

✓
МИНИСТЕРСТВО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ САНИИРИ
(НПО САНИИРИ)

На правах рукописи

ЛИМ Валерий Михайлович

УДК 631.674/675:631.413.3 (043.3)

**ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЙ РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ
НА ЗАСОЛЕННЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ
ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА**

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 сельскохозяйственных наук

Ташкент — 1989

Работа выполнена в Казахском научно-исследовательском институте водного хозяйства Министерства мелиорации и водного хозяйства КазССР.

Научный руководитель — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Ф. Ф. Вышпольский.

Официальные оппоненты — доктор сельскохозяйственных наук, профессор С. М. Кривовяз;

— кандидат технических наук, старший научный сотрудник Р. К. Икрамов.

Ведущая организация — Государственный проектно-изыскательский институт по проектированию водохозяйственного строительства и объектов сельскохозяйственного освоения орошаемых земель в районах Центрального Казахстана «Центрказгипроводхоз».

Защита диссертации состоится « 21 » декабря 1989 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Специализированного Совета К.099.02.02 по присуждению ученой степени кандидата наук при НПО САНИИРИ.

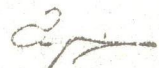
Адрес: 700187, г. Ташкент, М. Карасу-4, д. 11, САНИИРИ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан « 15 » ноября 1989 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью просьба направлять в адрес специализированного Совета.

Ученый секретарь
специализированного Совета,
кандидат технических наук



Н. И. ГОРОШКОВ

Актуальность. В решениях XXII съезда КПСС майского (1982) и октябрьского (1984) Пленумах ЦК КПСС особое место отводится ресурсосберегающей технологии орошения, обеспечивающей интенсификацию сельскохозяйственного производства. В ближайшее время трудящиеся Казахстана должны увеличить производство сельскохозяйственной продукции на поливных землях с 25 до 33 % от всей товарной продукции республики. Важное место в выполнении этой задачи отводится каналу Иртыш-Караганда. Вместе с тем опыт эксплуатации современных оросительных систем в Центральном Казахстане показал, что применение расчетных режимов орошения неизбежно приводит к подъему уровня минерализованных грунтовых вод и развитию процессов вторичного засоления почв. Поэтому проблема совершенствования технологии рассоления почв вегетационными поливами и рационального использования водных ресурсов является весьма актуальной.

Цель работы. Установить закономерности формирования водного и солевого режимов орошаемых почв для лет различной влагообеспеченности и разработать режим орошения сельскохозяйственных культур, обеспечивающий устойчивое рассоление орошаемых земель и получение высоких урожаев при экономном расходовании оросительных вод. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- определить вероятность повторения лет различной естественной влагообеспеченности;

- выявить закономерности формирования влаго- и солеобмена между зоной аэрации и грунтовыми водами при изменении параметрами режима орошения и уровня грунтовых вод;

- установить влияние степени дренированности орошаемых земель на закономерности формирования водно-солевого режима и баланса почвогрунтов.

Объект исследования. Экспериментальные исследования проводились в 1980...1986 гг. на орошаемых землях совхоза "Казахстан", Молодежного района, Карагандинской области.

Методы исследований. Основаны на комплексном изучении водно-солевого режима и балансов орошаемых земель на опытно-производственных участках и лизиметрах. Результаты экспериментальных исследований обрабатывались методами математической статистики на ЭВМ НАИ-И-2.

Научная новизна. Разработаны принципы обоснования водосберегающего режима орошения сельскохозяйственных культур, обеспечивающего рассоление тяжелых темно-каштановых почв Центрального Казахстана с учетом изменения климатических, почвенно-мелиоративных условий массивов орошения.

Практическая ценность. Разработаны рекомендации по оперативному планированию режима орошения с учетом изменения климатических и почвенно-мелиоративных условий. Внедрение этих разработок уменьшает расход оросительной воды на выход единицы продукции, снижает нагрузки на дренаж и сокращает капиталовложения на его строительство.

Реализация и внедрение результатов исследований. Водосберегающий режим орошения внедрялся в хозяйствах Карагандинской области на площади 5300 га. Годовой экономический эффект от внедрения (1986 г.) составил 290 тыс. руб. Основные положения диссертационной работы находят применение в проектно-институте "ЦентрКазгипроводхоз" при проектировании новых оросительных систем и реконструкции существующих.

Основные защищаемые положения:

- принципы регулирования водно-солевого режима тяжелых темно-каштановых почв вегетационными поливами с учетом режима грунтовых вод, степени засоления и естественной влагообеспеченности орошаемых земель;

- водосберегающий режим орошения, обеспечивающий устойчивое рассоление орошаемых земель.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и получили одобрение на научно-технической конференции КазНИИВХ, Джамбул, 1983; I-й городской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов, Джамбул, 1985; IV и VI научно-технических конференциях молодых ученых и специалистов ИПО "Радуга" Коломна, 1985, 1987; XII и XIII научно-технических конференциях ДГМСИ, Джамбул, 1986, 1988; VI - республиканской конференции почвоведов Казахстана, Алма-Ата, 1987; Всесоюзной научно-практической конференции молодых ученых, ВНИИГиМ, Москва, 1989; конференция молодых ученых и специалистов, Среднеазиатского института хлопководства, Ташкент, 1989.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ КазНИИВХ по проблеме 0.85.06

"Разработать и внедрить научно-технические основы территориального перераспределения водных ресурсов", в разработке которых автор принимал непосредственное участие и являлся исполнителем соответствующих разделов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ, в том числе рекомендации, утвержденные Карагандинским областным управлением мелиорации и водного хозяйства.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав и выводов. Объем работы 125 страниц машинописного текста, список литературы 137, таблиц 36, рисунков 18 и 6 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассматриваются природно-хозяйственные условия района исследований, который относится к зоне холодных сухих степей, где засушливые годы чередуются с влажными. Из 7...9 лет только 2...3 влажных года позволяют обеспечить получение достаточно высоких урожаев без поливов (яровая пшеница 20...25 ц/га, кукуруза на силос 120...150 ц/га). Однако в многолетнем плане без орошения невозможно обеспечить получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

В геоморфологическом отношении массивы орошения находятся в пределах северо-западной части Казахского мелкосопочника, сложенного осадочными породами верхнего палеозоя. Орошаемые земли располагаются на водоразделах и межсочных равнинах.

Гидрогеологические условия массивов орошения весьма разнообразны. В начале строительства оросительных систем, как правило, отсутствовал сплошной водоносный горизонт. В первые годы орошения, по данным КазНИИВХ, формировался ирригационный тип режима грунтовых вод. Скорость подъема уровня грунтовых вод колебалась в пределах 0,7...1,5 м в год. При подъеме уровня грунтовых вод выше 3,0 м развивались процессы вторичного засоления. Это указывает на необходимость разработки рациональной технологии орошения.

Почвогрунты исследуемого района сложены тяжелыми суглинками и глинами. Удельная масса изменялась в пределах 2,56...2,62 т/м³, объемная масса - 1,27...1,67 т/м³, порозность - 38...50 %, наименьшая влагоемкость (НВ) - 19...23 % к весу сухой почвы, а коэффициент фильтрации колебался в пределах 0,1...0,2 м/сут. Запасы гумуса составляли 2,5...3,0 %, а сумма поглощенных оснований изменялась в пределах 28...31 мг-экв на 100 г почвы. В составе почвен-

но-поглощающего комплекса (ППК) преобладали кальций (75...80 %) и магний (10...20 %). Содержание поглощенного натрия не превышало 6 %. Легкорастворимые соли в пахотном слое почв практически отсутствовали или содержались в очень малом количестве. Однако с глубины 70...100 см запасы воднорастворимых солей возрастали до 1,0...1,5 %. Тип засоления, как правило, хлоридно-сульфатный.

Анализ почвенно-мелиоративных, гидрогеологических, геоморфологических условий Центрального Казахстана показал, что глубина залегания водоупора в большинстве случаев не превышает 10 м, естественный отток высокоминерализованных грунтовых вод затруднен, а влагозарядковые поливы и промывки не могут получить широкого распространения по природно-хозяйственным условиям. В таких условиях проблема улучшения мелиоративной обстановки на оросительных системах должна решаться преимущественно путем оптимизации режима орошения, когда минимальными потерями оросительных вод и осадков на инфильтрацию достигается устойчивое рассоление почв.

Во второй главе анализируется состояние и изученность методов установления рационального режима орошения на засоленных и склонных к засолению землях.

Большой вклад в разработку методов борьбы с засолением орошаемых земель внесли советские ученые С.Ф.Аверьянов, И.П.Айдаров, С.Я.Безднина, Н.Ф.Беспалов, А.К.Вехбудов, В.Р.Волобуев, А.И.Голованов, Н.С.Горюнов, В.А.Духовный, В.В.Егоров, Д.М.Кац, В.А.Ковда, А.Н.Костяков, С.М.Кривовяз, В.М.Легостаев, Н.Г.Минашина, А.А.Рачинский, Л.М.Рекс, Н.М.Решеткина, Х.И.Якубов и другие. Было доказано, что на засоленных землях необходимо применять промывной режим орошения при наличии обеспеченного оттока грунтовых вод.

Однако большая длительность морозного периода (около 6 месяцев) и слабая дренированность орошаемых земель Центрального Казахстана не позволяют эффективно использовать имеющиеся разработки по мелиорации засоленных земель. Поэтому существует настоятельная необходимость в проведении исследований по выявлению рациональных параметров промывного режима орошения.

В третьей главе приведена методика выполнения исследований и дана схема закладки опытов и оборудования опытных участков.

Исследования проводились на двух опытно-производственных участках в совхозе "Казахстан" Молодежного района, Карагандинской области в 1980...1986 гг. В основу исследований положен балансовый метод. Обоснование типичности опытно-производственных участков проводилось по методике В.В.Шабанова, Е.П.Рудаченко.

Опытно-производственные участки были оборудованы гидропостами для учета водоотдачи и сброса воды, наблюдательными скважинами для изучения режима грунтовых вод, инфильтромерами для установления объемов инфильтрационных потерь оросительных вод, лизиметрами для установления интенсивности влаго- и солеобмена между зоной аэрации и грунтовыми водами.

Составляющие элементы водного баланса определялись непосредственным измерением их величин в полевых условиях по методическим разработкам А.Н.Костякова, С.Ф.Аверьянова, Д.М.Каца и других ученых. Составляющие элементы солевого баланса устанавливались по материалам солевых съемок, наблюдений за гидрохимическим режимом оросительных, дренажных и грунтовых вод.

Для определения оптимальных параметров режима орошения были заложены следующие варианты:

I вариант - при возделывании яровой пшеницы поливы проводились нормой $350 \text{ м}^3/\text{га}$:

- а) один полив - в фазу кущения;
- б) два полива - в фазу кущения и трубкования;
- в) три полива - в фазу кущения, трубкования и колошения;
- г) контрольный вариант - без полива.

II вариант:

а) расчетный режим орошения (контроль). Порог предполивной влажности поддерживался на уровне 70...75 % от НВ. Поливы проводились нормами, размеры которых определялись по дефициту влаги в 0,5 м слое почв;

б) промывной режим орошения. Порог предполивной влажности в верхнем полуметровом слое почв поддерживался на уровне 65...70, 70...75, 80...85, 85...90 % от НВ. Величины поливных норм, которые определялись по дефициту влаги в 0,5 м слое почв, составлялись на 10...20% и составляли: $650 \text{ м}^3/\text{га}$ при пороге предполивной влажности 65...70 % от НВ; $500 \text{ м}^3/\text{га}$ - 70...75 % от НВ; $350 \text{ м}^3/\text{га}$ - 80...85 % от НВ; $200 \text{ м}^3/\text{га}$ - 85...90 % от НВ.

Эвапотранспирацию, вертикальный влаго- и солеобмен между почвогрунтами зоны аэрации и грунтовыми водами устанавливали на лизиметрах (площадь $0,8...1,0 \text{ м}^2$) с монолитами ненарушенной структуры. Грунтовые воды минерализацией 7...8 г/л поддерживали на глубине 1,0; 2,0; 3,0 м. На опытно-производственных участках и лизиметрах возделывались яровая пшеница, кукуруза на силос и картофель. Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур соответствовала рекомендациям для исследуемой зоны.

Материалы исследований после систематизации обрабатывались на ЭВМ "Наири-2" с применением методов математической статистики, что позволило установить различные зависимости и оценить их достоверность.

Технико-экономические расчеты выполнены согласно основным положениям определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.

В четвертой главе приведены результаты исследований закономерностей формирования водно-солевого режима и баланса при орошении темно-каштановых почв для лет различной естественной влагообеспеченности, с учетом применяемого режима орошения, уровня залегания и минерализации грунтовых вод, степени дренированности орошаемой территории.

Исследованиями, которые проводились на опытно-производственном участке площадью 185 га, установлено, что применение режима орошения, когда поливы проводились малыми нормами ($350 \text{ м}^3/\text{га}$) в критические фазы развития растений обеспечивало рассоление почв только во влажные годы (менее 50 % обеспеченности) при залегании грунтовых вод глубже 4 м. Вместе с тем, установлено, что применение данного режима орошения неизбежно приводило к подъему уровня грунтовых вод и ухудшению мелиоративной обстановки на орошаемых землях.

Изучение формирования водно-солевого режима и баланса зоны аэрации при изменении режима орошения и уровня залегания грунтовых вод проводилось на лизиметрах. Размеры оросительных норм сельскохозяйственных культур зависели от года естественной влагообеспеченности, характера распределения осадков в течение вегетационного периода и изменялись в широких пределах: от $500 \text{ м}^3/\text{га}$ во влажный год (25 % обеспеченности) до $2600 \text{ м}^3/\text{га}$ в сухой год (75 % обеспеченности) при возделывании яровой пшеницы, от $1000 \text{ м}^3/\text{га}$ до $3200 \text{ м}^3/\text{га}$ при возделывании кукурузы на силос.

Изучение влагообмена между почвогрунтами зоны аэрации и грунтовыми водами показало, что во время проведения поливов неизбежно формировались инфильтрационные потери, а в межполивные периоды происходило подпитывание грунтовых вод в зону аэрации. При этом установлено, что интенсивность влагообмена между почвогрунтами зоны аэрации и грунтовыми водами зависела от параметров режима орошения, уровня грунтовых вод, вида сельскохозяйственных культур и естественной влагообеспеченности.

Анализ продуктивности сельскохозяйственных культур показал, что при росте порога предполивной влажности с 65...70 % до 80...85 % от НВ возрастала урожайность и снижался расход влаги на формирование единицы продукции. Дальнейшее повышение порога предполивной влажности до 90 % от НВ сопровождалось снижением урожайности и повышением расхода влаги на получение единицы продукции. Кроме того установлено, что в засушливые годы наблюдается рост урожайности.

Лизиметрическими исследованиями установлено, что благоприятная мелиоративная обстановка на засоленных и склонных к засолению почвах достигалась только при оптимальном соотношении солеобмена между почвогрунтами зоны аэрации и минерализованными грунтовыми водами, который предопределяется минерализацией грунтовых и инфильтрационных вод. При этом установлено, что максимальная минерализация инфильтрационных вод, а следовательно, и интенсивность рассоления почв, наблюдалась при поливах нормой $200 \text{ м}^3/\text{га}$ и пороге предполивной влажности 85...90 % от НВ. Увеличение размеров поливных норм, при соответствующем снижении порога предполивной влажности почв, привело к уменьшению минерализации инфильтрационных вод (табл. I).

Таблица I

Динамика минерализации инфильтрационных вод

Порог предполивной влажности, в % от НВ	Поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$	Уровень грунтовых вод, м	Минерализация инфильтрационных вод, г/л
65...70	650	1,0	0,7...1,1
		2,0	2,1...2,5
		3,0	2,7...3,1
70...75	500	1,0	1,3...1,5
		2,0	3,2...3,6
		3,0	3,8...4,1
80...85	350	1,0	1,8...2,2
		2,0	3,6...4,1
		3,0	4,4...4,7
85...90	200	2,0	2,3...2,6
		2,0	4,8...5,2 5,4...5,8

Установленные закономерности формирования минерализации ин-

фильтрационных вод взаимосвязаны с минерализацией поверхностных слоев грунтовых вод. Динамика изменения их минерализации зависела от режима орошения, уровня залегания грунтовых вод и количества атмосферных осадков, выпадающих в течение вегетационного периода (рис. I).

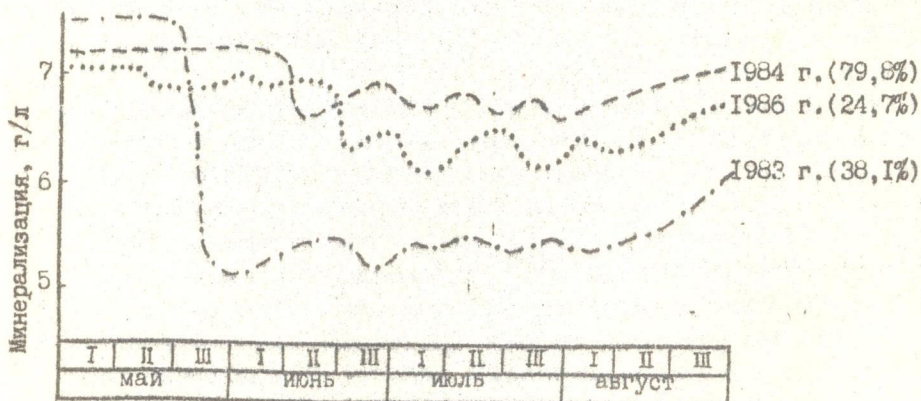


Рис. I. Динамика минерализации поверхностных слоев грунтовых вод в годы различной влагообеспеченности при поливах нормой 500 м³/га, пороге предполивной влажности 70...75% от НВ, УГВ=3,0 м.

Анализ солевого баланса почвогрунтов зоны аэрации показал, что темпы засоления и рассоления предопределяются параметрами режима орошения, уровнем грунтовых вод, длительностью вегетационного периода сельскохозяйственных культур и естественной влагообеспеченностью года. В сухом 1984 г. при возделывании яровой пшеницы отрицательный солевой баланс формировался при уровне грунтовых вод 3,0 м, когда поливы проводили нормой 350 м³/га при пороге предполивной влажности 80...85% от НВ и нормой 200 м³/га при пороге предполивной влажности 85...90% от НВ. Во влажном 1986 г. отрицательный солевой баланс формировался уже при уровне грунтовых вод 2,0 и 3,0 м, когда поливы проводили нормами 350 м³/га и 200 м³/га, а порог предполивной влажности поддерживался на уровне 80...85% и 85...90% от НВ.

При возделывании кукурузы на силос указанные закономерности сохранялись. В сухом 1984 г. отрицательный солевой баланс формировался при уровне грунтовых вод 2,7 м, когда поливы проводились

нормой 350 м³/га при пороге предполивной влажности 80...85% от НВ. Во влажном 1986 г. отрицательный солевой баланс формировался при уровне грунтовых вод 1,0 м, 2,0 м и 2,7 м, когда поливы проводились нормой 350 м³/га, при пороге предполивной влажности 80...85% от НВ, и при поливах нормой 500 м³/га, при пороге предполивной влажности 70...75% от НВ, когда грунтовые воды залегали на глубине 2,7 м.

Результаты лизиметрических исследований по изучению водно-солевого режима и баланса зоны аэрации при изменении режима орошения и уровня залегания грунтовых вод свидетельствуют о том, что выбор режима орошения, обеспечивающего рассоление почв, должен производиться с учетом изменения уровня грунтовых вод, их минерализации, обеспеченности года осадками и длительностью поливного периода сельскохозяйственных культур.

Опытная проверка мелиоративной эффективности более перспективных режимов орошения проводилась на опытно-производственном участке (45 га), степень дренированности которого изменялась в широком диапазоне:

- I зона - 150 м от оси коллектора (0,022...0,13 л/с·га);
- II зона - 150...300 м от оси коллектора (0,003...0,022 л/с·га);
- III зона - 300...500 м от оси коллектора (0,001...0,003 л/с·га).

Исследованиями установлено, что режим грунтовых вод на опытном участке зависел от дренированности орошаемых земель, параметров режима орошения и влагообеспеченности года. Широкий диапазон изменения указанных показателей определил особенности формирования водного баланса зоны аэрации (табл. 2).

Анализ солевого режима почвогрунтов зоны аэрации показал, что интенсивность их рассоления усиливалась при увеличении порога предполивной влажности почв и соответствующем снижении поливных норм. Например, в первой зоне при поливах нормой 500 м³/га и ниже пороге предполивной влажности 70...75% от НВ (1982 г.) запасы солей возросли на 3,44 т/га, а при поливах нормой 350 м³/га и пороге предполивной влажности 80...85% они уменьшились на 7,03 т/га относительно исходного содержания.

Значительное влияние степени дренирования орошаемых земель на характер миграций солей в зоне аэрации подтверждается накоплением солей в пределах 3,84 т/га при модуле дренажного стока 0,002 л/с·га и снижением запасов солей на 7,03 т/га при модуле дренажного стока 0,076 л/с·га, когда поливы проводились нормой 350 м³/га при пороге предполивной влажности 80...85% от НВ. Кроме того, установлено, что при модуле дренажного стока 0,076 л/с·

Таблица 2

Водный баланс почвогрунтов зоны аэрации за вегетационный период при изменении параметров режима орошения и степени дренированности орошаемых земель, м³/га

Год исследования	Обеспеченность года, %	Культура	Порог предливной влажности, % от НВ	Поливная норма, м ³ /га	атмосферные осадки	Приходные статьи				Расходные статьи				Итого
						поступление извне	водопользователя	дождевые	Итого	инфильтрационные потери	на орошения	потери в зонах	в аэрациях	
Первая зона														
1982	75,3	картофель	70...80...85	500	1276	3600	205	-	5081	4150	540	350	90	5130
1983	39,4	"	70...80...85	350	1276	3500	30	155	4961	4460	400	280	-	5140
Вторая зона														
1982	75,3	"	70...80...85	500	1276	3600	305	-	5181	4280	540	415	140	5375
1983	39,4	"	70...80...85	350	1276	3500	90	340	5206	4610	400	360	-	5350
Третья зона														
1982	75,3	"	70...80...85	500	1276	3000	410	150	4836	3980	450	510	-	4940
1983	39,4	"	70...80...85	350	1276	2900	185	320	4681	4260	350	405	-	5015
Итого														
1982	75,3	"	70...80...85	500	1888	2600	365	-	4853	5520	375	500	340	4735
1983	39,4	"	70...80...85	350	1888	2600	215	-	4703	3740	300	460	-	4500

га, когда поливы проводились нормой 500 м³/га при пороге предполивной влажности 70...75% от НВ во влажном 1983 г. произошло снижение запасов солей в зоне аэрации на 2,61 т/га, а в сухом 1982 г. запасы солей возросли на 3,44 т/га.

Таким образом, обоснование водосберегающего режима орошения, обеспечивающего рассоление тяжелых темно-каштановых почв, должно выполняться на основе оптимизации режима улажнения и степени дренированности орошаемых земель с учетом естественной влагообеспеченности.

В пятой главе приводятся принципы обоснования выбора водосберегающего режима орошения, обеспечивающего рассоление тяжелых темно-каштановых почв.

Выбор водосберегающего режима орошения, обеспечивающего устойчивое рассоление и нарастание естественного плодородия орошаемых земель, осуществлялся на основе использования метода солевого баланса. Главным критерием при оценке различных режимов орошения принято условие, при котором запасы солей в корнеобитаемом слое не должны превышать допустимых пределов:

$$S_{\text{фак}} \pm \Delta S^i \leq S_{\text{доп}}; \quad (I)$$

где: $S_{\text{фак}}$ - фактические запасы солей в корнеобитаемом слое почв (I м), т/га или %;
 $\pm \Delta S^i$ - изменение запасов солей в расчетном слое почв за период (I), т/га или %;
 $S_{\text{доп}}$ - допустимое содержание солей в корнеобитаемом слое почв (I м), т/га или %.

В случае, когда фактические запасы солей превышают допустимые пределы, необходимо проводить промывки. Допустимые пределы содержания солей имеют свои количественные значения для различных типов почв, сельскохозяйственных культур и климатических зон Казахстана. Для каждого севооборотного поля водосберегающий режим орошения должен обеспечивать условие, когда запасы солей в расчетном слое почв будут изменяться в таких размерах при которых не произойдет превышение допустимых пределов в период ротации сельскохозяйственных культур.

Из анализа экспериментальных исследований и литературных источников следует, что величина изменения запаса солей в расчетном слое почв, очень динамична и зависит от параметров режима орошения, уровня грунтовых вод и их минерализации, возделываемой культуры. Кроме того, она зависит и от степени естественной влагообеспеченности. Поэтому выражение (I) необходимо представлять в виде:

$$S_{\text{фак}} \pm \Delta S^{i,p} \leq S_{\text{гор}} \quad (2)$$

где: $\pm \Delta S^{i,p}$ — изменение запасов солей в расчетном слое почв в год определенной обеспеченности (P).

Количественные показатели изменения запасов солей ($\pm \Delta S^{i,p}$) в корнеобитаемом слое почв для различных лет обеспеченности и вероятностные характеристики их повторения за многолетний период обеспечат необходимую для практики надежность. Для оценки мелиоративной эффективности различных режимов орошения мы использовали данные заданной обеспеченности, которые используются при расчетах режима орошения — 25, 50, 75 и 95 %.

Вероятность повторения лет определенной обеспеченности может устанавливаться по кривой эмпирических вероятностей за многолетний период. При этом минимальная длина многолетнего периода должна составлять 25 лет.

Известно, что транспортирующая сеть оросительных систем рассчитывается для определенной обеспеченности, поэтому в засушливые годы, при дефиците оросительной воды, хозяйства вынуждены будут применять ущемленный режим орошения, что приведет к вторичному засолению почв. Однако степень засоления не должна превышать допустимые пределы, а во влажные годы необходимо применять такой режим орошения, который обеспечит удаление накопившихся солей в засушливые годы.

Анализ климатических условий по метеостанции г. Караганды с 1940 по 1986 годы показал, что исследования проводились в различные по обеспеченности годы (1980 г. — 66,8 %; 1981 г. — 45,6 %; 1982 г. — 75,3 %; 1983 г. — 39,4 %; 1984 г. — 79,8 %; 1985 г. — 35,2 %; 1986 г. — 24,7 %). При этом установлено, что в период с 1940...1986 гг. вероятность повторения лет 25 % обеспеченности составила 18 раз или 38 %, 50 % обеспеченности — 13 раз или 28 %, 75 % обеспеченности — 10 раз или 21 %, 95 % обеспеченности — 6 раз или 13 %.

На основании экспериментальных данных построены графики изменения солевого баланса для определенных параметров режима орошения и уровня грунтовых вод в зависимости от года обеспеченности (рис. 2). Использование данного графика позволяет устанавливать пределы изменения солевого баланса при определенных параметрах режима орошения и уровня грунтовых вод для различной обеспеченности (25, 50, 75 и 90 %).

В результате выполненных расчетов для 47 летнего ряда лет установлено, что при возделывании яровой пшеницы устойчивое рассоление почв достигается при уровне грунтовых вод 2,0 м, поливах нормой 200 м³/га и пороге предполивной влажности 85...90 % от НВ. Устойчивое рассоление может обеспечиваться и при поливах нормой 350 м³/га, пороге предполивной влажности 80...85 % от НВ и уровне грунтовых вод 3,0 м.

Мелиоративное благополучие на орошаемых землях достигалось при возделывании кукурузы на силос, когда уровень грунтовых вод залегал глубже 2,0 м, а поливы проводились нормой 350 и 200 м³/га при пороге предполивной влажности 80...85 и 85...90 % от НВ. При возделывании картофеля рассоление орошаемых земель обеспечивалось при поливах нормой 500, 350, 300 м³/га и пороге предполивной влажности 70...75 %, 80...85 %, 85...90 % от НВ, когда грунтовые воды залегали глубже 3 м, нормой 350 и 200 м³/га и пороге предполивной влажности 80...85 и 85...90 % от НВ, когда грунтовые воды залегали на глубине 2,0...3,0 м, а также нормой 200 м³/га при пороге предполивной влажности 85...90 % от НВ и уровне грунтовых вод 1,0...2,0 м.

Установленные различия в эффективности режимов орошения для определенных сельскохозяйственных культур позволяют оптимизировать направление мелиоративных процессов для севооборотного поля. При выборе оптимального режима орошения для севооборотного гектара различных сельскохозяйственных культур необходимо учитывать следующие условия:

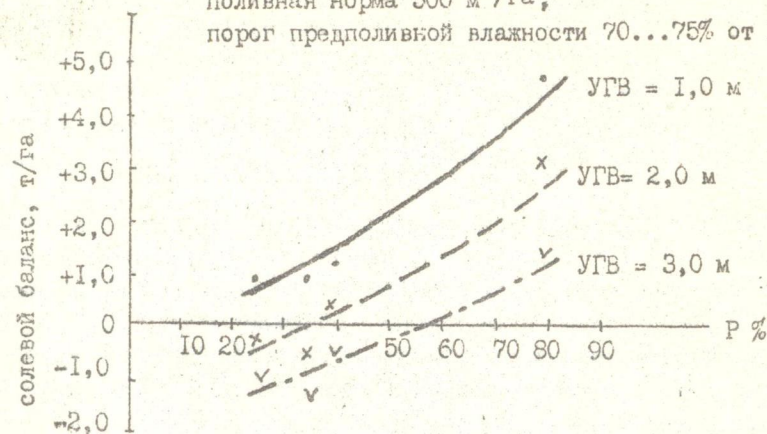
1. Тип севооборота.

2. Удельный вес сельскохозяйственной культуры в севообороте.

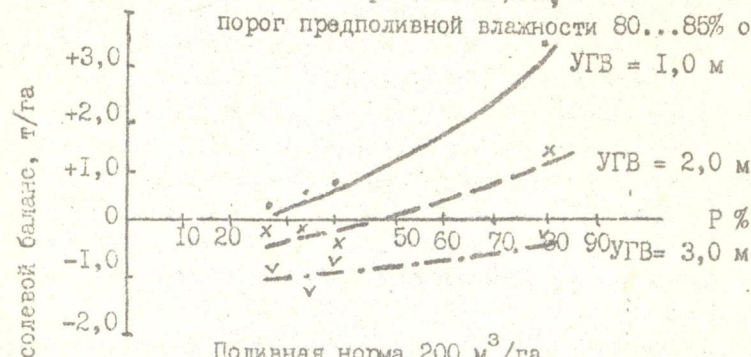
Расчеты для кормового и картофельного севооборота показали, что устойчивое рассоление почв обеспечивается при поливах нормами 350, 200 м³/га, порогах предполивной влажности 80...85 %, 85...90 % от НВ и уровне грунтовых вод 2,0 и 3,0 м.

При сопоставлении вариантов и оценке мелиоративных мероприятий использовали сравнительную экономическую эффективность, кото-

Поливная норма $500 \text{ м}^3/\text{га}$,
порог предполивной влажности $70...75\%$ от НВ



Поливная норма $350 \text{ м}^3/\text{га}$,
порог предполивной влажности $80...85\%$ от НВ



Поливная норма $200 \text{ м}^3/\text{га}$,
порог предполивной влажности $85...95\%$ от НВ

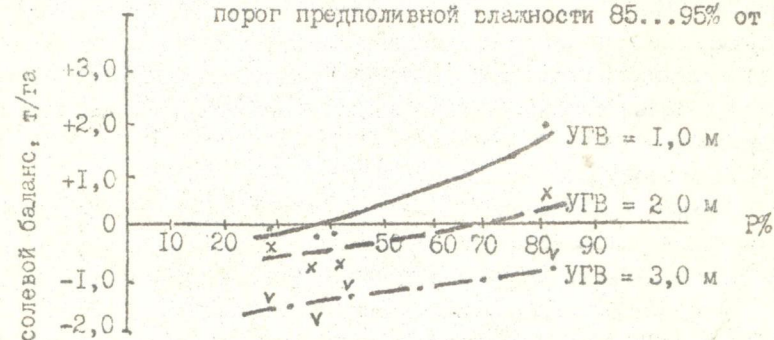


Рис. 2. Динамика солевого баланса при возделывании яровой пшеницы в зависимости от обеспеченности года

рая определялась по минимуму приведенных затрат. Расчеты показали, что для кормового севооборота самым экономичным вариантом является такой режим орошения, когда порог предполивной влажности не опускался ниже $80...85\%$ от НВ, а поливы проводились нормой $350 \text{ м}^3/\text{га}$, при залегании уровня грунтовых вод глубже $2,0 \text{ м}$.

ВЫВОДЫ

1. Опыт эксплуатации оросительных систем в Центральном Казахстане показывает, что при разработке режима орошения недостаточно учитываются сложности почвенно-мелиоративных и климатических условий, поэтому происходит подъем уровня грунтовых вод и развиваются процессы вторичного засоления. В таких условиях проблема рассоления почв должна решаться преимущественно путем оптимизации режима орошения.

2. Исследованиями установлено, что применение режима орошения, когда поливы проводились малыми нормами ($350 \text{ м}^3/\text{га}$) в критические фазы развития растений возможно только во влажные годы ($< 50\%$ обеспеченности), когда не развиваются процессы вторичного засоления почв. Длительное использование данного режима орошения неизбежно приведет к подъему уровня грунтовых вод и ухудшению мелиоративной обстановки на орошаемых землях.

3. Изучение влагообмена между почвогрунтами зоны аэрации и грунтовыми водами показало, что при поливах неизбежно формировались инфильтрационные потери оросительных вод и осадков, а в межполивные периоды происходило поступление грунтовых вод в зону аэрации. Соотношение нисходящих токов влаги в зоне аэрации к восходящим регламентируется параметрами режима орошения и естественной влагообеспеченностью года. В сухие годы ($> 50\%$ обеспеченности) превышение нисходящих токов влаги над восходящими достигалось поливными нормами 350 и $200 \text{ м}^3/\text{га}$ при пороге предполивной влажности $80...85\%$ и $85...90\%$ от НВ и уровне грунтовых вод глубже $3,0 \text{ м}$. Во влажные годы ($< 50\%$ обеспеченности) данное соотношение достигалось при поливах нормами 650 ; 500 ; 350 и $200 \text{ м}^3/\text{га}$, порогах предполивной влажности соответственно $65...70$; $70...75$; $80...85$; $85...90\%$ от НВ и уровне грунтовых вод глубже $2,0 \text{ м}$.

4. Анализ продуктивности сельскохозяйственных культур показал, что рост порога предполивной влажности с $65...70\%$ до $80...85\%$ от НВ повышает урожайность и снижает расход влаги на формирование единицы продукции. Дальнейшее повышение порога предполивной влажности

до 85...90 % от НВ приводит к снижению урожайности и увеличению расхода влаги на получение единицы продукции.

5. Результаты изучения закономерностей формирования водно-солевого режима и баланса почвогрунтов, при большом диапазоне изменения параметров режима орошения показало, что проблема борьбы с засолением орошаемых земель может решаться только на фоне дренажа при модуле дренажного стока 0,05...0,1 л/с·га.

6. Разработанные принципы обоснования водосберегающего режима орошения обеспечат устойчивое рассоление орошаемых земель с учетом засоления почвогрунтов, режима грунтовых вод, степени дренажированности орошаемой территории и изменчивости естественной влагообеспеченности.

7. В качестве критерия оптимизации при технико-экономической оценке водосберегающего режима орошения принят минимум удельных затрат на единицу продукции. Расчеты показали, что самым экономичным является вариант, когда порог предполивной влажности не опускался ниже 80...85 % от НВ и поливах нормой 350 м³/га, а грунтовые воды не поднимались выше 2,0 м. При данных параметрах режима орошения нормы водоотведения (дренажного стока) от водозабора составляют 5...15 % для закрытых оросительных систем и 10...25 % для комбинированных.

8. Внедрение основных результатов диссертационной работы в хозяйствах Карагандинской области подтвердила высокую их экономическую эффективность. Годовой экономический эффект в 1986 году составил 54,7 руб/га.

ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:

1. Лим В.М. Формирование водного баланса орошаемых земель и зоне канала Иртыш-Караганда. - Тезисы докладов научно-технической конференции молодых ученых и специалистов. - Джамбул, 1983, с.4...6.

2. Лим В.М. Управление мелиоративными процессами при изменении степени дренажированности орошаемых земель Центрального Казахстана. - Сб. научных трудов КазНИИВХ, Ташкент, 1984, с.53...60.

3. Лим В.М., Раимбаев К.Т. Обоснование режима орошения сельскохозяйственных культур на засоленных землях Центрального Казахстана. - Тезисы докладов научно-технической конференции молодых ученых и специалистов. - Коломна, 1985, с.49...50.

4. Лим В.М., Вышпольский Ф.Ф., Кашкинбеков К.А., Тиль В.А.,

Макаревич В.И., Джаманбаев Б.С. Временные рекомендации по оперативному планированию режима орошения с учетом изменения климатических, почвенно-мелиоративных условий и получения запрограммированных урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Карагандинской области. - Караганда, 1985, 31 с.

5. Лим В.М. Водосберегающая технология орошения кукурузы на силос на засоленных почвах степной зоны Казахстана. - Сб. научных трудов КазНИИВХ, Ташкент, 1987, с.109...118.

6. Лим В.М., Раимбаев К.Т., Бекбаев Р.К. Корректировка норм лиманного орошения с учетом мелиоративных и климатических факторов. - Сб. научных трудов КазНИИВХ, Ташкент, 1987, с.141...149.

7. Лим В.М., Бекбаев Р.К., Попова Е.Б. Выбор параметров режима орошения сельскохозяйственных культур при дождевании в Центральном Казахстане. - Тезисы докладов научно-технической конференции молодых ученых и специалистов. - Коломна, 1987, с.54...56.

8. Лим В.М. Обоснование режима орошения на засоленных темно-каштановых почвах. - Тезисы докладов шестой республиканской конференции почвоведов Казахстана, - Алма-Ата, 1987, с.72...73.

9. Лим В.М. К вопросу выбора оптимального солевого режима орошаемых темно-каштановых почв. - Тезисы докладов всесоюзной научно-практической конференции молодых ученых. - Москва, 1989, с.91...92.

10. Лим В.М., Вышпольский Ф.Ф., Бекбаев Р.К., Раимбаев К.Т. Физическое моделирование процессов влаго- и солепереноса в мелиорируемой толще почв при изменении режима увлажнения почв. - Сб. научных трудов ДГМСИ, Ташкент, 1988, с.84...91.

