

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

На правах рукописи

ЯКУБОВ МУРАТ АДЫЛОВИЧ

УДК 631.67.036.4

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД НА ПОЧВЕННО-
МЕЛИОРАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ

(на примере Центральной Ферганы)

Специальность: 06.01.02 - мелиорация и орошаемое
земледелие

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент - 1988

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

Научный руководитель — кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник
А.У.УСМАНОВ

Официальные оппоненты: лауреат Государственной премии
УзССР им.Беруни, заслуженный ир-
ригатор Узбекской ССР, доктор
геолого-минералогических наук,
профессор Н.М.РЕШЕТКИНА

Заслуженный ирригатор УзССР, за-
служенный деятель науки ККАССР,
кандидат технических наук, профес-
сор Ф.М.РАХИМБАЕВ

Ведущее предприятие: Институт почвоведения и агрохимии
АН УзССР

Защита диссертации состоится " " 1988 г.
на заседании специализированного совета К.099.02.02 по при-
суждению ученых степеней Среднеазиатского ордена Трудового
Красного Знамени научно-исследовательского института иррига-
ции имени В.Д.Журина.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

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

Автореферат разослан " " 1988 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат сельскохозяйственных
наук

В.Г.ЛУНЕВ

- 3 -

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Для успешного решения поставленных XXVII съез-
дом КПСС задач в условиях Средней Азии необходимо увеличить водообе-
спеченность орошаемых земель, водные ресурсы которых находятся на
границе истощения. Одним из источников повышения водообеспеченности
и снижения роста минерализации и загрязненности речного стока явля-
ется использование коллекторно-дренажных вод в местах их формиро-
вания. Перспективным районом для повторного использования коллек-
торно-дренажного стока на орошение и промывки являются земли Цент-
ральной Ферганы, расположенные в верхнем течении р.Сырдарьи, где
формируется 10-12 км³/год слабоминерализованных коллекторно-дренаж-
ных вод, которые в настоящее время поступают в створ реки. Возврат-
ные воды, поступающие в Сырдарью, в пределах Ферганской долины не
только ухудшают качество оросительной воды, но и наносят определен-
ный ущерб сельскому хозяйству в районах среднего и нижнего течений
реки. Утилизация коллекторно-дренажной воды в пределах самой долины
является неотложной задачей водохозяйственного строительства. Одним
из основных направлений решения этой проблемы может служить проек-
тирование оросительных систем с использованием минерализованных
дренажных вод в местах их формирования.

Цель и основные задачи исследований заключаются в установлении
возможности длительного орошения дренажными водами с минерализацией
2-4 г/л в условиях вновь освоенных земель Центральной Ферганы на боль-
ших площадях и отработка методики проектирования мелиоративных сис-
тем с использованием стока дренажных вод.

Объект исследований. Исследования проводились на опытно-произ-
водственных участках (ОПУ), расположенных на вновь осваиваемых зем-
лях Кызылтепинского массива Центральной Ферганы.

Научная новизна работы:

1. Впервые в условиях аридной зоны установлена возможность дли-
тельного применения минерализованных дренажно-сбросных вод на оро-
шение на достаточно больших площадях.
2. Установлены закономерности изменения в содержании питатель-
ных элементов в поливной воде, почве, грунтовых и напорных водах и
в дренажном стоке. Выявлено, что при длительном использовании мине-
рализованных вод и промывном режиме орошения существенных измене-
ний в составе и содержании питательных веществ и гумуса в почве не
происходит.

3. На новоорошаемых землях различного механического состава установлены закономерности изменения гипса и качественного состава солей в почве, в элементах водного баланса, почвенном растворе и составе почвенно-поглощающего комплекса (ППК).

4. Выявлено, что на рассматриваемых землях при длительном использовании минерализованных вод на орошение не происходит снижения урожайности хлопчатника по сравнению с землями, орошаемыми пресной водой.

5. Разработана методика расчетного обоснования комплекса инженерно-мелиоративных мероприятий, обеспечивающих благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Практическая ценность работы заключается в установлении возможности длительного использования минерализованных дренажных вод с концентрацией 2-4 г/л на землях, подверженных засолению. При этом обеспечивается рассоление почв, снижение минерализации грунтовых и дренажных вод, получение плановых урожаев хлопчатника. Для рассматриваемых условий рекомендованы оптимальные значения параметров мелиоративного режима.

Основные результаты исследований использованы институтом "Средиземноморское водохранилище" при составлении "Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдарья".

Разработаны и внедрены "Мероприятия по борьбе с маловодьем и повышению водообеспеченности орошаемых земель с использованием коллекторно-дренажных вод Ферганской области в 1986 г." Годовой экономический эффект от внедрения составил 865,3 тыс. руб.

Разработки нашли практическое применение в водохозяйственных эксплуатационных организациях Ферганской области.

Основные положения, выдвигаемые к защите:

1. Закономерность изменения количественного и качественного состава солей в поливной, грунтовой и подземной водах, а также в дренажном стоке.

2. На почвах с повышенным содержанием гипса, характерным для большинства орошаемых земель Средней Азии, обеднения почв и ППК кальциевыми солями при длительном поливе минерализованной водой и промывном режиме орошения не происходит. Длительное орошение минерализованной водой и промывной режим орошения на рассматриваемых землях не влияют отрицательно на содержание питательных элементов и гумуса в почве, а также на урожайность сельскохозяйственных культур.

3. Методика расчетного обоснования комплекса инженерно-мелиоративных мероприятий, основанная на решении общих и частных водно-солевых балансов, обеспечивающих благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур.

4. Оптимальные параметры мелиоративного режима, установленные на основе результатов многолетних исследований на землях с идентичными условиями.

Апробация и публикации. Основные положения диссертационной работы освещены в Сборниках научных трудов СНИИРИ; доложены и получили одобрение на заседаниях Ученого Совета секции мелиорации орошаемых земель и водохозяйственных проблем СНИИРИ (1981-1986 гг.), на республиканских конференциях молодых ученых и специалистов (Ташкент, 1983 и Баку, 1985), а также на областной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов (Джамбул, 1982), УП юбилейной научно-технической конференции молодых специалистов института "Узгипроводхоз" (Ташкент, 1987).

По результатам исследований опубликованы 11 научных статей, в том числе изданы (в соавторстве) "Рекомендации по улучшению мелиоративных режимов откачек систем вертикального дренажа" и "Мероприятия по борьбе с маловодьем и повышению водообеспеченности орошаемых земель с использованием коллекторно-дренажных вод Ферганской области в 1986 г."

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, приложений, списка литературы. Материал диссертации изложен на 138 страницах машинописного текста, иллюстрирован 53 рисунками и 66 таблицами; приложения занимают 22 страницы. Список литературы имеет 150 наименований, в том числе и иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе на основании опубликованных работ и результатов собственных исследований дается подробный анализ природных условий Центральной Ферганы, где площадь вновь осваиваемых подверженных засолению земель составляет около 95 тыс. га. Рассматриваемый район характеризуется покатой слабоволнистой равниной, сложенной слоистыми аллювиально-пролювиальными отложениями; по естественной дренированности слабо и весьма слабодренирован с близким залеганием (1,5-2,5 м) минерализованных грунтовых вод.

Орошаемые земли данной территории расположены в концевых час-

тах Большого Андижанского канала и недостаточно обеспечены водой. В то же время здесь формируется значительный объем дренажно-обросных вод Ачикульской системы коллекторов с расходом 13-75 м³/с и высокой минерализацией - 1,6-5,0 г/л. Дренажные воды системы "Ачикуль" насыщены солями CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, MgSO_4 , Na_2SO_4 и NaCl , преобладают соли CaSO_4 , MgSO_4 и Na_2SO_4 . Соотношение токсичных и нетоксичных солей в дренажных водах удовлетворительное. Невысокая минерализация и большой объем стока обуславливают возможность использования их для орошения и промывок земель Центральной Ферганы, где почвы в основном сложены песчаными и супесчаными грунтами.

Во второй главе излагается изученность рассматриваемого вопроса, обоснование выбора объекта и методика проведения натурных исследований.

Теоретические и практические аспекты вопроса использования минерализованных вод для орошения и промывок освещены в работах А.Н.Костякова, В.А.Ковды, И.П.Айдарова, Н.И.Веригина, Н.М.Решеткиной, Н.Г.Минашиной, В.М.Шестакова, Д.Ф.Шульгина, В.А.Духовного, Х.И.Якубова, М.М.Сейидова, Х.Ф.Джафарова, А.У.Усманова, Т.П.Глухой и многих других.

Однако обзор опубликованных работ показывает, что большинство натурных исследований носит кратковременный характер (3-4 года), а это недостаточно для стабилизации почвенных процессов, кроме того почвенно-мелиоративные процессы мало увязаны с водно-солевым режимом. В рекомендациях не всегда учитывается наличие кальциевых солей и гипса, а также карбонатов в почве и оросительно-дренажных водах.

Поэтому на опытно-производственных участках (ОПУ) были проведены многолетние натурные исследования (1978-1986 гг.) по определению влияния длительного использования минерализованных вод на почвенно-мелиоративные процессы. Режимные наблюдения за изменением водно-физических свойств почв, грунтовых, напорных и дренажных вод, водопада, стока по КДС, содержания легкорастворимых солей в почвогрунтах, а также определения гидрогеологических и гидрохимических параметров, необходимых для балансовых расчетов, выполнены по общепринятым методикам ВНИИГиМ, САНИИРИ и СоюзНИИХИ. При анализе материалов применены методы математической статистики.

Ряд вопросов, связанных с региональной оценкой ресурсов воды, минерализации и качественного состава солей по крупным системам

коллекторов Центральной Ферганы, решался с привлечением результатов исследований на ключевых участках, а также данных Управления служб мелиорации.

В третьей главе приводятся результаты натурных исследований влияния длительного использования минерализованных вод на водно-солевой баланс и мелиоративные показатели.

ОПУ расположены на вновь освоенных землях Ахунбабаевского и Бувайдинского районов Ферганской области. Общая площадь ОПУ-1 101,8 га, площадь нетто 94,3 га. Земли орошаются дренажной водой; построена открытая коллекторно-дренажная сеть (КДС) удельной протяженностью 45 м/га и глубиной заложения дрен 2,5-3,0 м; коллекторов 3,0-4,0 м.

Общая площадь ОПУ-2 97 га и 80,7 га нетто, находится он на расстоянии 300-500 м от ОПУ-1. Земли поливаются речной водой с минерализацией 0,5-0,9 г/л. На участке построен закрытый горизонтальный дренаж удельной протяженностью 40 м/га и глубиной 2,5-3,0 м, глубина открытой коллекторной сети 3,0-4,0 м.

Литологическое строение ОПУ представлено до глубины 20 м переслаиваниями суглинков, глин, супесей и песков. Коэффициенты фильтрации (K_f) покровного мелкозема, рассчитанные по данным натурных наблюдений, составляют для песков и супесей 1,0-2,0, легких и средних суглинков 0,28-0,8; тяжелых суглинков и глин 0,01-0,07 м/сут.

Средневзвешенная величина наименьшей влагоемкости (НВ) трехметрового слоя почвогрунтов равна 23,0 % от массы почв на ОПУ-1 и 21,9 % на ОПУ-2. Водоотдача составляет 0,11 и 0,12; плотность грунта 1,51 и 1,49 т/м³; пористость 45,1 и 44,8 % соответственно по двум ОПУ.

Доля хлопчатника - основной севооборотной культуры - на ОПУ-1 составляла 53-69 %, на ОПУ-2 - 48-64 %. На ОПУ-1 полив сельскохозяйственных и промывка земель с момента освоения производится только дренажно-обросной водой, со средней минерализацией 2,0-4,4 г/л. По химическому составу используемая дренажная вода относится к сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатному типу, а по качеству она пригодна к использованию на орошение.

Исходное мелиоративное состояние ОПУ в начале освоения (1977 г.) характеризовалось:

близким залеганием (1,0-1,8 м) минерализованных грунтовых вод и напорностью подземных вод - $\Delta h = + (0,01-0,08 \text{ м})$; высокой минерализацией грунтовых вод: 5-45 г/л на ОПУ-1 и

5-38 г/л на ОПУ-2.

высокой минерализацией коллекторно-дренажного стока: 4,7-10 г/л (средняя - 5,5 г/л) на ОПУ-1 и 5,9-10 г/л ($M_{cp} = 6,9$ г/л) на ОПУ-2;

низкой урожайностью хлопчатника - 9,2 ц/га на ОПУ-1 и 7,9 ц/га на ОПУ-2.

В период вегетации на ОПУ-1 было проведено 5-7 поливов нормой 660-2000 м³/га (нетто), а на ОПУ-2 5-6 поливов нормой 580-2100 м³/га (нетто). Средневзвешенная оросительная норма (нетто) на I комплексный гектар составляет 7650-10807 м³/га на ОПУ-1 (за вегетацию 5930-7950 м³/га) и 8484-11499 м³/га на ОПУ-2 (за вегетацию 6840-8920 м³/га). Нормы осенне-зимних промывок изменялись в пределах 2000-3400 м³/га.

За период исследований на обоих ОПУ водно-солевой баланс складывался отрицательным. Отношение водоподачи вместе с осадками к суммарному испарению ($\Sigma B: ET$) составляло 1,1-1,35 на ОПУ-1 и 1,1-1,43 на ОПУ-2. В расходной части баланса превалировало суммарное испарение: 9104 м³/га на ОПУ-1 и 8922 м³/га на ОПУ-2. Второе место в расходной части баланса занимает дренажный сток (на ОПУ-1 - 5127 м³/га, а на ОПУ-2 - 5690 м³/га). В результате исследований по определению элементов водно-солевого баланса на основании статистической обработки выявлено, что среднегодовая величина дренажного стока колеблется от 0,087 до 0,18 л/с*га на ОПУ-1 и от 0,16 до 0,21 л/с*га на ОПУ-2 и зависит она от водоподачи и УГВ. Зависимость дренажного стока от водоподачи описывается уравнением: $D_p = f(B) = Y_x = 165,7 + 0,28X$ на ОПУ-1 и $Y_x = 160,7 + 0,27X$ на ОПУ-2. Коэффициенты корреляционного отношения (K) соответственно равны 0,86 и 0,84.

Зависимость дренажного стока от УГВ: $D_p = f(УГВ) = Y_x = 1506 - 600X$ на ОПУ-1; $Y_x = 1532 - 601X$ на ОПУ-2; $K = 0,86$ и $0,92$.

Ежегодный вынос солей составлял в среднем 5,51 т/га на ОПУ-1 и 20,14 т/га на ОПУ-2. Более интенсивный процесс рассоления наблюдался в зоне аэрации: 11,65 т/га на ОПУ-1 (при $-Q = 2534$ м³/га) и 20,0 т/га на ОПУ-2 (при $-Q = 2852$ м³/га). Наряду с этим в период вегетации в зоне аэрации в отдельные месяцы отмечался положительный водно-солевой баланс с накоплением солей 1,75-13,8 т/га по ОПУ-1 и 0,14-8,0 т/га по ОПУ-2. Ликвидация реставрации засоления и отрицательный солевой баланс достигались осенне-зимними промывками нормой 2000-3400 м³/га. На основании расчетов установлено, что в условиях ОПУ для стабилизации общего солесодержания в рассма-

триваемом балансовом слое отношение дренажного стока к водоподаче должно быть не менее 0,39, а отношение водоподачи с осадками к суммарному испарению - не менее 1,15 на ОПУ-1 и не менее 0,35 и 1,05 на ОПУ-2.

Поддержание промывного режима орошения и отрицательного водно-солевого баланса способствовало постепенному снижению минерализации грунтовых вод:

к 1986 г. на большей части земель (69,3 %) ОПУ-1 грунтовые воды перешли в градацию 3-5 г/л; с минерализацией 5-10 г/л осталось всего 19,9 % против 74,5 % в 1978 г.; площадей с минерализацией грунтовых вод (МГВ) более 10 г/л уменьшилось с 25,5 до 10,8 %. На ОПУ-2 13 % земель грунтовые воды перешли в градацию 1-3 г/л; увеличилась площадь с МГВ 3-5 г/л до 58,4 % против 33,9 % в 1978 г.; от 5 до 10 г/л осталось 17,1 %; значительно уменьшились площади с МГВ более 10 г/л - с 43,5 до 11,6 %. Средняя МГВ на ОПУ-1 снизилась до 6,1 г/л, а на ОПУ-2 до 5 г/л.

минерализация коллекторно-дренажных вод на обоих участках снизилась до 2-5,6 г/л против 4-10 г/л.

Выявлено, что на новоосвоенных засоленных землях опреснение грунтовых и дренажных вод сопровождается изменением в них гидрохимического состава солей. Если до освоения и орошения (1977-1978 гг.) в грунтовых и дренажных водах соотношения токсичных и нетоксичных солей сбалансированы (примерно, по 50 % от суммы), то уже в первые годы освоения в их составе увеличилась доля токсичных солей ($NaCl$, Na_2SO_4 , $MgSO_4$) из-за выноса последних из почвы под влиянием промывного режима. Но по мере опреснения почвы, грунтовых и дренажных вод этот процесс постепенно стабилизировался. При опреснении грунтовых вод до 3-5 г/л, а дренажных до 2-4 г/л соотношения токсичных и нетоксичных солей выравнивались и имели четкую корреляционную связь с величиной минерализации. Уравнения связи приведены в диссертации.

Глава IV посвящена одному из наиболее важных вопросов регулирования почвенных процессов: солевого режима почв, содержания питательных веществ и гумуса, изменения кальциевых солей и гипса в почве, почвенном растворе и в почвенно-поглощающем комплексе (ППК) в увязке с водным балансом и длительным использованием минерализованных вод на орошение.

Материалы многолетней динамики солевого режима почвогрунтов

доказывают правильность результатов водно-солевых балансов - идет постепенное опреснение 3-метровой толщи почвогрунтов. Так, если в 1978 г. земли ОПУ-1 по степени засоления относились только к двум градациям: сильнозасоленные 30 га, остальные - к средnezасоленным, то к 1986 г. в незасоленные перешли 64,7 га; слабозасоленные составили 14,3 га; а 22,8 га остались средnezасоленными. На ОПУ-2 в 1978 г. почти половина земель - 45 га были сильнозасоленными; 32,3 га - средnezасоленные и 10 га - слабозасоленные и столько же земель относилось к категории "очень сильнозасоленные". К 1986 г. на ОПУ-2 67,2 га земель перешли в незасоленные, 19,2 га - в слабозасоленные; а 15,4 га сохранились средnezасоленными.

При опреснении почв с 1,4-1,5 до 0,7-1,0 % по сумме солей, 0,009-0,015 % по иону Cl^- и 0,45-0,68 % по иону SO_4^{2-} качественный состав солей улучшается: доли нетоксичных солей (CaSO_4) на обоих ОПУ увеличиваются до 60-70 % от их суммы по сравнению с токсичными. Следовательно, в почвах с сульфатным засолением этот предел может служить порогом токсичности. Опреснение почв происходит в основном за счет интенсивного выноса токсичных солей Na_2SO_4 , NaCl и MgSO_4 . Этим объясняется и тот факт, что токсичные соли выносятся в грунтовые воды, а затем в дренажный сток.

За рассматриваемый период при достижении указанных пределов опреснения значительно повысилась урожайность хлопчатника. В начале освоения (1977-1978 гг.) она составляла 7-9 ц/га, а к 1986 г. - 27,4 ц/га на ОПУ-1 и 28,3 ц/га на ОПУ-2. Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур во многом зависит от содержания в почве питательных элементов (азота, фосфора, калия), а также гумуса или перегноя (В.А.Ковда, В.Г.Лобова, Н.Г.Минашина, Т.Н.Глухова, Д.Ф.Шульгин и др.). В то же время этими исследователями установлена подвижность и вымываемость питательных элементов на фоне дренажа при промывном режиме орошения. Однако наши исследования показали несколько иную картину баланса питательных элементов, т.е. он по некоторым элементам складывается положительно на обоих ОПУ. В приходной части баланса основную роль играет водоподача, с которой поступает 25 кг/га нитратного азота на ОПУ-1 и 7,3 кг/га - на ОПУ-2. В расходной части преобладает вынос N-NO_3 дренажным стоком: 22 кг/га на ОПУ-1 и 11,7 на ОПУ-2.

Содержание фосфора изменяется незначительно: на ОПУ-1 приход составляет 0,9 кг/га, а на ОПУ-2 выносится 0,5 кг/га. Элементы N-NH_3 также выносятся: 0,4 и 2,1 кг/га по обоим ОПУ. Такой поло-

жительный баланс питательных элементов складывается при внесении в почву азота 200-320 кг/га, фосфора 100-150 кг/га и 150-260 кг/га калия. Анализ динамики питательных элементов в метровом слое почвы показывает правильность балансовых расчетов. С 1979 по 1985 г. содержание N-NO_3 на ОПУ-1 возросло с 4,5 до 12,6 мг/кг; P_2O_5 - с 4,7 до 7,0; а N-NH_3 уменьшилось с 35,2 до 21,1 мг/кг. На ОПУ-2 увеличилось содержание только N-NO_3 с 5,2 до 14,5 мг/кг; P_2O_5 уменьшилось с 5,3 до 2,5 мг/кг, а N-NH_3 составило 27,8 мг/кг против 50,2. Содержание K_2O за этот период уменьшилось с 184 до 145 кг/га на ОПУ-1 и с 190 до 171 кг/га на ОПУ-2. Но вместе с тем на некоторых посевных картах отмечается его увеличение. При этом валовые нормы питательных элементов в почвах ОПУ незначительные: азота 0,05-0,1 %, фосфора 0,07-0,13 % и орошение арчной и дренажной водой не оказывает существенного влияния на их содержание.

Содержание гумуса в почвах ОПУ также незначительно, что в целом характерно для новоосвоенных земель - 0,25 и 0,34 % по участкам. Длительное орошение как арчной, так и дренажной водой, внесение удобрений и другие организационно-хозяйственные факторы способствуют медленному накоплению гумуса. Так, на ОПУ-1 в слое 0-40 см содержание его увеличилось от 0,29 до 0,42 %, на ОПУ-2 - с 0,42 до 0,51 %; в слое 0-100 см - с 0,25 до 0,4 % и 0,34 до 0,43 %, соответственно по участкам. Общие запасы их возросли в метровом слое с 34 до 55,8 т/га на ОПУ-1 и с 46,2 до 58,5 т/га на ОПУ-2.

Для поддержания плодородия почв не менее важным фактором является наличие кальция и его соединений. Наличие кальция в почве способствует улучшению структурообразования, а присутствие натрия ухудшает почву и условия развития растений. Полив минерализованной водой может привести к перераспределению солей и нарушению равновесия в системе "поровой раствор" - поглощающий комплекс почв, а при неблагоприятном химическом составе воды - к увеличению содержания поглощенного натрия, т.е. к осолонцеванию почв.

Детальное изучение указанных процессов на обоих ОПУ позволило выявить следующие закономерности. Количество гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) на двух ОПУ одинаковое: в 3-метровом слое колеблется от 2 до 20 %. Карбонатов (CO_2) содержится 9-23 %. Наблюдения за динамикой CO_2 показали, что изменения между двумя ОПУ незначительны.

В динамике CaSO_4 отмечается следующее. При опреснении почв ОПУ-1 под влиянием промывного режима орошения с 1,34 до 0,94%

по сумме солей происходит параллельное уменьшение и CaSO_4 до 0,45 % против 0,58 (1980 г.). Внос CaSO_4 составил 19 т/га от исходных запасов. К 1985 г. произошло его восстановление и даже накопление до 0,75 % от сухой массы почв и 74 % от суммы солей, т.е. накопление составило 18 т/га.

На ОПУ-2 к 1980 г. содержание CaSO_4 также уменьшилось с 0,88 до 0,56 % (внос 21 т/га), а в последующем он восстановился до 0,79-0,8 %, но до исходных запасов (0,88 %) не накопился (табл. I).

Таблица I

Изменение кальциевых солей и гипса на ОПУ за 1978-1985 гг. (в слое 0-100 см)

Номер ОПУ	Год	Сумма солей, %	Содержание солей, % от сухой массы		CaSO_4 в водной вытяжке, т/га	Содержание гипса в почве, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, %
			$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	CaSO_4		
ОПУ-1	1978	1,34	0,03	0,58	87	6,77
	1979	1,406	0,032	0,67	101	не определ.
	1980	1,094	0,03	0,45	68	"
	1981	1,05	0,02	0,75	113	"
	1982	1,06	0,021	0,75	113	"
	1984	1,004	0,01	0,76	115	"
	1985	0,94	0,016	0,70	105	6,39
Итого:					+ 18 т/га	- 0,38
ОПУ-2	1978	1,38	0,040	0,88	1,31	8,31
	1979	1,14	0,34	0,83	125	не определ.
	1980	1,00	0,022	0,56	111	не определ.
	1981	1,19	0,02	0,88	132	не определ.
	1984	1,08	0,02	0,87	130	не определ.
	1985	1,0	0,018	0,79	118	7,90
Итого:					- 13 т/га	- 0,41

Очевидно, к 1980 г. на ОПУ произошло перераспределение солей в почвенном растворе, а также в ШПК. Баланс по Ca^{++} показал, что за период исследований, несмотря на промывной режим орошения, на ОПУ-1 складывался положительный баланс. Ежегодно Ca^{++} накапливалось от 0,74 до 1,83 т/га за счет внесения его с дренажной водой,

в которой содержалось 0,24-0,84 г/л при средней минерализации 2-4 г/л.

На ОПУ-2 баланс складывался отрицательным: внос Ca^{++} составлял 0,8-2,5 т/га. Несмотря на это, к 1985 г. из почвы было вынесено лишь 13 т/га CaSO_4 (табл. I, 2). Динамика CaSO_4 в почве по годам показывает, что его запасы на обоих ОПУ то увеличиваются, то уменьшаются. При этом в содержании валового гипса в почве ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) наблюдается очень незначительное уменьшение (табл. I).

Таблица 2

Баланс по Ca^{++} в зоне аэрации на ОПУ в Центральной Фергане за 1978-1984 гг., т/га (данные автора)

Год	^x Приход Са ⁺⁺		Итого приход	^{xx} Внос Са ⁺⁺		Итого расход	Разность
	A	B		С _{бр.}	- g		
О П У - I							
1978	0,03	4,4	4,43	1,2	1,4	2,6	1,83
1980	0,14	5,0	4,14	1,27	2,13	3,40	0,74
1983	0,13	5,32	5,45	0,96	3,09	2,36	1,40
1984	0,19	4,88	5,07	0,86	2,81	3,67	1,40
О П У - 2							
1978	0,14	1,22	1,36	0,21	3,2	3,41	-2,50
1980	0,14	1,4	1,54	0,25	2,82	3,07	-1,42
1983	0,13	1,28	1,41	0,28	1,96	2,24	-0,83
1984	0,19	1,15	1,34	0,25	2,07	2,32	-0,98

^x Приход: A - с атмосферными осадками; B - водоподачей;

^{xx} Внос: $\text{С}_{\text{бр}}$ - со сбросами с полей; - g - с инфильтрационной водой.

Вносимые в поверхностные слои грунтовых вод соли при значительном испарении в период вегетации и их глубине свыше 2 м могут восстанавливаться. В этом случае наблюдаются обратимые процессы, особенно при положительном балансе по Ca^{++} . Опреснение почв, снижение минерализации грунтовых и дренажных вод, восстановление и накопление солей CaSO_4 , очевидно, сопровождаются также обменными реакциями в ШПК.

Постоянное удаление через дренажную сеть вторичных солей

Na_2SO_4 , MgSO_4 и NaCl , образованных в результате обменных реакций, подтверждает наличие такого явления. К концу исследований эти процессы стабилизировались.

На основе обобщения данных многочисленных исследователей (Ш.Даниялова, 1985; И.Закса, 1985; А.Рамазанова, 1982; Н.Сулеймановой, 1975; Д.Матмуратова, 1984; Т.Бекмуратова, 1983; Т.Глухой, 1983; Д.Иконому, 1971; Х.Джафарова, 1983; М.Юсупова, 1982, в отдельных случаях и составлением балансов по Ca^{2+} на основе водных балансов рассчитанных авторами), а также материалов собственных опытов по вопросу выноса CaSO_4 при орошении арчной и дренажной водой и работе дренажных систем установлены закономерности:

1. Интенсивность выноса CaSO_4 зависит от мощности и фильтрационных свойств грунтов покровного мелкосема и зоны аэрации, а также записированности почв. В высокопроницаемых почвах с малым содержанием гипса при промывном режиме орошения и усиленной работе дренажных систем (особенно вертикальных) возможность выноса CaSO_4 увеличивается по сравнению с тяжелыми грунтами. Так, в условиях Мильской степи АзССР с хорошо проницаемыми грунтами и малым содержанием гипса в почве процент выноса CaSO_4 достигает 80-100 %, тогда как в условиях Голодной степи с сильнозагипсованными и тяжелыми грунтами ($K_f = 0,01-0,02$ м/сут) процент выноса CaSO_4 составляет всего 10-26 % от его исходного запаса. Выявленная корреляционная связь между выносом CaSO_4 и фильтрационными свойствами грунтов (K_f) имеет прямолинейный вид и описывается уравнением $Y_x = 14,71 + 58,77X$; коэффициент корреляционного отношения (K) равен 0,75; ошибка корреляционного отношения $\sigma = 0,106$.

2. Интенсивность выноса CaSO_4 зависит также от предела опресненности почв. В чрезмерно опресненных почвах возможный вынос CaSO_4 по отношению к сумме солей увеличивается. При хлоридно-сульфатном типе засоления почв при их рассолении до 1,25-0,6 % возможный вымыв и уменьшение CaSO_4 составляет от 25 до 50 % от суммы солей, т.е. при таких пределах опреснения почв CaSO_4 содержится в них 50-75 % от суммы солей. При опреснении этих почв до 0,15-0,28 % по плотному остатку, содержание в них CaSO_4 составляет всего 10-20 % от суммы солей. В отдельных случаях он может быть полностью удален из солевого состава и тогда вместо CaSO_4 образуются токсичные соли. Так, в опыте Ш.Даниялова вместо

CaSO_4 образовались соли NaHCO_3 и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, которых не существовало в начале исследований. Зависимость выноса CaSO_4 от опресненности почв (по сумме солей) описывается уравнением:

$$Y_x = -11,45 + 128,7X - 54,4X^2; K = 0,88; \sigma = 0,045.$$

Правильность процессов изменения CaSO_4 на ОПУ-I и наличие обменных реакций подтверждаются наблюдениями за почвенно-поровым раствором, извлеченным с помощью пористых бакфильтров. На ОПУ-I в 1979 г. концентрация порового раствора достигала в среднем 19,4 г/л в 57 сантиметровом горизонте, а в слое 161 см, который непосредственно контактировал с сильно-минерализованной (до 45 г/л) грунтовой водой, - еще выше - до 27,4 г/л. Под влиянием промывного режима орошения наблюдается опреснение порового раствора до 4,6-11,0 г/л.

Анализ качественного состава солей порового раствора позволил выявить особенности изменения состава солей, присущих новоосвоенным засоленным землям Центральной Ферганы. В первые годы освоения, когда нарушен естественный почвообразовательный процесс, в растворе наблюдалось увеличение солей CaSO_4 . Количество растворенного гипса достигало 9,18 г/л в слое 57 см, а в слое 161 см - 17,8 г/л. Другие соли в растворе обнаружены в меньших количествах: NaCl до 8,8 г/л, MgSO_4 до 4,5 г/л, Na_2SO_4 до 7,2 г/л. В то же время содержание CaCl_2 и MgCl_2 не превышало 2 г/л, а в последующем вообще не обнаруживалось. По мере опреснения земель и порового раствора под влиянием промывного режима орошения наблюдалось уменьшение и количества растворенного CaSO_4 и вместе с тем увеличение в нем других солей, в основном Na_2SO_4 и MgSO_4 . Уже к 1981 г. концентрация гипса не превышала 1,1-2,4 г/л. Очевидно, часть гипса выпадает в осадок, а другая - идет на обменные реакции и вытеснение Na из ППК и вторичных солей Na_2SO_4 и MgSO_4 , которые под влиянием промывного режима орошения вымываются сначала в грунтовые воды, а затем в дренажную сеть. Однако если судить по снижению растворенного гипса в последующие годы, то скорее всего в первые годы его запасы тратились на обменные реакции, а затем процесс стабилизировался, что и было отмечено при исследовании динамики ППК и процессов осолонцевания на ОПУ.

Для новоосвоенных почв Центральной Ферганы характерны небольшие емкости обмена. Так, в 1979 г. емкость поглощения почв в метровом слое колебалась от 3,8 до 8,9 мг-экв на 100 г почв. В составе ППК преобладали катионы поглощенного Ca : на ОПУ-I - 49,2 %, на ОПУ-II - 49,2 %, на ОПУ-III - 49,2 %.

на ОПУ-2 - 45,5 % от суммы ППК. Второе место занимали катионы Mg : на ОПУ-1 - 43,02 %, на ОПУ-2 - 45,3 % от суммы. Довольно в большом количестве обнаружен и поглощенный Na : на ОПУ-1 - 5,5 %, на ОПУ-2 - 5,7 %. Содержание поглощенного K незначительно: 2,39 и 4,5 %. В тяжелых и сильнозасоленных грунтах обнаружено высокое содержание поглощенного Na - 5,5-10,5 % от суммы ППК на ОПУ-1 и до 14,5 % на ОПУ-2, что в мг-экв на 100 г почвы составляет всего 0,06 и 0,34, очень редко 1,0 мг-экв. При малой емкости обмена са-мой почвы (3,8-9,9 мг-экв), очевидно, это не опасно для осолонце-вания заглинизированных и высококарбонатных почв.

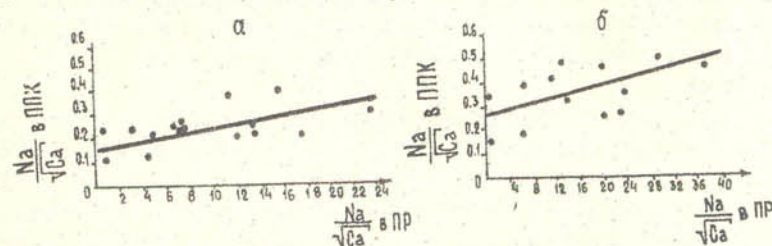
За 9 лет исследований состав ППК на обоих участках улучшился, несмотря на постоянное орошение ОПУ-1 минерализованной водой. К концу исследований содержание поглощенного Na в метровом слое составляло 4,7-4,9 %; Mg - 30-32 %, K - 3,1-3,9 % от суммы ППК. Величина поглощенного Ca достигала 61 %, а по отдельным точкам до 70-75 % от суммы ППК, что является, по мнению В.А.Конды (1973), наиболее благоприятным условием для земледелия.

Следует отметить, что в большинстве случаев изменение емкос-ти и состава ППК изучается только для ненасыщенной зоны. Результа-ты наших исследований показывают, что в нижних слоях изменение ППК тесно связано с уровнем и минерализацией грунтовых вод, а также составом солей в них. На площадках, где минерализация грунтовых вод составляла 10-45 г/л, в зоне капиллярной каймы содержание по-глощенного Na достигало 20-30 % от суммы ППК. Это объясняется высокой минерализацией грунтовых вод, где концентрируются в первые годы в основном токсичные элементы, представленные натриевыми со-лями $NaCl$ и Na_2SO_4 , примерно, 50-60 % от минерализации. В дальнейшем по мере снижения минерализации грунтовых вод в сопри-касающихся с УГВ слоях почвы также уменьшается количество погло-щенного Na в ППК.

В легких почвах, где грунтовые воды слабоминерализованы за весь период исследований, в зоне капиллярной каймы содержание по-глощенного Na в ППК не превышало 2-5 % от суммы. Обработка этих данных методом математической статистики позволила установить зависимость величины поглощенного Na в ППК (% от суммы) от со-держания натриевых солей на поверхности грунтовых вод ($Y_x = 4,75 + 0,11x - 0,0013x^2$; $K = 0,82$; $\sigma = 0,05$) и от минерализации грун-товых вод ($Y_x = -8,83 + 0,99$; $K=0,80$; $\sigma = 0,05$).

Пользуясь установленными зависимостями и зная расчетную мине-рализацию грунтовых вод, можно определить прогнозные количество поглощенного Na в ППК в слоях, соприкасающихся с УГВ. Таким об-разом, на изменение состава ППК в условиях аридной зоны, наряду с другими факторами, активно влияют положение УГВ и его минерализа-ция. В период испарения в ППК обычно увеличивается поглощенный Na , а в период поливов и промывок он вытесняется из ППК. Аналогичные процессы в условиях орошаемых земель Средней Азии отмечены В.А.Ков-дой (1973), М.А.Панковым (1974), Н.Г.Минашиной (1974), Д.М.Кац и В.М.Шестаковым (1981) и другими исследователями.

На основе данных о содержании катионов Na , Ca , Mg в почвенном растворе (C_1 , C_2 , C_3 из предыдущего раздела) и ППК (N_1 , N_2 , N_3) для случаев двух- и трех ионного обмена нами установлены коэффициенты изотерм ионнообменной сорбции по извест-ным методам, предложенным И.П.Айдаровым, Л.М.Рексом и А.М.Якиреви-чем (1985) и др. Расчеты показали, что значения K_1 и K_2 для на-шего ОПУ в случае трехионного обмена ($Na/\sqrt{Ca+Mg}$) лежат в преде-лах $K_1 = 0,16$; $K_2 = 0,08-0,013$; а в случае двухионного обмена ($Na/\sqrt{Ca}$) $K_1 = 0,27$; $K_2 = 0,006$ (рисунок). Полученные данные свидетельствуют о незначительной способности малогумусных почв Цен-тральной Ферганы к ионнообменной сорбции, что в целом и отмечалось на ОПУ. Малую способность к ионнообменной сорбции почв пустынной и полупустынной зоны с небольшим содержанием гумуса отмечали И.П.Ай-даров (1985), Н.Н.Веригин (1979), Д.М.Кац и В.М.Шестаков (1981) и др.



Экспериментальные данные по ионнообменному равновесию катионов Na и $Ca+Mg$ для условий ОПУ в Центральной Фергане (данные автора за 1979-1982 гг.): а) для случая трехионного обмена; б) для двухионного.

Таким образом, в условиях новоосвоенных земель Центральной Ферганы при соблюдении приемов агротехники и промывного режима оро-шения, нормальной работе дренажных систем, а также положительном

баланс по Ca в карбонатных и заглипированных почвах длительные поливы дренажными водами с минерализацией 2-4 г/л практически не ухудшают состав ППК.

В пятой главе излагается методика прогнозных расчетов почвенно-мелиоративных процессов, основанная на решении уравнений общих и частных водно-солевых балансов (разработана автором совместно с Р.К.Икрамовым в 1982 г.), а также приведены результаты расчетов по данной методике и расчет мелиоративных процессов на основе решения уравнений физико-химической гидродинамики (Р.В.Савельева 1974, 1978). При прогнозных расчетах было принято, что:

режим орошения и другие условия близки к существующим; пред-поливную влажность в период вегетации поддерживали в пределах 70 % от НВ, послеполивную - 100 % НВ; минерализация поливной и промывной воды - 3 г/л; уровень грунтовых вод в период вегетации поддерживался в пределах 1,6 м, а в годовом цикле 1,7 м; отношение $\Sigma \text{В} : \text{ЕГ} = 0,91$ для вегетационного периода и 1,22 в годовом цикле, т.е. поддерживался промывной режим орошения.

Расчеты, выполненные на ЭМ ЕС 1035 на 10-летний период, показали, что если поддерживать заданный промывной режим орошения в годовом и многолетнем цикле, то уже на 4-5-й год орошения мелиоративное состояние земель улучшается, а через 10 лет можно опреснить почвы до 0,51-0,59 %, грунтовые воды - до 7,2 г/л и почвенный раствор - до 6,6 г/л (табл.3).

В этой главе также изложена методика прогноза химического состава солей в почвенном растворе по зависимостям, установленным для условий Центральной Ферганы на основе обработки методом математической статистики многолетних данных по почвенным растворам (табл.4).

Определив прогнозный химический состав почвенно-порового раствора, по методу В.П.Зверева (1967) установлены пределы насыщенности данного раствора солями CaSO_4 ; в условиях Центральной Ферганы почвенные растворы постоянно насыщены гипсом даже при их высокой концентрации, порядка 19-21 г/л. А в насыщенных гипсом растворах часть CaSO_4 выпадает в осадок, и уменьшение кальциевых солей в почве замедляется или предотвращается. Следовательно, предотвращается и возникновение опасности осолонения. Этому же способствует и положительный баланс по Ca^{++} (см.разд.4).

Полученные прогнозные данные хорошо согласуются и подтверждают приведенные в разд.4-4.4 выводы об изменениях качественного сос-

Таблица 3

Результаты прогнозных расчетов основных показателей мелиоративного состояния земель при длительном использовании минерализованных вод на орошение и промывку для условий ОПУ в Центральной Ферганае

Заданные условия	Годы	Прогнозные показатели мелиоративного состояния земель /средневегетационные/				
		$S^d, \%$	$S^{gr}, \%$	$M, \text{г/л}$	$S^{kc}, \%$	$M_{пр}, \text{г/л}$
$\Sigma \text{В} : \text{ЕГ} = 1,22$	Исходн.	1,200	1,250	17,9	1,270	20,7
	1	1,242	1,230	17,5	1,333	19,9
$q = -2058 \text{ м}^3/\text{га}$	2	1,085	1,116	15,9	1,186	16,8
УГВ, м	3	0,951	0,988	14,1	1,060	12,9
Ср. вегет. 1,60	4	0,843	0,920	13,1	0,947	12,2
	5	0,756	0,826	11,9	0,854	10,8
Ср. годов. 1,70	6	0,689	0,756	10,8	0,791	9,3
$M_{пр} = 3,0 \text{ г/л}$	7	0,635	0,682	9,8	0,727	8,5
	8	0,592	0,619	8,8	0,674	7,70
	9	0,558	0,560	8,0	0,625	7,0
	10	0,513	0,503	7,2	0,598	6,6

Таблица 4

Уравнения корреляционной связи для прогноза химического состава солей порового раствора в зависимости от ее минерализации для условий Центральной Ферганы

Зависимость	Уравнение связи	K	б
$\text{HCO}_3^- = f(M_{пр})$	$Y_x = 4,78 - 0,093X + 0,0094X^2$	0,57	0,141
$\text{Cl}^- = f(M_{пр})$	$Y_x = 34,6 - 6,01X - 0,44X^2$	0,89	0,045
$\text{SO}_4^{--} = f(M_{пр})$	$Y_x = -28,6 + 19,9X - 0,369X^2$	0,96	0,019
$\text{Ca}^{++} = f(M_{пр})$	$Y_x = 12,36 + 1,22X$	0,94	0,019
$\text{Mg}^{++} = f(M_{пр})$	$Y_x = 4,9 + 6,42X - 0,17X^2$	0,70	0,104
$\text{Na}^+ + \text{K}^+ = f(M_{пр})$	$Y_x = -19,59 + 7,29X + 0,226X^2$	0,99	0,003

тава солей, CaSO_4 , а также о стабилизации процессов в ППК с превалированием Ca над Mg и Na .

Прогноз на основе уравнений физико-химической гидродинамики по

программе Р.В.Савельевой (1974, 1978) с использованием вышеприведенных закономерностей и гидрохимических параметров на ЭВМ БЭСМ-4М позволил определить дополнительные нормы оросительных вод при использовании вод с различной минерализацией, удовлетворяющих потребности сельхозкультур, дающих возможность регулировать и поддерживать водно-солевой режим в допустимых пределах с последующим определением мощности дренажа и технико-экономического обоснования возможности использования минерализованных вод.

Результаты прогнозных расчетов показали, что для поддержания заданного водно-солевого режима почв по вариантам с различной минерализацией (1,3 и 5,0 г/л) нормы профилактических (дополнительных) поливов изменяются от 2013 до 3963 м³/га, или увеличение водоподдачи по сравнению с пресной водой составит 10-30 %. Необходимые нормы профилактического полива можно подавать не только в период вегетации, но и в осенне-зимние периоды в виде промывных поливов. При этом для поддержания уровня грунтовых вод в пределах 2,0м потребуется увеличить мощность дренажных систем, следовательно и затрат по строительству дренажа.

Технико-экономические расчеты показали, что несмотря на дополнительные затраты по строительству дренажа, воды с минерализацией до 3 г/л можно использовать на полив в маловодные годы на дренированных массивах Центральной Ферганы с сохранением урожайности сельскохозяйственных культур. Экономический эффект при этом составил в условиях ОПУ от 6 до 60 руб/га. Применение же в зоне Ачиккульской системы коллекторов на площади 95 тыс.га позволит сэкономить от 13 до 74 руб/га. Использование дренажных вод с минерализацией 5 г/л возможно только путем разбавления, а в обратном случае это приводит к ущербу.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

I. Основным источником загрязнения и ухудшения качества оросительной воды в Сырдарье является возврат в ствол реки минерализованного дренажного стока, формируемого в верхнем и среднем течении реки в связи с развитием орошения. Только в пределах Центральной Ферганы в реку поступает в зависимости от водности года 10-12 км³ дренажного стока с минерализацией 2-4 г/л. Возврат отработанной оросительной воды в виде коллекторно-дренажного стока с орошаемых земель, хотя и повышает оросительную способность реки, наносит

определенный ущерб народному хозяйству, если не предпринять определенные меры утилизации в местах его формирования.

2. Установлена возможность длительного применения дренажно-обросных вод с минерализацией 2-4 г/л в условиях вновь освоенных засоленных земель Центральной Ферганы. На основе результатов многолетних натурных исследований использования коллекторно-дренажного стока, проведенных в зоне Ачиккульского коллектора ($W_{\text{стока}} = 0,9 - 2,4 \text{ км}^3/\text{год}$) Ферганской области, при дренированности земель порядка 5,0 - 6,8 тыс.м³/га в год и сохранении промывного режима.

3. При применяемых на вновь освоенных землях режима орошения (5-7 поливов, оросительная норма 5,9-8,9 тыс.м³/га) и промывка почв нормой 2,0-3,4 тыс.м³/га на фоне горизонтального дренажа позволил формировать солевой режим по типу медленного рассоления почвогрунтового профиля в годовом и многолетнем разрезе. За период исследований (1978-1986 гг.) было достигнуто опреснение почв и грунтовых вод до порога токсичности как на первом, так и на втором ОПУ. Незначительная реставрация засоления, наблюдаемая в отдельные периоды вегетации, ликвидируется осенне-зимними промывками. В почвах с сульфатным засолением порогом токсичности можно принять опреснение до 0,7-1,0 % по плотному остатку и 0,009-0,015 % по иону Cl^- .

4. Для стабилизации общего солевого содержания в рассматриваемом слое при поливе минерализованной водой должны соблюдаться отношения ($D_p : B$) $\geq 0,4$, а $\Sigma B : \Sigma T \geq 1,15$.

5. Снижение минерализации грунтовых вод до 3-6 г/л и дренажных вод до 2-4 г/л сопровождается изменением гидрохимического состава солей в них: происходит вынос из почвы в грунтовые и дренажные воды солей NaCl , MgSO_4 , Na_2SO_4 . Однако по мере опреснения грунтовых и дренажных вод этот процесс стабилизируется на 4-6-й год.

6. Изменения в содержании питательных веществ и гумуса в почвах по времени происходят в тесной зависимости от существующего режима орошения, соотношения поступления и выноса их с элементами водного баланса. Несмотря на поддержание промывного режима орошения, баланс по нитратному азоту складывается положительный. Содержание гумуса увеличилось с 0,29 до 0,47 %.

7. Результаты натурных исследований показывают, что в условиях Средней Азии изменения в содержании кальциевых солей незначительны. Во многих случаях выносимый CaSO_4 частично восполняется при-

вносом его с оросительной водой. При использовании минерализованных вод приход CaSO_4 превышает вынос, а на тяжелых почвах наблюдается процесс накопления. Вынос CaSO_4 зависит от проницаемости и опресненности почв; при использовании минерализованных вод процесс осолонцевания может происходить только на почвах с малым содержанием карбонатов кальция и гипса и высокой проницаемости, при их чрезмерном опреснении и отрицательном балансе по Ca^{++} .

8. В малогумусных почвах Центральной Ферганы способность их к ионообменной сорбции незначительна. При соблюдении нормальных приемов агротехники и промывного режима орошения, нормальной работе дренажных систем, а также положительном балансе по Ca^{++} в карбонатных и заглипированных почвах длительные поливы дренажными водами с минерализацией 2-4 г/л практически не ухудшают состав ППК. В ППК достигнуто превалирующее внедрение катионов Ca^{++} с содержанием до 56-60 % в тяжелых и 70-75 % в легких грунтах. Содержание поглощенного Mg , Na и K уменьшилось.

9. Прогнозные расчеты, выполненные с использованием данных натурных исследований, показали возможность ускорения темпов рассоления почв при промывном режиме орошения: при $\Sigma \text{B} : \text{ET} = 1,22$ орок опреснения зоны аэрации до 0,51-0,61 %, грунтовых вод до 7,2 г/л, почвенных растворов - до 6,6 г/л составляет 10 лет. Прогноз химического состава почвенного раствора показал, что в условиях новоосвоенных земель Центральной Ферганы почвенные растворы насыщаются гипсом при их концентрациях порядка 6-21 г/л. В насыщенных гипсом растворах часть CaSO_4 выпадает в осадок и, следовательно, предотвращается опасность возникновения осолонцевания. Поэтому формируемые здесь дренажно-обросные воды с минерализацией 2-4 г/л могут быть использованы для орошения земель Центральной Ферганы без проверки на опасность осолонцевания.

Для поддержания допустимого солевого режима почв по хлору в пределах 0,009-0,012 % норму водоподачи по сравнению с пресной водой необходимо увеличить на 10-30 %, или 2013-3963 м³/га, а для поддержания уровня грунтовых вод в пределах 2,0 м потребуется усилить мощность дренажных систем.

10. Техничко-экономические расчеты показали, что несмотря на дополнительные затраты по развитию дренажа, воды с минерализацией до 3 г/л можно использовать на полив на дренированных супесчаных почвах Центральной Ферганы с сохранением урожайности сельхозкультур. Экономический эффект при этом составил в условиях ОПУ от 6 до

60 руб/га, а в зоне Ачиккульской системы коллекторов на площади 95 тыс.га - 13-74 руб/га. Использование дренажных вод с минерализацией 5 г/л возможно только путем разбавления, в противном случае это приводит к ущербу.

11. На рассматриваемых землях Центральной Ферганы длительное орошение минерализованной водой (2-4 г/л) при поддержании нормальной агротехники, соблюдении промывного режима орошения и нормальной работе дренажных систем возможно без ущерба получать плановый урожай сельскохозяйственных культур до 26-28 ц/га против 7-9 ц/га в исходном положении.

12. При использовании на орошение минерализованных вод в условиях вновь освоенных подверженных засолению земель Центральной Ферганы, дренируемых горизонтальным дренажем, целесообразно в период вегетации уровень грунтовых вод поддерживать в пределах 1,5-1,7 м и 2,0-2,5 м - в невегетационный период.

Для обеспечения необратимого рассоления почв, опреснения почвенного раствора и снижения минерализации грунтовых вод необходимо промывной режим орошения в годовом разрезе осуществлять при следующих пределах оросительных норм (нетто):

10,1-11,9 тыс.м³/га в год, в т.ч. за вегетацию 5,9-8,9 тыс.м³/га (из них 500-1900 м³/га вызывные или влагозаярковые поливы), в осенне-зимние периоды 2000-3900 м³/га для средне-и сильнозасоленных почв; величина рассоляющего расхода воды при этом составляет 1730-3560 м³/га, а вынос солей из зоны аэрации 3,2 - 28 т/га в год.

Основное содержание диссертации отражено в следующих работах:

1. Изменение засоления почвогрунтов при длительном использовании минерализованных вод // Тезисы докл. областной науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов. - Джамбул, 1983. - С.51-53.
2. Изменение структуры водно-солевого баланса зоны аэрации // Тезисы докл. XI науч.-практич. конф. молодых ученых и специалистов Узбекистана. - Ташкент, 1983. - Ч.1. - С.188-189.
3. Изменение качественного состава дренажных вод при длительном использовании минерализованных вод на орошение новоосвоенных земель Центральной Ферганы // Сб. научн. тр. / Среднеаз. НИИ ирригации. 1985. - Вып.173. - С.75-83.

4. Динамика водно-солевого режима почвогрунтов при длительном использовании минерализованных вод на орошение в условиях Центральной Ферганы // Сб. научн. тр./Среднеаз.НИИ ирригации. - 1985. - Вып.173. - С.123-136.
5. Солевой режим почвогрунтов при длительном использовании минерализованных вод // Тезисы докл. республ. научн.-техн. конференции молодых ученых и специалистов по теме. "Актуальные вопросы мелиорации и водного хозяйства". - Баку, 1985. - С.64-65.
6. Формирование водно-солевого режима почвогрунтов в вегетационный период при использовании минерализованных вод на орошение // Сб. научн. тр./Среднеаз.НИИ ирригации. - 1984. - Вып.172. - С.81-90.
7. Изменение мелиоративного режима почв при автономном использовании дренажных вод // Сб. научн. тр./Среднеаз.НИИ ирригации. - 1982. - Вып.166. - С.24-34 (в соавторстве).
8. К вопросу методики прогнозирования минерализации почвенного раствора и грунтовых вод при близком их залегании на крупных орошаемых массивах // Сб. научн. тр./Среднеаз.НИИ ирригации. - 1982. - Вып.166. - С.3-10 (в соавторстве).
9. Рекомендации по улучшению мелиоративных режимов откачек систем вертикального дренажа (Куяинский, Ташлакский, Багдадский и Кировский районы Ферганской области УзССР). - Ташкент: САНИИРИ, 1980. - 35 с. (в соавторстве).
10. Влияние длительного использования минерализованных вод на динамику питательных веществ в условиях Центральной Ферганы // Сб. научн. тр./Среднеаз.НИИ ирригации. - 1986. - С.43-53 (в соавторстве).
- II. Мероприятия по борьбе с маловодьем и повышению водообеспеченности орошаемых земель с использованием коллекторно-дренажных вод Ферганской области в 1986 г. - Ташкент: САНИИРИ, 1986. - 9 с. (в соавторстве).

Р - 15661. Подписано в печать 11.05.88 г. Заказ №231
Тираж 150, объем - 1 п.л.

г.Ташкент, ул.Якуба Коласа - 24