

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
(БелНИИМВХ)

На правах рукописи

ИКРАМОВ Рахимджан Каримович

ПРИНЦИПЫ РАСЧЁТА И КОРРЕКТИРОВАНИЯ РЕЖИМА ОТКАЧЕК
СИСТЕМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА
В ЦЕЛЯХ РАССОЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Специальность 06.01.02 — мелиорация и орошаемое
земледелие

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Минск — 1981

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

Научный руководитель —

лауреат Государственной премии Узбекской ССР
им. А.Р.Беруни, Заслуженный ирригатор УзССР,
кандидат технических наук Х.И.ЯКУБОВ

Научный консультант —

кандидат сельскохозяйственных наук А.У.УСМАНОВ

Официальные оппоненты —

лауреат Государственной премии Узбекской ССР
им. А.Р.Беруни, Заслуженный ирригатор УзССР,
доктор геолого-минералогических наук, профессор
Н.М.РЕШЕТКИНА,
кандидат технических наук, старший научный
сотрудник А.И.МИТРАХОВИЧ

Ведущая организация — Узбекский государственный проектный институт водного хозяйства "Узгипроводхоз".

Защита диссертации состоится "_____" 1981 г.
на заседании специализированного Совета Д.099.03.01 по при-
суждению учёных степеней в Белорусском ордена Трудового
Красного Знамени научно-исследовательском институте мелиора-
ции и водного хозяйства (БелНИИМВХ) по адресу: 220040,
г.Минск, ул. М.Горького, 153.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "_____" 1981 г.

Учёный секретарь
специализированного Совета
кандидат технических наук

В.Т.КЛИМКОВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Претворением в жизнь "Основных направле-
ний экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы
и на период до 1990 года", утвержденных XXVI съездом КПСС, наме-
чается обеспечить дальнейшее развитие мелиорации земель. В комп-
лексе мелиоративных мероприятий большое внимание уделяется верти-
кальному дренажу. Общая площадь мелиорируемых земель вертикальным
дренажем в Средней Азии на перспективу определена в размере око-
ло 1,5 млн.га, а количество скважин 10 тыс.

В то же время системы вертикального дренажа (СВД), широко
внедряемые в последнее время, проектируются без достаточного ана-
лиза опыта их эксплуатации. В связи с этим возникла острая необ-
ходимость в разработке общих научно обоснованных принципов сос-
тавления методики расчета и корректирования режима откачек СВД,
от которого зависит эффективность и других составляющих мелиора-
тивного комплекса, принятого в проектах.

Цель и основные задачи исследований заключаются в разработке:

— единых научно обоснованных принципов составления и мето-
дики расчета режима откачек систем, учитывающих различие природ-
но-хозяйственных условий объектов;

— методики корректирования и технико-экономического обосно-
вания режима работы систем с учетом изменения погодных условий,
мелиоративного состояния орошаемых земель и технического состоя-
ния гидромелиоративных систем.

Методика исследований. Исследования выполнялись на базе ана-
лиза: проектов мелиорации земель крупных массивов при помощи вер-
тикального дренажа, реализованных в натуре в Средней Азии; опытно-
производственных исследований САНИИРИ мелиоративной эффективности
вертикального дренажа в Узбекистане и Казахской части Голодной
степи; данных наблюдений Управлений мелиоративных и оросительных
систем, гидрометеослужб, инструментальных замеров эксплуатацион-
ных расходов скважин, а также региональных исследований, прове-
денных автором на действующих СВД в Бухарской области УзССР и
Чимкентской области КазССР. При этом в качестве основного метода
исследований использован метод общих и частных водно-солевых ба-
лансов, позволяющий, с одной стороны, раскрыть направление и дать
количественную характеристику изменения гидрогеолого-почвенно-
мелиоративных процессов на орошаемых землях в ходе эксплуатации
гидромелиоративных систем, с другой, — выбрать научно обоснован-

ный состав комплекса мероприятий для создания оптимального мелиоративного режима почвы.

Теоретический вклад и научная новизна. На основе многолетних исследований:

выявлен характер изменчивости элементов водного баланса, в том числе дренажного модуля, как за многолетие, так и в разрезе одного года;

дана методика определения мощности СВД на основании внутри-годового распределения нагрузки на дренаж оптимальной обеспеченности, учитывающая режим откачек и эксплуатационную надежность СВД;

разработана методика расчета режима откачек из СВД, учитывающая природно-хозяйственные различия объектов мелиорации;

разработана методика корректирования режима откачек СВД и дано его экономическое обоснование. При этом выделены пять видов корректирования: оперативное (с учетом простоев, вызванных техническими неисправностями), плановое (на основе ожидаемых изменений погодных и водохозяйственных условий), по результатам ежегодной оценки мелиоративного состояния земель, реконструкции оросительной системы и с учетом снижения дебита скважин вертикального дренажа.

Практическая ценность работы и ее реализация. Научно-практическая ценность проведенных исследований заключается в том, что разработанные принципы назначения, методики расчета и корректирования режима откачек систем скважин уже служат методической основой и руководством при проектировании режима работы вертикального дренажа и эксплуатации, способствуют повышению эффективности мелиоративных мероприятий. Отдельные положения диссертационной работы включены в состав "Руководства по проектированию режима работы систем вертикального дренажа для условий Средней Азии" (ВТР-П-П-76), утвержденного ММВХ СССР от 8 декабря 1976г. № 564.

Кроме того, по результатам исследования составлены: "Рекомендации по режиму откачек из систем скважин вертикального дренажа в Сырдарьинской области" (утверждены ММВХ УзССР от 28 марта 1978г.), "Рекомендации по улучшению режима работы системы скважин и ускорению рассоления земель в Пахтааральском районе Чимкентской области на фоне вертикального дренажа" (утверждены "Главрессовхозстрой" от 18 апреля 1979г.), "Рекомендации по режиму откачек системы вертикального дренажа Джетсайского района Чимкентской области КазССР" (утверждены ММВХ КазССР от 28 июля 1980г.), "Рекомендации по

улучшению мелиоративных режимов и режима откачек систем вертикального дренажа (Вабкентский, Бухарский и Каганский районы Бухарской области УзССР)", утверждены ММВХ УзССР от 3 сентября 1980г. Отмеченные "Рекомендации" включены в ведомственные планы внедрения новой техники ММВХ КазССР и отраслевой план ММВХ СССР соответственно на 1979-1981гг.

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения указанных выше "Рекомендаций" на общей площади 164,7 тыс.га с количеством скважин 783 шт. составляет 1121 тыс.рублей.

Производственное внедрение "Рекомендаций" по Пахтааральскому району Чимкентской области КазССР в 1980г. дало экономический эффект 278 тыс.рублей.

Указанные выше "Руководство" и "Рекомендации", разработанные с участием автора, на республиканском конкурсе в области науки и техники, посвященной 60-летию Великой Октябрьской социалистической революции, были удостоены III премии.

Предметом защиты являются:

общие принципы разработки режима откачек системы вертикального дренажа;

методика расчета режима откачек крупных систем вертикального дренажа;

методика расчета водных балансов с внутригодовым распределением нагрузки на дренаж различной обеспеченности;

методика корректирования режима откачек системы с учетом изменения погодных и гидрогеолого-почвенно-мелиоративных условий и технического состояния гидромелиоративных систем;

экономическое обоснование корректирования режима откачек системы вертикального дренажа.

Апробация и публикации. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на Ученом Совете секции мелиорации орошаемых земель САНИИРИ в 1975-1980гг., двух республиканских научно-технических конференциях молодых ученых и специалистов водного хозяйства УзССР (Ташкент, 1973 и 1976гг.) и IV Всесоюзном совещании мелиоративной гидрогеологии, инженерной геологии и мелиоративному почвоведению (Ашхабад, 1980г.).

Результаты исследований изменчивости водного баланса орошаемых дренированных земель и методика учета его при проектировании дренажа и режима откачек доложены и получили одобрение на семинаре отдела мелиоративной гидрогеологии ВНИИГиЛ в феврале 1979г.

По теме диссертации опубликованы восемь научных статей, в

том числе одно "Руководство".

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, акта внедрения и других документов о практическом использовании научных результатов работы, приложений и списка литературы. Она содержит 136 страниц машинописного текста, 23 рисунка, 41 таблицу в тексте и 26 страниц приложения.

В первой главе приводится анализ современного состояния проектирования, планирования и практической реализации режима откачек СВД. Дается критический анализ материалов проектов СВД, реализованных на территории Узбекистана и Казахской части Голодной степи, результатов опытно-производственных исследований САНИИРИ мелиоративной эффективности вертикального дренажа в различных гидрогеолого-почвенных условиях, режимов откачек, рекомендованных для этих локальных систем (Р.А.Алимов, Н.М.Решеткина, А.А.Рачинский, Х.И.Якубов, А.У.Усманов, В.А.Барон, Х.А.Кадиров, Г.В.Еременко, Л.Л.Корелис и др.) многолетних фактических режимов откачек действующих крупных систем, а также изученность данного вопроса в отечественных и зарубежных литературных источниках.

На основании такого анализа выявлены основные факторы, обуславливающие режимы откачек. При составлении рекомендаций по режиму откачек для локальных систем в принципе правильно подошли к его назначению: учитывались гидрогеологические и гидрометеорологические условия работы скважин, выявлена необходимость создания емкости в почвогрунтах в целях ускорения темпов их рассоления и др.

Однако, все эти рекомендованные режимы применимы лишь для конкретных локальных систем и неприемлемы при эксплуатации крупных систем.

Анализ показал, что режим откачек на крупных системах в некоторых случаях проводится нерационально, без учета изменения всех режимообразующих факторов, из-за чего наблюдается подъем уровня грунтовых вод, рост минерализации, реставрация засоления почв, снижение урожайности, увеличение оросительных норм за счет излишнего понижения уровня грунтовых вод, замкнутый солевой баланс.

Во второй главе излагаются установленные нами принципы назначения и методика расчета режима откачек СВД.

Под режимом откачек систем вертикального дренажа понимается внутригодичное распределение объемов отбора подземных вод обеспечивающее в комплексе с другими мероприятиями оптимальные мелиоративные режимы почв.

Анализ опыта эксплуатации крупных действующих СВД, располо-

женных в различных природно-хозяйственных условиях, позволил сформулировать следующие принципиальные положения для проектирования режима откачек:

- определение назначения системы;
- обеспечение осуществления заданного мелиоративного режима с учетом необходимости создания свободной емкости в почвогрунтах перед промывками земель и сработки их запасов после их проведения;
- необходимость учета закономерностей природно-хозяйственных условий, присущих рассматриваемой территории, а также требований проектирования, принимаемыми в расчеты внутригодовыми распределениями и сочетаниями элементов водного баланса;
- проверка условия соответствия нагрузки на дренаж пропускной способности покровного мелкозема;
- оценка и учет эксплуатационной надежности систем и возможности проведения ремонтно-восстановительных работ;
- корректирование режима откачек с учетом изменений природно-хозяйственных условий и комплекса применяемых мелиоративных мероприятий;
- необходимость производства откачки из скважин при оптимальном понижении динамического в них уровня;
- учет требований к охране окружающей среды и рациональному использованию водно-земельных ресурсов.

Автор, основываясь на изложенных выше принципах, разработал методику расчета режима откачек СВД, согласно которой внутригодичное распределение объемов отбора подземных вод по месяцам устанавливается исходя из оптимальных параметров намечаемого мелиоративного режима.

Понятие "мелиоративный режим" было введено в мелиорацию и наиболее полно раскрыто Н.М.Решеткиной и А.А.Рачинским, далее развито А.И.Головановым, И.П.Айдаровым, Л.М.Рексом, В.А.Духовным, Х.И.Якубовым и др. По Н.М.Решеткиной, цель проектного мелиоративного режима - формирование и поддержание наиболее выгодного почвообразовательного процесса, который под воздействием гидромелиоративных, химических, агротехнических и прочих мероприятий обеспечит получение максимальных урожаев сельскохозяйственных культур при наименьших затратах воды и труда.

В работе на основании обобщения многолетних опытно-производственных исследований САНИИРИ и региональных исследований автора мелиоративной эффективности СВД в различных природно-хозяйственных

условиях Узбекистана и Южного Казахстана приводятся рекомендуемые мелиоративные режимы для обоснования режимов откачек.

Типы мелиоративных режимов назначены в зависимости от геоморфологической структуры территории, почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий со следующими параметрами:

глубинами грунтовых вод в характерные периоды года;
долей водопотребления сельскохозяйственных культур, покрываемой за счет грунтовых вод;

отношением оттока из покровного мелкозема к водозабору;

превышением водоподдачи на поле над эвапотранспирацией.

Количество одновременно работающих скважин и продолжительность их работы в месячном и годовом разрезе устанавливаются с учетом эксплуатационной надежности системы.

В работе впервые затронут вопрос надежности СВД и подсчитаны некоторые характеристики эксплуатационной надежности существующих систем в Средней Азии, которые необходимо учитывать при разработке режима откачек.

Отчетные данные эксплуатационных служб позволяют установить следующие характеристики эксплуатационной надежности:

- коэффициент использования рабочего времени системы (КИРВС), приближенно характеризует вероятность безотказной работы ее (P_t):

$$P_t = \text{КИРВС} = \frac{T_{\text{факт}}}{T_{\text{калл}}} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_i}{n \cdot t_{\text{калл}}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n \cdot t_{\text{калл}}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{факт}}$, $T_{\text{калл}}$ - фактическое и календарное время работы системы; t_i - время работы отдельной скважины; $t_{\text{калл}}$ - количество суток (часов) в данном месяце; n - количество скважин;

- вероятность отказов системы численно равна

$$Q_{(t)} = 1 - \text{КИРВС} \quad (2)$$

- среднее время безотказной работы одной скважины в течение месяца

$$t_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (3)$$

Практика показала, что установленного в "Инструкции" и "Руководстве" КИРВС = 0,85-0,90 нельзя добиться на крупных системах даже при высокой обеспеченности эксплуатационных организаций материально-техническими ресурсами. В настоящее время КИРВС крупных систем, эксплуатируемых в различных районах Средней Азии, изменяется от 0,35 до 0,60. При этом большие значения КИРВС относятся к системам, расположенным в районах, где каптируемые горизонты

представлены гравийными отложениями, а меньшие имеют системы построенные в мелко- и тонкозернистых песчаных отложениях. В этих условиях часто выходит из строя насосно-силовое оборудование и является фильтровой каркас, влияющий на снижение КИРВС.

Однако изменчивость КИРВС, обусловливаемая различием природно-хозяйственных условий и техническим состоянием самих скважин, не учитывается при планировании материально-технических ресурсов эксплуатационными организациями.

При планировании режима откачек существующих СВД максимальное значение КИРВС рекомендуется принимать, исходя из:

литологического строения и механического состава грунтов каптируемого горизонта;

технического уровня построенных скважин;

наличия обменного фонда насосов и мощности ремонтной базы УМС;

критических периодов и сезонов работы системы, определяемых его назначением и природно-хозяйственными условиями объектов с учетом данных табл. I.

Т а б л и ц а I

Характеристика эксплуатации системы	Грунт каптируемого пласта			
	галечник: гравий	крупнозернистый песок	среднезернистый песок	мелкозернистый песок
Рекомендуемый КИРВС	0,85-0,80	0,80-0,75	0,75-0,70	0,70-0,65
				0,65-0,60
				0,60-0,55

При соблюдении всех норм строительства систем вертикального дренажа КИРВС в критические периоды работы (период промывки и обильных осадков) независимо от мехсостава каптируемого горизонта, необходимо довести до 0,85, снижая величину его в остальные периоды года.

В предлагаемой методике для учета многолетней внутригодовой изменчивости водного баланса расчет режима откачек на староорошаемых землях, имеющих в наличии многолетние исходные данные (более 10 лет), рекомендуется составлять на годы малой, средней и большой обеспеченности нагрузки на дренаж (методика расчета водных балансов с внутригодовым распределением нагрузки на дренаж заданной обеспеченности приводится ниже). При коротком же ряде наблюдений в расчет следует принимать внутригодовое распределение и сочетание элементов водного баланса реального года, близкого по

нагрузке к среднемуголетнему. При составлении новых проектов мелиорации и отсутствии наблюдений за водным балансом объекта необходимо составлять расчетные водные балансы за многолетие на основании данных метеостанций и гидрогеологических служб.

Для года определенной обеспеченности нагрузки на дренаж расчет режима откачек с учетом изложенных ранее положений производится в следующей последовательности:

- имея заданную глубину грунтовых вод в начале сева хлопчатника или другой культуры, определяют глубины грунтовых вод на предыдущие месяцы, перед промывными поливами, а также соответствующие объемы откачек;

- далее расчет ведется на последующие месяцы от начала сева.

За основу снова принимается исходная глубина грунтовых вод в начале сева; при этом одновременно проверяется соблюдение требований к режиму уровня грунтовых вод в период вегетации и после завершения массовых поливов в соответствии с принятым мелиоративным режимом. В то же время необходимо исходить из условия, что в критические периоды КИРВС должен быть наибольшим;

- на основе ранее определенной глубины грунтовых вод перед промывками и глубины, полученной на конец вегетации, подбором, маневрируя объемами откачек, добиваются их совпадения, в этот период основным требованием является создание свободной емкости в почвогрунтах перед промывными поливами.

Прогноз глубин грунтовых вод в начале и конце расчетных периодов, а также соответствующих объемов отбора подземных вод производится с использованием уравнений общего водного баланса или грунтовых вод. Проверка обеспечения СВД с известной эксплуатационной надежностью сработки нагрузки на дренаж, приходящейся на рассматриваемые периоды, выполняется из условия

$$Q_0 = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \text{КИРВС} \cdot t_i \quad (4)$$

где Q_0 - объем откачек системы; n - число скважин в системе; q_i - средний расход отдельной скважины; t_i - время работы отдельной скважины;

- далее необходимо укомплектовать режим откачек с учетом КИРВС во внутригодовом разрезе, исходя из необходимости выполнения некоторых дополнительных мелиоративных операций (прерывистая откачка в определенных гидрогеологических условиях для лучшего вымыва солей, использование откачиваемых вод на орошение и т.п.), а также

сроков ремонтно-восстановительных работ;

- при слабой проницаемости покровного мелкозема, на основании результатов расчета глубин грунтовых вод и оттоков из покровного мелкозема, производится проверка его пропускной способности. Пьезометрические уровни рассчитываются, исходя из нагрузки на дренаж, определенной решением балансовых уравнений, а также гидрогеологических параметров.

Для наиболее характерных районов рассматриваемого региона с применением вертикального дренажа, представленных двухслойным строением пласта, можно использовать решение В.М.Шестакова:

$$h = h_c + \frac{Q_{\text{покр}} \cdot R}{2k_{\phi}^s \cdot m^s} \left(\ln \frac{R}{r_c} - 0.5 \right), \quad (5)$$

где h_c - уровень воды в скважине; $Q_{\text{покр}}$ - отток грунтовых вод из покровного мелкозема в каптируемый горизонт; R - радиус влияния; k_{ϕ}^s - коэффициент фильтрации покровного мелкозема; m^s - мощность покровного мелкозема; r_c - радиус скважины.

- далее, исходя из полученных пьезометрических уровней, рассчитываются величины перетекания по формуле Дарси, которая в общем виде записывается так:

$$Q_{\text{докр}} = k_{\phi}^s (J_n + J) \cdot F \cdot t = k_{\phi}^s \left(J_n + \frac{H - h}{m^s - H} \right) \cdot F \cdot t \quad (6)$$

здесь: J_n - начальный гидравлический градиент; J - гидравлический градиент; F - расчетная площадь; t - расчетное время.

Эти величины сопоставляются с оттоком из покровного мелкозема, определенным решением уравнения водного баланса. Положения грунтовых вод, соответствующие полученным пьезометрическим уровням, оцениваются по формуле

$$H = h + Q_{\text{покр}} \frac{m^s}{k_{\phi}^s} \quad (7)$$

В случае, если потребный отток грунтовых вод из покровного мелкозема не обеспечивается, необходимо изменить режим откачек СВД или увеличить количество скважин на массиве;

- на основании полученного внутригодового распределения и сочетания элементов водного баланса, а также режима уровня грунтовых вод производится прогнозный расчет солевого режима почвогрунтов зоны аэрации и покровного мелкозема балансовым методом. Если результаты расчетов обеспечивают благоприятный солевой режим, то полученные параметры считаются окончательными и расчет режима откачек завершается, а в противном случае производится перерасчет с изменением режима откачек, грунтовых вод с учетом изменения водопада;

- на основании укомплектованного режима откачек составляется план-график работы системы вертикального дренажа на календарный год, где для каждого месяца указывается:

- количество одновременно работающих скважин;
- потребные объемы откачек;
- коэффициент использования рабочего времени системы (КИРВС);
- продолжительность работы системы;
- глубина залегания уровня грунтовых вод;
- глубина уровня напорных вод.

В работе по разработанной методике для опытно-производственной системы (ОПС) вертикального дренажа в совхозе "Пахтаарал" произведен расчет режима откачек с учетом соответствующего комплекса мелиоративных и агротехнических мероприятий, обеспечивающий оптимальный мелиоративный режим почв.

В третьей главе рассматривается изменчивость водного баланса орошаемых земель и учет его при проектировании дренажа. В работах В.Ф.Шебеко, А.И.Мурашко, А.Л.Лукина, С.И.Шкинника, П.Б.Свищалина и др. приводятся данные, характеризующие изменчивость дренажного стока при осушительных мелиорациях, и рекомендации по ее учету.

Автором впервые исследована многолетняя и внутригодовая изменчивость водного баланса орошаемых земель при установившихся организационно-хозяйственных условиях, дренированных различными типами дренажа:

- вертикального - водные балансы ОПС совхоза "Пахтаарал" в Голодной степи (продолжительность наблюдений 12 лет по месяцам),
- горизонтального закрытого - балансы колхоза "Большевик" Алтайского района Ферганской области (данные за 13 лет по месяцам);
- динамика среднегодовых величин дренажного модуля закрытого горизонтального дренажа на ЦОМС в Голодной степи за 24 года;
- динамика дренажного модуля при осушительных мелиорациях в Земгалльской низменности за 13 лет и в условиях западной зоны Литовской ССР за 9 лет.

Исследования показали, что многолетние колебания дренажного модуля (нагрузка на дренаж) и других элементов водного баланса следует рассматривать, как независимые случайные величины (коэффициент корреляции между значениями смежных лет и сезонов изменяется от 0,06 - до 0,68) и для их изучения применять методы теории вероятности.

Вычисленные статистические характеристики годовых и сезонных

величин элементов водного баланса (в том числе и дренажного модуля) и построенные эмпирические кривые обеспеченности их модульных коэффициентов (рис. 1, 2) показали их существенную изменчивость как за многолетие, так и во внутригодовом разрезе (коэффициент вариации сезонных и годовых значений изменяется от 1,0 до 6,1).

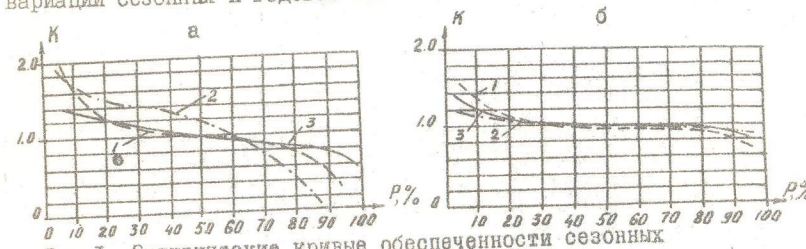


Рис. 1. Эмпирические кривые обеспеченности сезонных значений дренажного модуля:
а - ОПС в совхозе "Пахтаарал" (1-октябрь-январь; 2-февраль-май; 3-июнь-сентябрь);
б - ОПС в колхозе "Большевик" (1-январь-апрель; 2-май-сентябрь; 3-октябрь-декабрь).

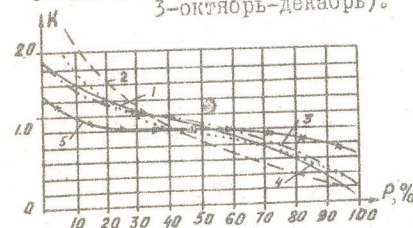


Рис. 2. Эмпирические кривые обеспеченности годовых значений дренажного модуля по различным объектам: 1-Земгалльская низменность; 2-Западная зона Лит.ССР; 3-ЦОМС; 4-совхоз "Пахтаарал"; 5-ОПС в колхозе "Большевик".

Однако указанное обстоятельство обычно не принимается во внимание в проектах мелиорации ни на староорошаемых землях, ни на вновь осваиваемых.

В лучшем случае водность года учитывается в нагрузке на дренаж введением произвольного коэффициента или принимаются величины, рассчитанные по среднемугодовым элементам водного баланса, что не соответствует 50%-ной обеспеченности. Дело в том, что при равно обеспеченных составляющих элементах водного баланса обеспеченность результирующей (нагрузки на дренаж), как показывают фактические данные, получается существенно иной (табл. 2).

Указанный факт подтвержден и теоретическими исследованиями при рассмотрении балансового уравнения в упрощенном виде, $D = P - R$ где в общем случае функциональной связи между этими величинами нет (здесь D - нагрузка на дренаж; P - приходная; R - расходная часть баланса). Для разности двух величин с коррелятивной связью математическим решением получены отношения коэффициентов вариации

Таблица 2

Сопоставление равнообеспеченных значений дренажного модуля при одинаковой обеспеченности составляющих элементов водного баланса (D_p) и фактических (D_{ϕ})

$P, \%$	$D_p, \text{м}^3/\text{га}$	$D_{\phi}, \text{м}^3/\text{га}$	$D_p - D_{\phi}, \text{м}^3/\text{га}$	$\delta = \frac{D_p - D_{\phi}}{D_{\phi}}, \%$
ОПС вертикального дренажа в совхозе "Пахтаарал"				
5,6	6484	6959	-475	6,8
13,7	5243	4762	+481	10,1
46,0	3236	3654	-418	11,4
62,1	2575	3128	-553	17,7
70,7	2303	2688	-386	14,4
78,1	2301	1875	+427	22,8
86,4	1994	1545	+440	28,5
94,4	2416	1429	+967	69,1
ОПС закрытого горизонтального дренажа в колхозе "Большевик"				
5,2	11639	9768	+1871	19,1
12,7	8809	8350	+459	5,5
27,6	8326	7781	+545	7,0
42,6	7655	7243	+412	5,7
50,0	7610	7205	+405	5,6
72,4	6707	7191	-484	6,7
72,8	5850	6887	-1037	15,0
94,8	2341	6387	-4042	63,0

разности равнообеспеченных величин Π и P к коэффициенту вариации результирующей ($\frac{CV_{\Pi-P}}{CV_{\Sigma}}$) от отношения среднеквадратических отклонений $\frac{\sigma_P}{\sigma_{\Sigma}}$ и коэффициента корреляции между ними $r_{\Pi P}$.

На основании полученной зависимости построен график (рис. 3), из которого видно, что $\frac{CV_{\Pi-P}}{CV_{\Sigma}}$ быстро уменьшается с уменьшением $r_{\Pi P}$ и темпы его пропорциональны возрастанию $\frac{\sigma_P}{\sigma_{\Sigma}}$.

При уравнивании водного баланса с большим числом элементов обеспеченность результирующей будет отличаться от алгебраической суммы слагаемых еще резче.

В работе рассмотрены также вопросы расчетного обоснования внутригодового распределения нагрузки на дренаж и составляющих его элементов водного баланса, имеющие важное значение для разработки режима откачек прогноза водно-солевого режима и которые не учитываются в методических руководствах, хотя их внутригодовая

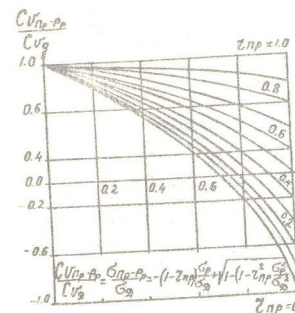


Рис. 3. График зависимости отношения коэффициентов вариации разности равнообеспеченных величин приходной (Π) и расходной (P) частей баланса и результирующей величины баланса (Σ) от отношения среднеквадратических отклонений расходной (P) и результирующей величины баланса.

изменчивость еще больше.

На примере фактических данных и теоретических положений обоснована возможность составления внутригодового распределения объемов отбора подземных вод заданной обеспеченности методом компоновки, аналогично речному стоку. Однако при мелиоративных расчетах дополнительно необходимо знать и соответствующие им сочетания слагаемых элементов водного баланса, а также учитывать ряд специфических особенностей мелиорации земель и эксплуатации гидромелиоративных систем.

В связи со сказанным предлагается методика расчета составляющих элементов водного баланса, соответствующих внутригодовому распределению объема отбора подземных вод заданной обеспеченности. При расчете слагающих элементов водного баланса во внутригодовом разрезе обеспеченность Π и D за каждый месяц принимается одинаковой, а P определяется как разность ($P = \Pi - D$). Распределение сочетания слагающих элементов в Π и P рекомендуется определять использованием их относительного распределения за каждый месяц для различных градаций обеспеченности (малой, средней и большой).

Далее с использованием разработанной методики расчета водных балансов с внутригодовым распределением объемов отбора подземных вод различной обеспеченности проведены исследования изменчивости водного баланса ОПС вертикального дренажа в совхозе "Пахтаарал".

Разработанная методика расчета позволяет более обоснованно определять потребную мощность дренажа и назначать режим откачек систем вертикального дренажа.

Согласно действующей "Инструкции по проектированию ороситель-

ных систем, часть VIII, Дренаж на орошаемых землях, система вертикального дренажа должна рассчитываться на среднегодовую нагрузку, а система горизонтального дренажа - на средневегетационную. Неучет многолетней и внутригодовой изменчивости нагрузки на дренаж (которая, как показывают результаты исследований, имеет существенное значение) может привести к занижению мощности дренажа, и он не сработает на нагрузку, приходящуюся на критический период и в годы малой обеспеченности, как это видно на примере фактических данных ОПС в совхозе "Пахтаарал" по табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Р, %: Расчет согласно "Инструкции по Расчет по Рекомендуемой"						
проектированию оросит. - методике						
суммарная нагрузка за год, м ³ /га	нагрузка в среднем за месяц, м ³ /га	необходимое количество скважин при КИРВС = 0,7 и q скв. = 50 л/с	Суммарная нагрузка за критич. период, м ³ /га	нагрузка в среднем за месяц, м ³ /га	необходимое количество скважин при КИРВС = 0,7 и q скв. = 50 л/с	
50	3423	285	23	2927	366	32
95	1475	123	11	1475	184	16

В связи со сказанным потребную мощность дренажа орошаемых земель необходимо определять исходя из нагрузки оптимальной обеспеченности, аналогично тому, как это рекомендуется для осушительных систем.

При определении мощности вертикального дренажа необходимо учитывать режим его откачек.

На основании исследования изменчивости водного баланса и проведения с использованием ее результатов оптимизационных расчетов по выражению

$$\bar{S} = KE_n + U_z + U_{с/х} + U_{ор} \rightarrow \min \quad (8)$$

(где $\bar{S}$ - суммарные приведенные затраты за год; K - капитальные вложения на строительство дренажной системы; U_z - издержки на эксплуатацию дренажа за год; $U_{с/х}$ - ущерб от недобора урожая в год определенной обеспеченности объема отбора подземных вод; $U_{ор}$ - затраты на дополнительный водозабор для промывок земель) дана методика определения внутригодового распределения объемов отбора подземных вод оптимальной обеспеченности и соответствующей мощности дренажа на орошаемых землях.

В связи с тем, что при составлении проектов мелиорации вновь

осваиваемых земель зачастую наблюдения за водным балансом отсутствуют, в работе приводится последовательность расчета оптимальной мощности системы вертикального дренажа с учетом его режима откачек на основе составления водных балансов по данным метеонаблюдений и последующей их статистической обработки.

Глава IV посвящена разработке одного из наиболее важных вопросов при эксплуатации СВД - корректированию режима откачек и его технико-экономическому обоснованию. Необходимость корректирования обусловлена: расхождением фактических значений расчетных величин от принятых в проекте (гидрогеологических параметров, литологического строения, режима вододачи и др.); изменением природно-хозяйственных условий, происходящим ежегодно на объектах мелиораций (мелиоративного состояния земель, состава сельхозкультур, фактических площадей сева, гидрометеорологических факторов) и технического состояния самих скважин и сооружений на сети (старение скважин и снижение дебита, отказы насосно-силового оборудования); совершенствованием технического уровня гидромелиоративных систем.

В зависимости от условия и степени воздействия указанных факторов на мелиоративный процесс выделены следующие виды корректирования: оперативное, плановое, по результатам оценки мелиоративного состояния земель, с учетом реконструкции оросительной системы и снижения дебита скважин. В связи с тем, что корректирование режима откачек должно производиться эксплуатационными службами и учитывая ее возможности, в диссертации рекомендуется методика расчета корректирования, основанная на прогнозных водных балансах.

Оперативное корректирование предполагает непосредственное изменение режима откачек отдельных скважин при резком отклонении уровня грунтовых вод от расчетных в зоне их влияния из-за отключения электроэнергии, аварии на скважинах, оросительной сети и т.д.

При плановом корректировании в конце каждого месяца эксплуатационный штат по материалам наблюдений за мелиоративным состоянием земель, режимом вододачи и работой дренажных систем составляет общий водный баланс мелиорируемой территории, а также зоны аэрации орошаемой площади "нетто".

Эти балансы сопоставляются с оптимальными (проектными) и далее, с учетом прогнозных метеорологических условий на предстоящий месяц (атмосферные осадки, среднемесячная температура воздуха и др., использованием которых устанавливается эвапотранспирация), а также возможных изменений в водоподаче, в комплексе агротехнических мероприятий рассчитываются соответствующие прогнозные вод-

ние балансы.

Использование предложенной методики расчета в работе показано на примере планового корректирования режима откачек системы вертикального дренажа Шахтаральского района с количеством скважин $n = 262$ на площади 58230 га.

В таблице 4 показан расчет планового корректирования на февраль 1980г. с учетом сложившихся условий в январе, из которой следует, что в феврале система должна работать более напряженно, чем по проекту, так как к концу месяца ожидается некоторый подъем грунтовых вод (до 1,93 м против оптимального 2,03).

Необходимо, чтобы водообмен между грунтовыми водами и зоной аэрации в откорректированном водном балансе был близок к оптимальному (проектному). В случае больших различий их следует сбалансировать в последующие месяцы и в годовом разрезе.

Среди выделенных видов особое место занимает корректирование режима откачек СВД на основе периодической оценки мелиоративного состояния земель, комплекса мелиоративных мероприятий и технического состояния скважин. Необходимость этого связана с тем, что указанные факторы подвержены изменениям как внутри-годовым, так и в многолетнем разрезе.

В связи со сказанным, разработана методика расчета корректирования режима откачек на основании учета динамичности гидрогеолого-почвенно-мелиоративных процессов, определяющих необходимость изменения мелиоративного комплекса (анализ фактических режимов грунтовых вод, засоленности почв, режимов орошения, норм промывок, общих и частных водно-солевых балансов и урожайности сельскохозяйственных культур) и прогнозных расчетов водно-солевых балансов, обосновывающих создание на орошаемых землях оптимального водно-солевого режима почв.

Для установления направленности процесса в начальные периоды рассоления почв оценку мелиоративного состояния следует производить ежегодно, а в эксплуатационный период через 3-5 лет.

Целесообразность и экономическая эффективность от корректирования режима откачек СВД и других составляющих мелиоративного комплекса определяется сопоставлением эффекта и затрат по выражению:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta \text{СВП}_x + \Delta \text{СВП}_n - \Delta \text{У}_{с/х} \pm \Delta \text{У}_{ор} \pm \Delta \text{У}_z, \quad (9)$$

где $\Delta \mathcal{E}$ - годовой экономический эффект; $\Delta \text{СВП}_x$ - стоимость дополнительной валовой продукции хлопчатника; $\Delta \text{СВП}_n$ - то же прочих культур;

$\Delta \text{У}_{с/х}$ - издержки сельского хозяйства на получение дополнительной продукции за счет улучшения состояния земель; $\Delta \text{У}_{ор}$ - издержки

Таблица 4

Расчет планового корректирования режима откачек (Шахтаральский район, февраль 1980г.)
Общий водный баланс на мелиорируемую территорию

Месяц	Баланс	Q_c	β	Элементы баланса, м ³ /га	$E_{гн}$	$Q_{гн}$	C	Итого	ΔW	$H_{гн}$	$H_{кн}$	$H_{ср}$
I	Проектный	380	1160	105	70	495	38	603	1042	2,45	1,9	2,17
	Фактический	371	1530	105	120	385	140	645	1361	2,65	1,95	2,23
II	Проектный	320	-	-	320	95	448	-	543	-223	1,9	2,03
	Откорректи.	700	-	-	700	110	557	-	667	+33	1,93	1,94

Баланс зоны аэрации орошаемого поля

Месяц	Баланс	ΔW	Q_c	$Q_{гн}$	$C_{гн}$	$E_{гн}$	$\pm g$
I	Проектный	+492	380	732	49	70	-501
	Фактический	+691	371	966	100	120	-426
II	Проектный	-93	320	-	-	95	-318
	Откоррек.	+13	700	-	-	110	-577

Примечание. O_c - атмосферные осадки; B - водоабор; $Q_{гн}$ - фильтрационные потери из магистрального канала им. Кирова; $E_{гн}$ - эвапотранспирация с мелиорируемой территорией; ΔW - объем откачек СВД; C - суммарные соросы иригационных вод; ΔW - общее изменение запасов влаги на территории; $H_{гн}$, $H_{кн}$, $H_{ср}$ - соответственно глубина грунтовых вод в начале, конце месяца и среднесуточная; $\Delta W_{гн}$ - изменение запасов влаги в зоне аэрации; $Q_{гн}$ - водоподача бурто на орошаемое поле; $C_{гн}$ - сороса с орошаемых полей; $E_{гн}$ - эвапотранспирация с орошаемого поля; $\pm g$ - водообмен между зоной аэрации и грунтовыми водами.

(экономия) на увеличение водозабора; ΔU_3 - дополнительные издержки (экономия) на эксплуатацию СВД.

В работе для корректирования режима откачек в рассматриваемом регионе на основании проверки и обобщения существующих эмпирических зависимостей даны формулы для случая определения расчетным путем водозабора на территорию и экономических расчетов.

Изложенная методика апробирована корректированием режима откачек по результатам оценки мелиоративного состояния земель ряда СВД в Узбекистане и Казахской части Голодной степи.

Оросительная сеть и организация территории на староорошаемых землях не отвечает современным требованиям сельского хозяйства. В связи с этим начаты работы по реконструкции гидромелиоративных систем, осуществление которой вызовет изменение режима орошения, норм промывок, техники полива, КЗИ, КПД оросительной системы, что требует создания на мелиорируемых землях других мелиоративных режимов, и что, в свою очередь, повлияет на режим откачек из СВД.

Для учета этих изменений также разработана методика корректирования режима откачек с учетом реконструкции оросительной сети:

- оценивается мелиоративное состояние земель;
- выбирается оптимальный мелиоративный режим с учетом количественных характеристик гидромелиоративной системы в условиях после реконструкции (КЗИ, КПД и т.п.);
- при принятых оптимальных параметрах мелиоративного режима и количественных характеристик оросительной сети уточняется мощность СВД и корректируется режим откачек.

Величину потребного объема отбора подземных вод дренажем за год при различных вариантах реконструкции рекомендуется определять из выражения

$$V = \frac{B(1 - \varphi_{mr} \cdot \varphi_{mx})}{\varphi_c \cdot \varphi_{гп}} + \frac{B(1 - \varphi_{гп})}{\varphi_{гп} \cdot \varphi_{гп}} + \frac{B}{\varphi_{гп} \cdot \varphi_{гп}} + Q_c - ET_m - C + (\Pi - Q), \quad (10)$$

где B - водоподача "нетто", отнесенная на мелиорируемую площадь; $(\Pi - Q)$ - разность между подземным притоком и оттоком;

$\varphi_{гп}$ - коэффициент полезного действия (КПД) техники полива (принимается по Н.Т.Лактаеву, 1978г.); $\varphi_{гп}$ - эксплуатационный КПД системы внутрихозяйственных каналов; φ_c - эксплуатационный КПД всей оросительной сети.

Параметры оптимального мелиоративного режима с учетом коли-

чественных характеристик гидромелиоративной системы определяются технико-экономическими расчетами, сравнением эффекта и затрат при реконструкции:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_f + \mathcal{E}_{op} + \mathcal{E}_{nt} - (EK_{op} + U_{op} + U_3), \quad (11)$$

где $\mathcal{E}_f$ - экономический эффект от прироста посевных площадей в результате реконструкции оросительной сети; $\mathcal{E}_{op}$ - эффект от экономии оросительной воды; $\mathcal{E}_{nt}$ - экономический эффект от роста производительности труда; E - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K_{op} - капитальные вложения на реконструкцию оросительной сети; U_3 - эксплуатационные издержки по системе дренажа; U_{op} - тоже по оросительной сети.

В работе произведено с использованием разработанной методики исследование изменчивости объемов отбора подземных вод при различных вариантах реконструкции крупной оросительной системы (Нахтааральский район, $F = 58230$ га). Результаты исследования включены в состав ТЭО реконструкции оросительной системы Нахтааральского района, разработанной Ташкентским отделением Союзгипро-рис.

Опыт эксплуатации показывает, что с увеличением срока службы происходит снижение дебита как пескующих, так и непескующих скважин.

В работе рассмотрены вопросы корректирования и технико-экономического обоснования режима откачек при снижении дебита скважин. Целесообразность корректирования рекомендуется устанавливать соизмерением затрат на увеличение продолжительности откачек, восстановление дебита скважин или затрат на их переобустройство с ущербом от недобора урожая сельскохозяйственных культур за счет ухудшения мелиоративного состояния земель.

ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

I. Режим откачек системы вертикального дренажа должен разрабатываться, исходя из назначения системы, природно-хозяйственных условий с учетом требований к охране окружающей среды и рациональному использованию водно-земельных ресурсов. При расчете режима откачек устанавливается рациональное внутригодичное распределение объемов отбора подземных вод в увязке с комплексом мелиоративных и агротехнических мероприятий для создания оптимального мелиоративного режима почв, а также с эксплуатационной надежностью системы вертикального дренажа, сроками проведения ремонтно-восстановительных работ.

2. Режим откачек необходимо рассчитывать для систем скважин, расположенных в пределах одного административного района, так как по этому признаку организована служба эксплуатации систем вертикального дренажа и контроль за мелиоративным состоянием земель. Основным методом расчета режима откачек рекомендуется балансовый метод, так как обслуживаемая системой территория характеризуется весьма неоднородными условиями, сложной и разнообразной гидравлической связью поверхностных и подземных вод, часто меняющимися хозяйственными условиями и, кроме того, для расчета режима откачек в большинстве случаев единственным источником исходной информации являются данные наблюдений эксплуатационных служб и гидрогеологической режимной станции. При обосновании режима откачек балансовые расчеты необходимо производить в разрезе месяцев.

3. Анализом результатов многолетних исследований водного баланса орошаемых земель с различными типами дренажа и в различных гидрогеолого-почвенно-климатических условиях выявлена его существенная изменчивость даже при установившихся ирригационно-хозяйственных условиях как за многолетие, так и внутри года. Это необходимо учитывать в прогнозных расчетах водносолевого режима орошаемых земель, в определении проектной мощности дренажа, разработке режима откачек систем вертикального дренажа, оценка эксплуатационных запасов подземных вод и др.

4. Установлена возможность составления внутригодового распределения нагрузки на дренаж заданной обеспеченности методом компоновки аналогично речному стоку. Однако при мелиоративных расчетах необходимо определить соответствующие сочетания составляющих элементов водного баланса, а также учитывать ряд специфических особенностей — мелиорации земель и эксплуатации гидромелиоративных систем. В связи с этим обоснована теоретическими положениями и разработана методика расчета водных балансов с внутригодовым распределением нагрузки на дренаж заданной обеспеченности. Режим откачек следует рассчитывать на годы с внутригодовым распределением нагрузки на дренаж малой, средней и большой обеспеченности.

5. В действующей "Инструкции" при определении мощности системы вертикального дренажа не учитывается изменчивость водного баланса орошаемых земель, режим откачек и эксплуатационная надежность системы. В связи с этим разработана методика расчета потребной мощности дренажа на основании водных балансов с внут-

ригодовым распределением объема отбора подземных вод оптимальной обеспеченности.

6. Режим откачек систем вертикального дренажа нуждается в систематическом корректировании, в связи с возможным расхождением фактических значений расчетных величин от принятых в проекте, динамичностью гидрогеолого-почвенных процессов, изменением технического состояния самих скважин и сооружений, совершенствованием гидромелиоративных систем. В связи с этим разработаны методики корректирования и технико-экономических обоснований режима откачек по следующим выделенным видам корректирования: плановое, по результатам оценки мелиоративного состояния земель и практикуемого комплекса мелиоративных мероприятий, с учетом реконструкции оросительной сети и снижения дебита скважин.

При корректировании режима откачек по результатам оценки мелиоративного состояния земель и практикуемого комплекса мелиоративных мероприятий следует:

определить направление и темпы мелиоративных процессов;

при необходимости разработать рекомендации по их ускорению на основании прогнозных расчетов улучшения комплекса мелиоративных мероприятий;

Установить экономическую целесообразность корректирования сопоставлением эффекта от получения дополнительной сельскохозяйственной продукции (за счет улучшения мелиоративного состояния земель) с дополнительными капиталовложениями и затратами на улучшение режима работы и обслуживания системы вертикального дренажа.

При корректировании режима откачек с учетом реконструкции оросительной системы необходимо:

произвести оценку исходного мелиоративного состояния земель и оросительной сети;

установить оптимальные параметры выбранного типа мелиоративного режима и оросительной сети в условиях после реконструкции;

определить минимальное количество скважин и разработать их режим откачек с учетом изменчивости элементов водного баланса;

установить технико-экономическими расчетами целесообразность корректирования с учетом перечисленных факторов.

7. Изложенные в работе методический подход, принципы расчета и корректирование режима откачек могут быть использованы и в других регионах, где применяется вертикальный дренаж.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В РАБОТАХ:

1. К вопросу назначения режима откачек из систем скважин вертикального дренажа. - Тез. докл. республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов водного хозяйства, посвященной XXV съезду КПСС. Ташкент, 1976, с.39-40.

2. Методика корректирования режима откачек из систем скважин вертикального дренажа (соавторы Х.И. Якубов, А.У. Усманов). - Механизация хлопководства, 1976, № 10, с.10-12.

3. Пример корректирования режима откачек по системе вертикального дренажа (соавтор А.У. Усманов). - Механизация хлопководства, 1977, № 1, с.14-17.

4. Основные принципы разработки режима откачки системы вертикального дренажа в целях рационального использования водно-земельных ресурсов. - В кн: Актуальные проблемы охраны окружающей среды и рационального использования водно-земельных ресурсов. - Тез. докл. республиканской конференции. Ташкент, 1977, с. 144.

5. Руководство по проектированию режима работы систем вертикального дренажа для условий Средней Азии. ВТР-П-П-76 (участие в написании разделов - 1, 2, 3, 4, 6, 7, расчетные приложения 1, 2, 4). Ташкент, САНИИРИ, 1977.

6. Изменчивость элементов водного баланса орошаемых земель и их внутригодовое распределение (соавторы А.У. Усманов, В.Г. Насонов). - В кн: Сб. научн. тр. САНИИРИ, вып. 156, Инженерные мероприятия по борьбе с засолением орошаемых земель. Ташкент, 1978, с.29-50.

7. Основные принципы расчета внутригодового распределения водно-солевого баланса при обосновании дренажа (соавторы А.У. Усманов, В.Г. Насонов). - В кн: Сб. научн. тр. Средазгипроводхлопка, вып. 9, Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, 1978, с. 135-150.

8. Икрамов Р.К. Регулирование водно-солевого режима орошаемой территории откачками из систем вертикального дренажа. В кн: Методы борьбы с заболачиванием, засолением земель и предупреждение неблагоприятных инженерно-геологических процессов: Тез. докл. IV Всесоюзного совещания по мелиоративной гидрогеологии, инженерной геологии и мелиоративному почвоведению. Ашхабад, 20-23, октября 1980г. М., 1980, с. 67-70.

Р - 05303. Подписано в печать 12/XI-81г.

Заказ № 428. Тираж 100 экз. Объем 1.0 п.л.

г.Ташкент, САНИИРИ, Я.Коласа, 24