя из условия

$$U_{\text{опт}} \leq U \leq 1 \quad (6)$$

При использовании условия (6) определена область допустимых отклонений конструктивных параметров (рис. 5), позволяющая при расчетах обосновать оптимальный уклон дрены с учетом реально

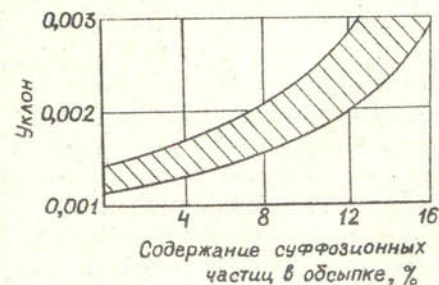


Рис. 5. Область допустимых отклонений конструктивных параметров

дренажной системы, позволяющая установить периодичность и объем обследований.

но возможных диапазонов изменения гранулометрического состава фильтровой обсыпки.

Основой для выбора мероприятий по повышению надежности дрен служит количественный анализ надежности. Для получения полной и достоверной информации о состоянии закрытого горизонтального дренажа разработана методика оценки работоспособ-

ности дренажа разработана методика оценки работоспособ-

В процессе эксплуатации требуемая работоспособность закрытого горизонтального дренажа обеспечивается проведением ремонтно-восстановительных работ. Восстановление работоспособности закрытой дрены рекомендуется производить профилактическими промывками и при помощи аварийных ремонтов.

Восстановительные работы планируются в следующей последовательности. В первые два года намечается проведение профилактической промывки. Проведение следующей промывки назначается по оптимальному межремонтному сроку. Если дрена к назначенному моменту не отказала, то производится плановая профилактика. Если же отказ произошел ранее, то в момент отказа начинается аварийный ремонт. В момент окончания восстановительных работ последующая промывка перепланируется, и далее весь цикл обслуживания повторяется.

На основании технико-экономического подхода разработана методика определения срока между профилактическими промывками, исходя из минимума суммарных приведенных затрат на восстановление, а также ущерб сельскохозяйственного производства от снижения работоспособности дренажа. Решение оптимизационной задачи связано с определением следующих функциональных зависимостей:

- влияние снижения работоспособности закрытого горизонтального дренажа на мелиоративное состояние орошаемых земель и, как следствие, на урожайность сельскохозяйственных культур;
- зависимость затрат на ремонт от технического состояния дренажа.

Для условий опытного участка оптимальный межремонтный срок составил 4,7 лет.

Экономический эффект от рекомендуемых мероприятий, определенный по разности между снижением затрат на поддержание системы в работоспособном состоянии и дополнительными капложениями для повышения уровня надежности, составил 6...15 руб/га.

#### ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

I. Принципиальная схема изучения работоспособности дренажных систем состоит из исследования влияния различных факторов на надежность дренажа и разработке мероприятий, обеспечивающих высокую и стабильную работоспособность системы при минимальных эксплуатационных затратах.

2. Количественный анализ надежности закрытого горизонтального дренажа, полученный в результате статистической обработки данных об отказах дренажа в новой зоне орошения Голодной степи, показал, что интегральная функция безотказной работы соответствует экспоненциальному закону с параметром  $\lambda = 0,76$  1/год.

3. Изменение интенсивности отказов во времени позволяет выделить период приработки, составляющий для закрытого дренажа два-три года, и следующий за ним период нормальной работы; наметить основные пути повышения надежности.

4. Отклонения параметров элементов дренажа и их изменение в период формирования конструкции существенно влияют на водопроницаемость и водопропускную способность дрены. Для обеспечения требуемой надежности установлена область допустимых отклонений уклонов трубчатой линии и содержания суффозионных частиц в фильтровой обсыпке.

5. Работоспособность дренажной системы зависит от комплексного взаимодействия внешних условий, проектной схемы, технического состояния входящих в систему закрытых дрен, качества их строительства, а также системы эксплуатации. Правильно запроектированная, качественно построенная и безотказно работающая система имеет определенный запас в мелиоративном эффекте за счет пространственного характера ее функционирования.

6. Расчет дренажа с учетом прогноза надежности, статистический контроль за параметрами конструкции во время строительства и соблюдение правил эксплуатации, основанных на регулярных наблюдениях за эффективностью дренажа и проведении планово-предупредительных ремонтов, позволяют повысить существующий уровень надежности с 0,84 до 0,92, снизив при этом эксплуатационные затраты на 6...15 руб/га.

7. Результаты исследований могут быть использованы проектными организациями - при обосновании параметров конструктивных элементов дрен и выборе схемы расположения дренажной сети; службами эксплуатации - при оценке работоспособности, планировании и организации наблюдений за состоянием дренажа, обосновании периодичности и объемов ремонтно-восстановительных работ.

Основные положения диссертационной работы изложены в следующих публикациях автора:

1. К вопросу об эксплуатационной надежности конструкции закрытого горизонтального дренажа. - Сб. научн. тр./Среднеаз. научно-исслед. ин-т ирригации, вып. 153. Ташкент, 1977, с.16...22 (соавторы: Духовный В.А., Козуб Н.С.).

2. Надежность закрытого горизонтального дренажа и пути ее повышения. - Сб. научн. тр./Среднеаз. научно-исслед. ин-т ирригации, вып. 159. Ташкент, 1979, с.60...72 (соавторы: Батурин Г.Е., Фатрахманов Р.А.).

3. Общие вопросы изучения надежности закрытого горизонтального дренажа. - В кн.: Материалы X конференции молодых ученых Узбекистана по сельскому хозяйству. Ташкент, 1980, с.123...125.

4. К оценке ущерба, вызванного ухудшением качества функционирования системы закрытого горизонтального дренажа. - В кн.: Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов Узбекистана по водному хозяйству. Ташкент, 1981, с.42...43.

5. Надежность дренажа, построенного разными способами. - Сб. научн. тр./Среднеаз. научно-исслед. ин-т ирригации, вып. 163. Ташкент, 1981, с.32...36 (соавтор Козуб Н.С.).

6. К вопросу об изучении надежности закрытого горизонтального дренажа. - В кн.: Надежность гидромелиоративных систем и сооружений. Тбилиси, 1983, с.136...140.

7. Некоторые вопросы ремонтпригодности закрытого горизонтального дренажа. - В кн.: Тезисы докладов XI научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Узбекистана по вопросам интенсификации сельского хозяйства в свете реализации Продовольственной программы СССР. Ташкент, 1983, с.182...183.

8. Техническая эксплуатация внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети - основа обеспечения оптимальных мелиоративных режимов. САШИИГи, Ташкент, 1984. - 24 с. (соавторы: Якубов Х.И., Батурин Г.Е., Горшков Н.И.).

9. Планирование и организация проведения ремонтно-восстановительных работ закрытого горизонтального дренажа. - В кн.: Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции по совершенствованию технической эксплуатации каналов оросительной сети. Ташкент, 1984, с.93...94.