

ШЕРАЛИЕВ ХАМИДУЛЛА

**ВОДНО-СОЛЕВОЙ РЕЖИМ
ПОЧВЫ И УРОЖАЙ ХЛОПКА-СЫРЦА
НА ФОНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО
ДРЕНАЖА В УСЛОВИЯХ
ГОЛОДНОЙ СТЕПИ**



Шералиев Хамидилла

**ВОДНО-СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И УРОЖАЙ ХЛОПКА-СЫРЦА
НА ФОНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В УСЛОВИЯХ ГОЛОДНОЙ
СТЕПИ**

Ташкент-2019г

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Ташкентский Государственный Аграрный Университет

Шералиев Х.

Водно-солевой режим почвы и урожай хлопка-сырца на фоне
вертикального дренажа в условиях Голодной степи

Ташкент – 2019

УДК: 631.6+633.41

Водно-солевой режим почвы и урожай хлопка-сырца на фоне вертикального дренажа в условиях Голодной степи.

Автор Шералиев Х

Ташкентский Государственный Аграрный Университет

В монографии приводятся литературные сведения и результаты исследований автора по литологическим условиям, конструкция и показатели работы вертикального дренажа, механический состав и агрофизические свойства почвы, сроки поливов, поливные и оросительные нормы хлопчатника, режим грунтовых вод, водный режим почвы и концентрация почвенного раствора, концентрация клеточного сока в листьях хлопчатника, степень засоленности и состав солей в почве, солевой режим почвы, солевой баланс почвы, рост, развитие и урожай хлопка-сырца.

Рецензенты

1. Бўриев С. – Кондидат сельскохозяйственных наук, доцент (ТИИМСХ)
2. Норкулов У. – Доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ТГАУ)

Рекомендовано к опубликованию Научно-техническим советом Ташкентского ГАУ
(Протокол № 5 от 30 июля 2019 года)

Ссылка: Шералиев Х. Водно-солевой режим почвы и урожай хлопка-сырца на фоне вертикального дренажа в условиях Голодной степи. Монография. – Ташкент.- Узбекистан.- 2019 г. 145с.

	ОГЛАВЛЕНИЕ	Стр.
	ВВЕДЕНИЕ	6
1.	ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
2.	ПРИРОДНЫЕ И ИРРИГАЦИОННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ	28
3.	СХЕМА ОПЫТОВ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	37
3.1.	Место проведения опытов и почвенно-мелиоративные условия	37
3.2.	Схема опытов и методика проведения исследований	39
3.3.	Метеорологические условия	44
3.4.	Агротехника хлопчатника	46
4.	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	48
4.1.	Литологические условия, конструкция и показатели работы вертикального дренажа	48
4.2.	Механический состав и агрофизические свойства почвы	52
4.3.	Сроки поливов, поливные и оросительные нормы хлопчатника	59
4.4.	Режим грунтовых вод	66
4.5.	Водный режим почвы и концентрация почвенного раствора	72
4.6.	Концентрация клеточного сока в листьях хлопчатника	82
4.7.	Степень засоленности и состав солей почвы	86
4.8.	Солевой режим почвы	96
4.9.	Солевой баланс почвы	100
4.10.	Густота стояния, рост, развитие и плодоношение хлопчатника	108
4.11.	Урожай хлопка-сырца	115
4.12.	Экономическая эффективность различных режимов орошения	119
5.	ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ ХЛОПЧАТНИКА	121
	ВЫВОДЫ	125
	ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ	128
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	129
	ПРИЛОЖЕНИЯ	138

ВВЕДЕНИЕ

В Постановлении президента Республики Узбекистан «О государственной программе развития ирригации и улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель на период 2018-2019 годы» отмечено, что последовательное осуществление за последние годы широкого комплекса мер, направленных на улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель и рационального использования водных ресурсов, а также в целом сельскохозяйственного производства в республике позволило принять ряд мероприятий.

В соответствии с программой из средств Фонда мелиоративного улучшения орошаемых земель при Кабинете Министров предусмотрено строительство и реконструкция 5443 км коллекторно-дренажных сетей, 751 скважин вертикального дренажа, отремонтировано и восстановлено 72,2 тыс. км коллекторно-дренажных сетей, 2097 скважин вертикального дренажа, 75 мелиоративных насосных станций и др.

В целях создания благоприятных условий для дальнейшего устойчивого развития сельскохозяйственного производства, безусловного обеспечения своевременной и качественной реализации комплекса мер по развитию ирригации, улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель и рационального использования водных и земельных ресурсов, согласно с программой из существующих 4100 скважин за 2019 год предусмотрено строительство и реконструкция скважин вертикального дренажа 1087 шт., из них 611 шт. за 2018 г., 476 шт. за 2019 год.

Вертикальный дренаж является одним из новых способов мелиорации засоленных земель с откачкой подземных и грунтовых вод из глубоких скважин, оборудованных глубинными насосами. Применение вертикального дренажа позволяет увеличить КПД земель, производительность труда, управлять водным и солевым режимами почв, что обеспечивает более стабильные и высокие урожаи сельскохозяйственных растений.

Вертикальный дренаж обладает рядом преимуществ, которые эффективно отличают его от других видов дренажа:

- он не занимает полезной площади;
- позволяет держать уровень грунтовых вод на заданной глубине;
- позволяет получить быстрый мелиоративный эффект;
- использовать откачиваемые подземные воды на орошение и промывки;
- строительство и его эксплуатация не мешает сельскохозяйственному производству и могут вестись круглогодично;
- строительство и эксплуатация скважин полностью механизирована и автоматизирована.

Вертикальный дренаж впервые был применен в 1920-25 годах в США. К 1950 г. колодцы вертикального дренажа насчитывались в США до 130 тыс.

В настоящее время вертикальный дренаж, кроме США широко применяется в Египте, Индии и др. странах.

Развитие и перспективы применения вертикального дренажа в Узбекистане имеет свою историю, которой принадлежит первенство в развитии принципов применения и широкое внедрение вертикального дренажа. В конце 20-х, начале 30-х годов в Голодной степи, в Бухарской области (левобережье канала Шахруд), а затем в Ферганской долине проходили испытания одиночных колодцев различных конструкций.

Появилось несколько очерков, характеризующих гидрогеологические условия оазисов Узбекистана с точки зрения перспективности применения вертикального дренажа или Калифорнийских колодцев, как их тогда называли.

С 1970 г. Узгипроводхоз, Ташкентское отделение Союзгипрорис и Средазгипроводхлопок при участии САНИИРИ разработали схемы и проекты по развитию систем вертикального дренажа, в том числе на осваиваемых Голодной и Каршинской степях.

В Постановлении указано, что новые крупные шаги предстоит сделать в развитии мелиорации сельскохозяйственных угодий. Центральной задачей

является коренное улучшение использования, повышение плодородия мелиорированных земель, ликвидация отставания их хозяйственного освоения. Повсеместно обеспечить комплексное освоение вводимых мелиорированных площадей, там, где возможно, концентрировать их в специализированных хозяйствах и межхозяйственных объединениях для организации высокоэффективного земледелия.

В Постановлении указано, также на необходимость повышения эффективности научных исследований как одного из решающих факторов ускорения научно-технического прогресса сельскохозяйственного производства. Одним из главных направлений научно-технического прогресса земледелия является мелиорация земель, особенно необходимая и обязательная в условиях орошаемого земледелия.

Сегодня мелиорация земель развернулась широким фронтом во всех зонах страны. В этой работе ведущая роль принадлежит научно-техническому прогрессу, внедрению новых прогрессивных методов труда.

В частности, в настоящее время для мелиорации засоленных земель широко применяется наряду с горизонтальным (открытым и закрытым), также вертикальный дренаж. На территории Республики Узбекистан этот вид дренажа действует уже на площади около 300 тысяч гектаров. В дальнейшем он будет внедрен в староорошаемой зоне Голодной степи на площади около 400 тысяч гектаров, в Бухарском оазисе и Ферганской долине будет дренировано вертикальными скважинами соответственно 150 и 80 тысяч гектаров.

В Голодной степи вертикальный дренаж в настоящее время широкое распространение получил на староорошаемых массивах, на землях с почвами средне- или сильно засоленными, требующими усиленных промывок. Такие почвы по разным массивам иногда составляют до 30-50% общей площади посевов.

С вводом в действие вертикального дренажа создается возможность для рассоления почвогрунтов быстрыми темпами. Промывки при этом

являются наиболее эффективным приёмом удаления из почвы вредных для растений солей.

Обеспечивая нисходящие токи грунтовых вод и рассоление почвогрунта, вертикальный дренаж создает по депрессионной кривой в пределах каждого крупного орошаемого участка различные условия по глубине залегания грунтовых вод. В связи с этим в пределах каждого участка требуется применение дифференцированного режима орошения сельскохозяйственных культур, в том числе и хлопчатника. Однако, несмотря на большое практическое значение дифференцированных режимов орошения на фоне действия вертикального дренажа вопрос этот до последнего времени остается мало изученным.

Недостаточно изученными являются также вопросы водного и солевого режимов почвы, а также солевого баланса почвы орошаемого участка в условиях действия вертикального дренажа, при различной глубине залегания грунтовых вод и различных режимах орошения хлопчатника.

Между тем знание особенностей мелиоративного режима почвы орошаемого участка в условиях действия вертикального дренажа очень важно для правильного планирования на подверженных засолению землях необходимых агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Этой цели, в виду большой актуальности и практической значимости отмеченных выше вопросов, и посвящена тема монографии.

Главными задачами соответствующих исследований по ней являлись:

- Определить в производственных условиях хлопководческого хозяйства, в зоне действия скважины вертикального дренажа, различия условий орошаемого участка в отношении глубины залегания и степени минерализации грунтовых вод, степени засоленности и состава солей почвы.
- Изучить влияние этих условий, а также различного режима орошения хлопчатника на водно-солевой режим и солевой баланс почвы, на рост, развитие и урожайность хлопчатника.

- Разработать на основании результатов исследований, для земель, мелиорируемых вертикальным дренажом, практические рекомендации по дифференцированному применению режима и размера орошения хлопчатника, а также осуществлению мелиоративных мероприятий для наибольшего повышения плодородия почв и урожайности хлопчатника.

I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Изучению вопросов водно-солевого режима орошаемых почв в различных мелиоративных условиях уделено большое внимание многих исследователей (В.А. Ковды, В.В. Егорова, И.Г. Минашиной, С.Ф. Аверьянова, В.Р. Болобуева, И.С. Рабочева, Н. М. Решеткиной и др). Значительно меньше мелиоративных исследований, посвященных изучению вопросов водно-солевого режима почв в условиях действия вертикального дренажа. По изучению же режима орошения хлопчатника на участках, находящихся в зоне действия скважин вертикального дренажа, имеются лишь единичные работы.

В.А. Ковда (1946) указывал, что в соленакоплении орошаемых почв важную роль играют поливные и грунтовые воды. Он отмечал, что при застойных близких грунтовых водах, участвующих в водно-солевом режиме почв, соли, приносимые с оросительной водой, будут суммироваться с солями, поступающими от грунтовых вод.

Приближение грунтовых вод к дневной поверхности, вследствие систематического питания их фильтрационными и избыточными поливными водами, влечет усиление процесса расходования их на испарение с накоплением солей в почвенных горизонтах, грунте и самой грунтовой воде.

Важные положения о путях регулирования режима орошаемых почв высказал В.В. Егоров. В статье «Новейшие тенденции в регулировании солевого режима орошаемых почв» (1976) он отмечал, что в Узбекистане накоплен большой опыт регулирования водного и солевого режимов орошаемых почв. Этот опыт показал важность учета влияния на солевые процессы обычной в пределах орошаемого поля неоднородности почв (широкое варьирование фильтрационных свойств сложения, гранулометрического состава, исходной и последующей засоленности почвы). Исследования показали также, что вторичное засоление почв устойчиво проявляется в условиях той или иной напорности грунтовых вод.

Она может быть общей, естественной, чаще же напорность является местной, вторичной, создаваемой орошением и проявляется на любой равнинной территории (под влиянием неравномерных нагрузок на близкий уровень грунтовых вод).

Полностью исключить отрицательное влияние вторичной местной напорности солевых грунтовых вод и тем самым ликвидировать восходящие движения растворов в корнеобитаемый слой при неглубоком (выше физической глубины) уровне грунтовых вод практически невозможно без перерасхода поливной воды. Реально это достижимо при значительном дополнительном расходе воды на промывной режим с чрезмерным разбавлением соленых грунтовых вод фильтрационными и обеспечения их дренажа.

Как показывают мелиоративные исследования в солевом балансе почвы, главными статьями прихода солей являются: поступление солей с оросительными водами, а также накопление солей в процессе испарения минерализованных грунтовых вод. Расход же солей обуславливается главным образом выносом их поливными и промывными водами в собственную толщу почвогрунта, в грунтовые воды, а также через коллекторно-дренажную сеть.

Величина поступления солей при испарении грунтовых вод в большой мере зависит от капиллярных свойств (водоподъемной способности) почв.

На почвах с большой водоподъемной способностью расходы грунтовых вод на испарение и транспирацию могут быть весьма значительными. Так, в однородных среднесуглинистых почвах Голодной степи по данным лизиметрических исследований в Голодной степи И.К. Киселевой (1957) они находились в пределах: при глубине залегания грунтовых вод 1 м 64,0-86,5%, 2 м 24,7-45,7%, 3 м 4,9-7,3% от суммарного водопотребления.

В природных условиях по данным полевых исследований на той же станции П.Ф. Беспалова (1970) эти показатели при глубине залегания грунтовых вод 1,5 м были на уровне 60-65%, 2,5 м - 40-45%, 3,5 м - 25-30%.

Важную роль в регулировании солевого режима почв играют поливы. Н.Г. Минашина (1976) отмечала, что при изучении поливных режимов до недавнего времени не уделялось должного внимания солевым процессам. Роль поливов рассматривалось только как средство увлажнения почвы без учета влияния на солевые процессы. Вследствие этого были сделаны неправильные выводы о необходимости режимов "жесткого водопотребления", рассчитанным лишь на восполнение влаги в почве. При этом не учитывалось поступление солей с грунтовой водой и потребность поливной воды для вымывания солей. Н.Г. Минашиной указывалось, что полив только с учетом компенсации расхода воды на испарение и транспирацию также порочен, как и слишком большой расход воды, значительно превышающий размеры истинной потребности на поливной промывной режим, необходимость которого получила общее признание.

В мелиоративных исследованиях по солевому режиму почв важным явился вопрос об оптимальной глубине залегания минерализованных грунтовых вод.

Большинством авторов принимается, что при наличии минерализованных грунтовых вод, вызывающих засоление почв, залегание их должно быть достаточно глубоким (ниже критического уровня).

По Б.В. Федорову (1953) для почв в той или иной степени засоленных, критической является та глубина залегания грунтовых вод, при которой процессы засоления и рассоления почв уравниваются (общий приход и общий расход солей в почве за сезон одинаковы). При глубине грунтовых вод выше критической в почве преобладают восходящие солевые токи, приход солей больше их расхода, засоление почвы усиливается. При глубине ниже критической, наоборот, преобладают нисходящие солевые токи, содержание солей в почве (при определенных нормах орошения и дренирования) уменьшается и почвы постепенно рассоляются.

Для различных почвенно-мелиоративных условий показатели критической глубины залегания грунтовых вод не одинаковы. А.Б. Нерозин (1974)

отмечал, что эти показатели зависят в основном от капиллярных свойств почвы (её водоподъемной способности), степени минерализации грунтовых вод, климатических условий местности (величины испарения). В зависимости от этих условий для хлопковых полей им указываются следующие примерные показатели: при слабой водоподъемной способности почвы и минерализации грунтовых вод 1,5-3,0 г/л критическая глубина их залегания 1,2-1,5 м, а наименьшая допустимая 1,5-1,75 м; при средней водоподъемной способности и минерализации грунтовых вод 3,0-5,0 г/л соответственно 1,75-2,0 и 2,0-2,3 м; при сильной водоподъемной способности и минерализации грунтовых вод 5,0-8,0 г/л соответственно 2,2-2,5 м и 2,5-3,0 м.

Б.Б. Полинов (1956) дал определение критической глубины залегания уровня засоляющей почву грунтовой воды, как расстояние между зеркалом грунтовой воды и поверхностью почвы, при уменьшении которого начинается поверхностное засоление почвы.

В.А. Ковда (1946) критической называет такую глубину, выше которой капиллярные соленосные растворы, восходящие от зеркала минерализованных грунтовых вод, достигают поверхности почвы, вызывают соленакопление в почве, угнетение и гибель растений.

По мнению Н.Г. Минашиной (1972, 1974), понятие "критическая глубина", так же, как и понятие "критическая минерализация" грунтовых вод, предложенное П.А. Керзумом и О.А. Грабовской (1957), не отражают такие важные и непременно действующие факторы, как время, режим орошения и минерализация оросительных вод. В этой связи Н.Г. Минашина предложила понятие - "критический солевой режим почвы". Солевой режим почвы может быть назван критическим, когда концентрация почвенных растворов периодически приближается в токсическому уровню для сельскохозяйственных растений, но не превышает его.

Б.В. Федоровым (1963) была установлена зависимость степени вредного действия солей на растений как от количества, так и состава солей в

почве. Им показано, что в районах Ферганской долины, где в почвах преобладают сульфатные, менее вредные для растений соли, безвредная для молодых растений хлопчатника сумма солей в почве (сухой остаток) может достигать до 0,75-1% от массы сухой почвы. В почвах же Голодной степи, где наряду с сульфатами в почвах относительно много и хлористых солей, допустимое содержание всех солей должно быть не больше 0.20-0.35% (в метровом слое почвы).

Имеются заключения о необходимой степени опреснения почв при промывках и других авторов. Так, В.А. Ковда, В.В. Егоров для районов Средней Азии за оптимальное солесодержание в слое почвы 0,50 м принимают: хлора меньше 0.005%, сухого остатка до 0,2-0,6% (от массы сухой почвы).

На большое значение в формировании солевого режима орошаемых почв поливов, глубины залегания и степени минерализации грунтовых вод указывают А. Рамазанов, Е. Курбанбаев (1978). Они отмечают, что в низовьях Амударьи основными источниками накопления солей в почвогрунтах являются поливные воды р. Амударьи, а также минерализованные грунтовые воды. Вторичное засоление почв происходит в результате поднятия неглубоко залегающих минерализованных грунтовых вод. При близком их залегании и практической бессточности, крайне засушливый климат обуславливает высокую их испаряемость, преобладание в почвогрунтовой толще восходящих токов над нисходящими, что влечет за собой перемещение в активную зону водорастворимых солей и засоление почвы.

Они же указывает, что по исследованиям З.П. Пушкарева и А. Мусаханова (1973) в условиях недостаточной дренированности территории и напорности подземных вод, когда пьезометрический напор круглый год остается выше уровня грунтовых вод в почвенной толще формируется положительный солевой режим и происходит систематическое увеличение запасов легкорастворимых солей.

Важные положения об условиях эффективного использования вертикального дренажа для рассоления земель высказаны в результате мелиоративных исследований ВНИИГиМа в Голодной степи. В. Макарова по этим исследованиям, проведенным в 1967-1972 гг. в хозяйстве им. Узакова, отмечала, что перемещение напорных подземных вод к дневной поверхности приводят к переувлажнению и засолению земель. Поэтому задача вертикального дренажа заключается в снижении их напора и создании таких гидравлических условий движения грунтовых и подземных вод, при которых путем заполнения при промывках или промывных вегетационных поливах порового пространства почвогрунтов над уровнем грунтовых вод возможно создать дополнительное гидростатическое давление на подземные воды. При таких гидравлических нагрузках приходят в движение застойные грунтовые воды, возникает интенсивная их фильтрация с перемещением промывных и минерализованных грунтовых вод в нижележащие слои и к фильтрам скважин вертикального дренажа. Была выявлена возможность осуществления таким путем рассоления целинных засоленных земель на фоне вертикального дренажа.

По вопросам режима орошения хлопчатника на фоне действия вертикального дренажа, как уже отмечено выше, имеются лишь единичные исследования.

В Голодной степи А.Н. Ким провел в 1972-1974 гг. в хозяйстве им. 30-летия Октября Кировского района Чимкентской области опыты по изучению режима и норм орошения хлопчатника на фоне эффективно и слабо действующего вертикального дренажа. Первый опытный участок расположен на расстоянии 30-150 м, второй на 800-900 м от скважины вертикального дренажа. Весной грунтовые воды на первом участке находились на глубине 2,2-2,5 м, осенью 4,0-4,2 м. На втором участке грунтовые воды залежали на 70-110 см выше. Почвы сероземно-луговые, среднесуглинистые, слабозасоленные, отличающиеся большой водоподъемной способностью.

На обоих участках испытывались схемы поливов хлопчатника с четырьмя, тремя и двумя поливами. При этом на одноименных по поливной влажности почвы вариантах опыта число поливов на обоих участках, несмотря на различия в глубине залегания грунтовых вод, оказалось одинаковым. Обусловлено это большим подтоком влаги от грунтовых вод даже при относительно глубоком их залегании (2,5-3 м). Наилучшие по уровню варианты опыта, при одинаковом числе поливов (3), отличались лишь по величине поливных и оросительных норм. На первом участке оптимальной оказалась схема поливов 1-2-0, при поливных нормах 1000-1200 и оросительной норме 3500 м³/га, на втором - также схема поливов 1-2-0, при поливных нормах 900-1000 м³/га и оросительной норме 3000 м³/га.

Одним из важных факторов, определяющих солевой режим почв, урожайность хлопчатника и других сельскохозяйственных культур является режим и размер их орошения.

При недостатке воды в растениях процессы гидролиза начинают преобладать над процессами синтеза, сильно снижаются транспирация и ассимиляция, происходит потеря органического вещества. Это доказано работами таких исследователей, как В.А. Новиков (1930,1936), И.М. Васильев (1935), А.И. Алексеев (1937, 1938, 1948). Ф.Д. Сказкин (1938), Н.А. Максимов (1939), Крафт, Харриер, Стокинг (1951), Н.С. Петин (1963) и других.

Недостаток водоснабжения растений вызывается не только почвенной, но и воздушной засухой. При сравнительно высокой влажности почв, но при высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха, водный дефицит растений может увеличиться до неблагоприятных размеров, как это подчеркивали В.В. Виннер (1902-1905), И.Н. Кондо (1931), А.И. Алексеев (1937), Ф.Д. Сказкин (1938), В.С. Шардаков (1953) и другие ученые и исследователи.

В.С. Шардаков (1953) отмечает, что каждая клетка или полый орган растения с определенной силой забирает и удерживает воду. Эта сосущая

сила зависит от условия водоснабжения растений. При обильном водоснабжении сосущая сила (например, листьев) мала, при плохом водоснабжении она возрастает тем больше, чем менее насыщены водой клетки растений. Если растение испытывает недостаток в воде, то сосущая сила его клеток возрастает, и они с большей силой притягивают к себе воду из почвы.

С.Н. Рыжов (1948) отмечает, что почва тоже обладает всасывающей силой. Всасывающая сила почвы, полностью насыщенной влагой, равна нулю. С уменьшением влажности почвы всасывающая сила повышается. Так, на незасоленных, хорошо увлажненных почвах она не превышает одной атмосферы. При влажности завядания растений всасывающая сила повышается примерно до 15 атмосфер. На орошаемых, значительно засоленных почвах она может увеличиться до 30-40 атмосфер, а на солончаках - до 100-150 атмосфер и больше.

Соотношение величины всасывающей силы почвы и сосущей силы растения и определяет возможность поступления в него воды. Вода не может поступать в растение, если влажность почвы сильно понижается, и вследствие этого всасывающая сила почвенного раствора начинает превышать величину сосущей силы растения.

Водный режим растения в значительной степени изменяется при засолении почв. Так, по данным В.А. Бурыгина и И.Е. Елсукова (1942) скорость процесса набухания семян хлопчатника значительно снижается по мере увеличения концентрации солей в воде.

По данным В.А. Ковды (1947), в молодом возрасте хлопчатник имеет сосущую силу листьев до 12-15 атмосфер, которая может превышать осмотическое давление почвенного раствора. При высокой концентрации почвенного раствора растения отстают в своем росте и развитии вследствие "физиологической сухости" почвы и расстройства минерального питания растений.

Проводя опыты в Голодной степи, Х. Аманов (1942) установил, что хлопчатник за июнь-август месяцы на засоленном участке потребил на транспирацию 4041 м³/га, на слабозасоленном участке - 2256 м³/га и на засоленном участке - 529 м³/га.

На основании исследований С.Н. Рыжова (1940), В. Е. Еременко (1949) считается, что в течение вегетационного периода на долю расхода воды хлопчатником приходится 60-80%, а на испарение из почвы -20-40% от общего водопотребления. Однако эти показатели могут изменяться в зависимости от урожая и приёмов агротехники: чем больше окультурена почва и выше качество приёмов агротехники, тем меньше потери воды на испарение из почвы, тем лучше используют её растения.

На основании многолетних опытов С.Н.Рыжов (1948) пришел к выводу, что влажность почвы перед поливами не должна быть ниже 70% от её предельной полевой влагоемкости и только перед созреванием можно допускать её снижение до 60%. В период до цветения и в цветение-плодообразование уменьшение влажности до 65% во всех случаях ведет к заметному снижению урожая, а повышение её до 75% мало влияет на повышение урожайности хлопчатника.

Исследованиями С.Н. Рыжова (1937, 1948), В. Е. Еременко (1957, 1959) установлено, что хлопчатник на засоленных почвах при режиме орошения с предполивной влажностью 70% от полевой влагоемкости испытывает недостаток воды. Эти авторы отмечают, что на засоленных почвах с увеличением концентрации почвенного раствора повышается влагоудерживающая способность почвы и тем самым ухудшается снабжение растений водой. Поэтому они считают необходимым на засоленных почвах с высокой минерализацией грунтовых вод влажность почвы перед поливами не опускать ниже 75% от полевой влагоёмкости, чтобы не увеличивать концентрацию почвенного раствора.

Отмечая преимущество метода определения сроков полива хлопчатника по влажности почвы, ряд авторов указывает на значительную трудо-

емкость самого определения влажности почвы. Поэтому были предложены некоторые ускоренные методы определения влажности почвы, в частности, по способам Ф.Е. Колясова (1950), В.Б. Кабаева (1957,1963) и Л.А. Филиппова (1959). Однако эти способы не всегда дают необходимую точность результатов и еще не прошли широкой проверки на практике.

Ряд исследователей – Н.С. Петин (1954, 1964), В.С. Шардаков (1948, 1953), И.Е. Елсуков (1955, 1958) предложили методы определения сроков полива хлопчатника по физиологическим показателям - сосущей силе листьев, концентрации клеточного сока растений, степени открытия устьиц листьев.

Работами В.М. Легостаева (1936), П.В. Старова и Р.А. Ахмедова (1937), В.Е. Еременко и М.П. Портных (1950), В.Е.Еременко (1955) и М.П. Медниса (1973) и других, установлено, что внешнее состояние хлопчатника в различные периоды его развития достаточно хорошо отражает условия влажности корнеобитаемого слоя почвы. Внешние признаки хлопчатника, на которые указывают эти авторы, следующие: изменение окраски листьев и главного стебля, состояние тургора листьев, положение верхнего цветка на растениях, длина междоузлий главного стебля и другие.

Некоторые высказывания о внешних признаках хлопчатника для определения сроков его поливов мы находим и у зарубежных исследователей - Джеймса Маара и Р. Хемвила (1928), С.Х. Хастингса (1932) и других. Например, С.Х. Хастингс (1932) отмечает, что завядание листьев в жаркое время суток не является показателем уменьшения влажности почвы, но если завядание наблюдается с утра, то требуется полив.

Водный режим хлопчатника во многом зависит от содержания солей в почве и концентрации почвенного раствора.

Б.П. Строганов (1958) отмечает, что высокая концентрация солей в почве помимо непосредственного токсического действия на организм растений, оказывает и отрицательное влияние на водоснабжение растений, обуславливая так называемую “физиологическую сухость” почвы. При этом

недостаточное поступление в растения воды является результатом превышения водоудерживающей силы почвы над сосущей силой клеток растений.

Б.П. Строганов в статье "Современное состояние проблемы солеустойчивости растений" (1973) отмечает, что по первоначальным исследованиям действие солей на растения рассматривалось лишь в осмотическом аспекте (действие физиологической сухости почвы). Однако было установлено, что если осмотическое давление клеточного сока растений намного выше осмотического давления внешнего (почвенного) раствора, то в этом случае соли могут оказывать только токсический эффект. Далее им указывается, что обобщение результатов исследований дает основание полагать, что природа молекулярного механизма приспособления растительной клетки к высокой концентрации ионов солей зависит от типа засоления. Следовательно, принципы разработки мероприятий повышающих солеустойчивость и урожайность сельскохозяйственных культур, должны учитывать природу засоления и быть строго специфичными.

Для получения высоких и устойчивых урожаев хлопка-сырца в различных климатических и почвенно-мелиоративных условиях важное значение имеет правильное определение количества, сроков и норм поливов хлопчатника.

М.Р. Нариянц и В.В. Кочетков (1965), проводя опыты на Андижанской сельскохозяйственной опытной станции, пришли к выводу, что на сероземах с глубоким залеганием грунтовых вод наилучшей схемой полива является 2-5-1.

А.Е. Нерозин (1967) для маломощных почв с близким залеганием галечника и песка и глубокими грунтовыми водами рекомендует для различных климатических зон 8-12 поливов, в том числе 2-3 полива до цветения, 4-6 - в период цветения-плодообразования и 2-3 полива во время созревания хлопчатника.

Н. Камалов (1965) рекомендует для северных районов Каракалпакии и луговых почв, подверженных засолению, при возделывании сорта хлопчатника С-4727 схемы поливов 1-3-0 и 1-3-1.

А.Е. Нерозин и М. Азизов (1964) отмечают, что на почвах, подверженных засолению, режим орошения хлопчатника должен быть направлен только на обеспечение растений достаточным количеством влаги, но и на улучшение солевого режима почвы с целью устранения вредного действия солей на растения. На основании своих исследований они рекомендуют в северных районах Каракалпакии, на средне- и тяжелосуглинистых почвах при глубине залегания грунтовых вод 2,0-2,5 м схемы поливов 1-3-0 и 1-3-1.

Проводя опыты с поливами хлопчатника на целинных землях Голодной степи, М.Б. Майлибаев (1959) установил, что в первые годы освоения земель в связи с большой рыхлостью и водопроницаемостью почвы, число поливов должно быть больше, чем в последующие годы, когда постепенно почва уплотняется и водопроницаемость её снижается. Для первого года освоения он рекомендует схему поливов 2-5-1, для второго года 2-4-1 и третьего года 2-4-0. Он считает, что при этом должны постепенно снижаться и нормы расхода воды на каждый полив.

Для слабозасоленных почв Голодной степи Т. Мирхашимов (1967) рекомендует дифференцированные нормы полива хлопчатника по фазам его развития: до цветения - 800 м³/га, в период цветения-плодообразования - 1000-1100 м³/га. Увеличение поливных норм до 1500 м³/га, на протяжении нескольких лет, по его мнению, безусловно приведет к вторичному засолению почв.

А.Е. Нерозин (1967) на почвах с близким залеганием минерализованных грунтовых вод и подверженных засолению рекомендует не увлажнять почву ниже границы капиллярной каймы грунтовых вод, чтобы не вызывать их подъема. Однако при достаточном дренировании поливных участков желательно применение по возможности увеличенных норм полива

с целью не только увлажнения почвы, но и снижения концентрации почвенного раствора и частичного рассоления почвы в поливной период.

И.К. Киселева (1963) считает, что при близком залегании засоленных грунтовых вод, подпитывающих корнеобитаемый слой, орошение по схеме 0-2-0 или 1-1-0 недостаточное, т.к. оно способствует засолению пахотного слоя почвы.

Важным вопросом является использование минерализованных (дренажных, подземных и других) вод на орошение. Как указывает Б.А. Шумаков (1973) их использование практически возможно на technically совершенных оросительных системах в определенных условиях - на почвах с небольшой поглощающей способностью и значительной водопроницаемостью при обязательном соблюдении интенсивного дренажа, промывного режима орошения, передовой агротехники.

И.С. Рабочев (1973) отмечает, что большой интерес для использования представляют дренажные воды, которые имеют сравнительно небольшую минерализацию - до 3-5 г/л в летний и 7-10 г/л в зимний период. Расход дренажных вод на поливы на многих оросительных системах Средней Азии, Азербайджана и других районов достигает 30% общего водозабора. Значительны также запасы минерализованных грунтовых и подземных вод.

По мнению И.С. Рабочева (1973) дренажные воды, используемые для орошения, с точки зрения возможного соленакопления в почве могут являться неудовлетворительными. Однако поливы такими водами на фоне дренажа способствовали рассолению почв и получению средних по величине урожаев сельскохозяйственных культур.

С. Н. Рыжов (1973) также указывает, что орошение сельскохозяйственных культур солеными грунтовыми или дренажными водами заслуживает большого внимания. При этом он отмечает, что изучение этого вопроса необходимо ставить в широком плане, неразрывно с общей проблемой солеустойчивости растений. Исходя из положения, что вредное влияние высоких концентраций почвенного раствора проявляется в

осмотическом и токсическом действии солей при избыточном накоплении их в почве и растениях. С.Н. Рыжов проводил исследования по изучению развития и урожайности хлопчатника при различной концентрации почвенного раствора.

Было выявлено, что при содержании солей в почвенном растворе от 3 до 5 г/л и осмотическом давлении 1-2 атм. хлопчатник заметно не угнетался, а урожайность его составила 32-35 ц/га.

При увеличении засоления до 8-19 г/л и осмотическом давлении до 4-7 атм. наблюдалось закономерное снижение урожайности до 22-16,5 ц/га.

При содержании плотного остатка 27-38 г/л и осмотическом давлении почвенного раствора 10-12 атм. растения полностью погибали.

Развитие орошения в начале освоения Голодной степи вызвало повсеместный подъем уровня грунтовых вод до 1-2 м, повысило их минерализацию до 10-15 г/л. Указанные обстоятельства потребовали проведения соответствующих почвенных исследований для принятия мелиоративных мер по предупреждению засоления почв.

Первым пропагандистом идей дренажа для решения этой задачи был М.М. Бушуев (1915). Он предупреждал, что если не будет сооружен хотя бы открытый горизонтальный дренаж, осолонение почвы наступит неизбежно и скоро.

Взгляды М.М. Бушуева поддерживал В.С. Малыгин (1915), который впервые в 1912-1915 гг. изучал эффективность открытого горизонтального дренажа, а затем и эффективность закрытого горизонтального дренажа.

Исследования этих ученых показали, что дренаж является единственным средством, позволяющим удерживать грунтовые воды на определенной глубине и выносить фильтрационные воды, а с ними и растворенные соли с мелиорируемого участка.

Для практического претворения в жизнь научных разработок по дренажу в 1927 г. в Золотой Орде была организована опытная станция, на которой в 1929 г. впервые в Голодной степи сооружена система глубокого

закрытого горизонтального дренажа, работающая и в настоящее время, и созданы первые скважины вертикального дренажа.

Секция гидрогеологии и инженерной геологии управления в своем решении от 13 июня 1955 г. о результатах опытных работ по вертикальному дренажу на орошаемых участках Голодной степи и Вахшской долины отмечает, что проведенные в течение ряда лет работы по понижению уровня грунтовых вод таким дренажем дали положительные результаты, показав принципиальную возможность улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель путем откачки из специально оборудованных скважин подземных вод с одновременным их использованием на промывки и орошение.

После научно-технической конференции в Ташкенте (1964) «Дренаж на засоленных почвах» по вопросам борьбы с засолением и улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель целесообразность дренажа в определенных почвенно-мелиоративных гидрогеологических условиях стала общепризнанной, а сам вопрос перестал быть дискуссионным.

Н.М. Решеткиной (1953, 1958, 1960, 1966, 1978) разработаны гидрогеологические основы вертикального дренажа в Голодной степи, ею даны ценные рекомендации для его применения.

Изучением солевого режима почвогрунтов на фоне вертикального дренажа в Голодной степи занимались Л.П. Коррелис (1967, 1968), А.Ф. Сляднев (1968), И.Н. Фелициант (1961), В.Я. Колесов (1971), Д.А. Иконому (1972) и другие ученые. В результате проведенных ими работ и исследований в эти годы было установлено, что:

- уровень грунтовых вод вертикальным дренажом можно понизить до 3-4 м и больше;
- из скважин можно получать до 150-200 л/сек воды при понижении динамического уровня воды в них от 13 до 15 м;
- фактический коэффициент фильтрации всей толщи покровных мелкоземов равен 0,07-0,08 м/сутки;

- радиус влияния скважин при дебитах 100 л/сек равен 600-700 м, а при дебитах 500-600 л/сек он достигал до 1700-1800 мм;
- минерализация откачиваемых вод колеблется во многих случаях в пределах 1,5-2,0 г/л по плотному остатку, вода вполне пригодна для орошения и промывки засоленных земель.

При эксплуатации вертикальных скважин важными вопросами является величина энергоемкости водозабора, а также усовершенствование конструкции водозаборной скважины.

Ross R. (1977) указывает, что одной из причин снижения коэффициента полезного действия (к.п.д.) насосных агрегатов скважин является пескование скважин и износ насосов. Уменьшение к.п.д. скважин вызывает соответствующее повышение расхода топлива, при к.п.д. 50 % достигающие 37,8 вместо 18,9 л/сек пропана и увеличение затрат более чем на 500 долл. в год. При к.п.д. скважин менее 80% от расчетного требуется замена насоса с затратами в среднем 750-2000 долл. Для определения к.п.д. скважины рекомендуется контролировать производительность насоса водомером стоимостью 400 долл., положение динамического уровня подземных вод электрическим датчиком стоимостью 100 долл.

Rodgers N. (1977) описывает разработанную на сельскохозяйственной опытной станции штата Техас конструкцию скважины для забора подземных вод, обеспечивающую без пескования стабильный дебит до 5 м³/мин. Технология строительства предусматривает бурение разведочной скважины с отбором проб грунта на структурный анализ для обоснования выбора гравийного фильтра, электрозондирование пласта для выбора наиболее водопроницаемого горизонта, бурение основной скважины, установку в ней обсадной трубы, засыпку в кольцевой зазор гравийного фильтра, промывку скважины с последующим введением в нее диспергента.

Вертикальный дренаж, снижающий пьезометрические напоры подземных вод, создает нисходящие токи грунтовых вод, а это позволяет не

только успешно осуществлять промывные поливы, но и постепенно заменять верхние слои минерализованных грунтовых вод опресненными.

Обеспечивая понижение грунтовых вод, вертикальный дренаж создает по депрессионной кривой, в пределах каждого орошаемого участка, различные условия по глубине залегания грунтовых вод - более глубокие вблизи действующей скважины и все более высокие с удалением от скважин. Учитывая это, в пределах участка требуется применение дифференцированного режима орошения сельскохозяйственных культур, в том числе - хлопчатника. Вопрос этот имеет большое практическое значение, но он почти не изучен и не освещен в литературе.

В целом по обзору литературы следует заключить, что мелиоративными исследованиями ученых в нашей стране, в частности в зоне Средней Азии, охвачены многие важные вопросы. По этим исследованиям весьма подробно и широко разработаны вопросы водного режима почв и растений, их водопотребления, принципиальные основы расчета оптимального режима и размера орошения сельскохозяйственных культур, в особенности хлопчатника. Большое внимание уделено вопросам орошения на землях подверженных засолению, вопросам солевого режима таких почв и солеустойчивости сельскохозяйственных культур. В последние 10-20 лет все более широко изучались вопросы эффективного применения различных типов дренажа орошаемых земель, в частности вертикального дренажа.

Несмотря на большие масштабы мелиоративных исследований, некоторые теоретические вопросы и практические мероприятия по мелиорации земель в различных почвенно-мелиоративных условиях еще недостаточно изучены. К ним следует отнести вопросы водно-солевого режима почв и режима орошения хлопчатника и других растений на фоне действия вертикального дренажа в Голодной степи.

2. ПРИРОДНЫЕ И ИРРИГАЦИОННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Голодная степь является одним из новых районов орошаемого земледелия. Природные условия этой зоны издавна считались благоприятными и перспективными для возделывания хлопчатника.

Голодная степь представляет собой обширную равнину, расположенную на левом берегу реки Сырдарьи. Она ограничена с востока и севера р. Сырдарьей, с запада и северо-запада Арна-Сайским понижением, пустыней Кызыл-Кум и озером Туз-Кан, с юго-запада горами Пистали-Тау и Балыкли-Тау и с юга северными отрогами Туркестанского хребта.

Для Голодной степи характерно образование двух генетических типов четвертичных отложений. Это:

- 1) субэральные отложения рек и временных потоков Туркестанского хребта, образовавших конуса выноса и пролювиальные отложения, занимающие южный край Голодностепской равнины;
- 2) субаквальные отложения - водные осадки, представленные преимущественно аллювием реки Сырдарьи или другой, предшествовавшей ей древней речной артерии.

По данным Н.А. Кенесарина (1959), М.М. Крылова (1957) и Н.М. Решеткиной (1960), мощность четвертичных отложений достигает около 400 м.

Первые почвенные исследования по Голодной степи в 1906-1908 гг. проведены Н.А. Димо (1910). Дальнейшие исследования природных и ирригационно-хозяйственных условий Голодной степи вели М.М. Советкина (1929), Б. В. Федоров (1930, 1964), В.А. Ковда (1939, 1947, 1948), М. А Панков (1947, 1962, 1974) и ряд других ученых и исследователей.

Климатические условия Голодной степи характеризуются относительно высокими среднегодовыми температурами воздуха. Характерными особенностями климата Голодной степи являются:

1. Малое количество атмосферных осадков;

2. Неравномерное распределение осадков по временам года - с максимумом в зимне-весенние месяцы и почти полным отсутствием их летом и осенью (с мая по октябрь включительно);
3. Высокие температуры летом и довольно низкие – зимой;
4. Большая сухость воздуха в теплое время года;
5. Сильное испарение с поверхности почвы и воды.

Среднегодовая температура воздуха на большей части территории Голодной степи составляет от 12,5° до 14,2°С. Средняя температура июля достигает 26,5-30°С. Средняя температура самого холодного месяца - января - колеблется в пределах от -3,4° до -1,1°С.

Самые высокие температуры воздуха достигают на равнине до 44-46°С, а минимальные температуры воздуха снижаются до -30-35°С.

Вегетационный период с температурами 10°С длится в пределах от 210 до 220 дней. Средняя сумма положительных температур за вегетационный период колеблется в пределах 4300-4500°С.

Первые заморозки наступают в середине октября, последние - наблюдаются в конце марта и начале апреля.

Испаряемость со свободной водной поверхности составляет 1200-1500 мм в год.

Годовое количество атмосферных осадков на большей площади Голодной степи колеблется в пределах 250-300 мм.

Наиболее дождливым месяцем на равнине является март, а в предгорьях - апрель.

Снежный покров неустойчив и лежит в течение 30-40 дней.

В Голодной степи восточные и юго-восточные ветры отличаются наибольшей силой, достигающей 10-12 м/сек. Летом преобладают северо-западные сухие горячие ветры из Кзыл-Кумов, дующие со скоростью 3,9 м/сек. Осенью они постепенно уступают место юго-восточным и восточным ветрам, скорость которых достигает 6,6-8,5 м/сек. Сильные ветры

наблюдаются на станции Урсатьевская, где их скорость при выходе из Фархадских ворот достигает 40 м/сек.

Пыльные бури наблюдаются 4-6 раз за лето.

Ирригация влияет на микроклимат, несколько понижая температуру воздуха, особенно в жаркие дни.

В целом климатические условия Голодной степи вполне благоприятствуют возделыванию среднеспелых сортов хлопчатника при орошении.

Гидрогеологические условия орошаемых земель во многом определяют принципиальную схему и методы мелиорации засоленных почв.

Одним из основных вопросов при изучении гидрогеологических условий является установление происхождения и перемещения грунтовых вод и их режима.

Вопросам формирования режима грунтовых вод посвящены работы многих ученых. Среди них следует отметить работы Н.А. Димо (1910), Б.В. Федорова (1930, 1963), В.А. Ковды (1939, 1947, 1948), М.А. Панкова (1947, 1962, 1974), Н.А. Кенесарина (1959).

Эти исследователи отмечают, что грунтовые воды в Голодной степи своим происхождением обязаны подземным водам, стекающим с Туркестанского хребта, инфильтрационным водам поверхностного стока и атмосферным осадкам.

М.М. Бушуев (1910-1913, 1915), Н.И. Курбатов (1918) считают, что одним из источников питания грунтовых вод являются фильтрационные воды реки Сырдарьи.

Подробное освещение генезиса грунтовых вод в Голодной степи дает М.А. Панков (1962). По его мнению, питание грунтовых вод на этой территории до орошения осуществлялось следующими источниками:

- поверхностными и подземными водами, стекающими с Туркестанского хребта;

- подземными и поверхностными водами, идущими по долине Сырдарьи и её древнему конусу выноса;
- подрусловыми водами, стекающими с западных склонов Чаткальского хребта;
- водами атмосферных осадков;
- конденсационными водами из воздуха и глубоких горизонтов грунта.

Все исследователи отмечают, что большую роль в питании грунтовых вод с началом орошения Голодной степи стали играть фильтрационные воды из каналов и с орошаемых полей.

Главными расходными статьями грунтовых вод по данным М.А. Панкова (1962) следует считать;

1. Подземный отток за пределы в виде глубинного потока;
2. Отток в реку Сырдарью;
3. Испарение и транспирацию, а в настоящее время также дренажный сток.

Глубина залегания грунтовых вод в Голодной степи до орошения колебалась в широких пределах - от 0 до 20 м и более (Н.А. Димо, 1913)

Минерализация грунтовых вод была неодинаковой: от 1 до 5 г/л. С развитием орошения, которое началось в 1896 году, изменились условия питания грунтовых вод, глубины залегания и их минерализация: начался подъем грунтовых вод, стала изменяться их минерализация, причем не только на орошаемых участках, но и на целинных землях.

С началом освоения земель грунтовые воды во многих случаях поднялись до 1-2 м.

С подъемом уровня грунтовых вод изменялась и их минерализация; местами она достигала 10-15 г/л и больше.

В условиях орошения огромное влияние на режим и баланс грунтовых вод оказывают фильтрационные потери воды из оросительных каналов и с орошаемых полей в процессе поливов. В зоне Кировского магистрального канала эти потери, по расчетам Н.М. Решеткиной, достигают 25 м³/сек. В зоне Южного Голодностепского канала, в связи с применением облицовки

части каналов и лотковой сети потери воды на фильтрацию значительно меньше.

Естественными дренами оттока подземных и грунтовых вод в Голодной степи, до постройки Чардарьинского водохранилища, являлись р. Сырдарья, впадина Арна-Сай и озеро Тузкан. Значительной расходной статьей водного баланса и баланса грунтовых вод в Голодной степи является также расход почвенных и грунтовых вод на испарение и транспирацию.

Растительный покров. По своему географическому положению Голодная степь относится к южной подзоне солончаков и глинистых (эфемеровых) пустынь.

Растительный покров Голодной степи освещен в работах М.М. Советкиной (1929), Б.Ф. Федорова (1930, 1964), Н.Н. Леонова и Н.Л. Леоновой (1957) и других ученых.

Характерными особенностями растительного покрова Голодной степи являются:

- широкое развитие весенних эфемеров - однолетних и многолетних
- преобладание галофитов (солянок).

Растительность на орошаемых площадях резко отличается от растительного покрова целинных площадей и представлена возделываемыми культурными растениями, главным образом – хлопчатником, люцерной, кукурузой и др., а также различной сорной растительностью.

Так, на посевных площадях в хлопководческом хозяйстве «Пахтакор», где проводились нами исследования, среди посевов хлопчатника встречаются сорняки: гумай (*Sorghum halepense*), пальчатка (*cynodon dactylon*), на слабозасоленных почвах-лебеда татарская (*atriplex tatarica*), лебеда копьевидная (*atriplex halepense*), куриное просо (*echi-nocchoacrus*), на средnezасоленных почвах-акбаш (*karelinia caspica*), сведа разнолистная (*sieada hetero*), верблюжья колючка (*alhagi kirgisorum*) и другие сорные растения, типичные для почв разной степени засоления.

Почвенно-мелиоративные условия. По особенностям морфо- и литогенеза, гидрогеологическим и другим условиям Голодная степь делится на две части: аллювиальную, связанную с деятельностью реки Сырдарьи, и пролювиальную, связанную с деятельностью водных потоков с Туркестанского хребта.

Голодная степь отличается равнинным характером и незначительными уклонами земель (большей частью порядка 0,003-0,005 и больше). Более выраженные уклоны (до 0,003-0,004 и больше) имеются в южной предгорной части степи.

По почвенно-мелиоративным условиям в пределах Голодной степи выделяют обычно три области:

Южная предгорная область (Джизакская степь), где грунтовые воды залегают глубоко (до 10-20 м и больше) и имеют хорошо выраженный отток. В мелиоративном отношении эта область благоприятна и земли не подвержены засолению. Однако в восточной части области (ближе к р. Сырдарье) отток грунтовых вод более затруднен и здесь земли, при несоблюдении комплекса мелиоративных мероприятий, могут засоляться.

Почвы предгорной области большей частью представляют суглинисто-щебенчатые гипсоносные сероземы, а также светлые сероземы, незасоленные и слабосолончаковые. Значительную часть земель здесь занимали богарные посевы зерновых культур. Теперь же эти земли осваивают в поливные на основе машинного орошения.

Голодностепская лессовая равнина (Голодностепское плато), занимает основную часть территории. Голодностепская равнина расчленяется на ряд больших древнерусловых впадин, перемежающихся с обширными водораздельными пространствами.

Древнерусловые впадины, начинаясь близ Ферганской горловины, расходятся в разные стороны: Шурузьянская - на северо-запад, Джетысай-Сардобинская - на запад-северо-запад (с выходом в глубокую впадину -

Арна-Сай, отделяющую Голодную степь от кзылкумских песков) и Агачатинская - на запад (с выходом также в Арна-Сай).

Голодностепская равнина представляет собой слабодренированную область, с очень затрудненным оттоком грунтовых вод. На её неорошаемых массивах грунтовые воды залегают на глубине от 8 до 10-15 м (во впадинах и понижениях - до 3-5 м и больше). Целинные неорошаемые земли представлены солончаковатыми и солончаковыми суглинными светлыми сероземами на лессовых породах, а также солончаками, тяжелосуглинистыми и глинистыми.

На орошаемых землях среднегодовая глубина залегания грунтовых вод большей частью находится в пределах 2,0-3,0 м, на части земель 1,5-2,0 м, а также 3,0-3,5 м. В поливной период (июнь-август) грунтовые воды занимают наиболее высокое положение, а в осенне-зимнее время наиболее глубокое. Минерализация грунтовых вод (по сумме солей) на орошаемых землях различна: от 1,5-3,0 до 5,0-10,0 г/л и больше. Преобладает минерализация порядка 3,0-5,0 и 5,0-7,0 г/л.

Почвы в основном сероземно-луговые, среднесуглинистые, различно засоленные. На части площади почвы представлены светлыми сероземами, глубокосолончаковатыми, а также луговыми почвами, средне и тяжелосуглинистыми, различно засоленными.

Голодностепские почвогрунты отличаются большой водоподъемной способностью. В силу этого при повышенной засоленности грунтовых вод (5-10 г/л солей и больше) становится опасным залегание грунтовых вод уже на глубине 3,0-3,5 м.

Отмечается также еще одно свойство почвогрунтов: вследствие большого содержания пылеватых частиц, нижние слои этих грунтов способны оплывать. Из-за этого осложняется эксплуатация открытого горизонтального дренажа и на все большей площади строится и используется закрытый горизонтальный дренаж, и особенно, вертикальный дренаж.

Современная долина р. Сырдарьи, в пределах которой находятся: пойма, непосредственно примыкающая к реке, первая (надпойменная) и вторая террасы.

От Голодностепской лессовой равнины, представляющей по счету третью террасу, современная долина реки отделяется уступом в 3-15 м высотой, который местами размыт и сглажен.

В пойме реки грунтовые воды залегают на глубине 0,5-2,0 м и местами выходят на поверхность. Грунтовые воды пресные (содержат от 0,3 до 1,5 г/л солей). На первой террасе грунтовые воды на большей глубине, чем в пойме. Минерализация их в пределах 0,5-5,0 г/л. Еще более глубокое залегание грунтовых вод на второй террасе - от 1,5 до 3,5 м. Минерализация их местами в пределах 5,0-10,0 г/л.

Почвенный покров долины очень пестрый. Здесь встречаются самые различные почвы - от молодых аллювиально-луговых почв до почти нормально сформированных светлых сероземов и от совершенно незасоленных и несолонцеватых почв до злостных солончаков и солонцов включительно.

Ирригационно-хозяйственные условия. Природные условия Голодной степи исключительно благоприятны для развития хлопководства и других отраслей орошаемого земледелия. Этому способствует и хорошая обеспеченность Голодной степи оросительной водой.

Основным источником орошения Голодной степи является р. Сырдарья. После строительства Кайраккумского водохранилища и Кзыл-Ординской плотины оросительная способность Сырдарьи увеличилась примерно на 300 тыс. га. С учетом регулирования стока воды в Кайраккумском водохранилище расчетные расходы р. Сырдарьи в створе верхнего бьефа Фархадской ГЭС составляют в разные месяцы 350-740 м³/сек (по году 75% обеспеченности). Такие расходы воды вполне обеспечивают прирост новых орошаемых земель в количестве 400 тыс. га.

Помимо существующих ирригационных каналов (Северный Голодностепский канал им. Кирова и других) для орошения новых земель в Голодной степи построены Южный Голодностепский канал (с пропускной способностью до 300 м³/сек) и Чардарьинское водохранилище.

Из Южного Голодностепского канала, с помощью насосных станций, начинает осуществляться машинное орошение новых земель Джизакской степи (около 200 тыс. га). Остальные площади существующего и нового орошения обеспечиваются самотечной водоподачей.

В Голодной степи на орошение могут широко использоваться также большие запасы подземных артезианских вод и, кроме того, дренажные воды.

Плодородие почв и продуктивность орошаемого земледелия в Голодной степи в огромной мере зависит от мелиоративного состояния земель. В годы, когда в хозяйствах допускались большие потери воды, вызывавшие подъем минерализованных грунтовых вод и засоление почв, а коллекторно-дренажная сеть работала неудовлетворительно, происходило значительное снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Так, в 1954-1955 гг. урожаи хлопка в Мирзачульском, Верхневолынском, Гулистанском и Сырдарьинском районах были на уровне лишь 20-25 ц/га. В 1960-1961 гг. в ряде хозяйств Гулистанского района урожаи хлопка снизились до 15-20 ц/га.

В дальнейшем, в результате все более широкого осуществления водохозяйственных и мелиоративных мероприятий, плодородие почв и урожайность хлопчатника возрастали. Многие хозяйства Голодной степи вышли в ряды передовых хлопководческих хозяйств.

Широко известны в этом отношении хозяйства "Малик", "Пахтаарал", им. Ахунбабаева (Сырдарьинского района) и другие. Эти хозяйства на подверженных засолению землях, при большой площади посевов хлопчатника (до 1700-2500, в хозяйстве "Пахтаарал" около 5000 га) получали урожай хлопка до 35-40 ц/га.

3. СХЕМА ОПЫТОВ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Место проведения опытов и почвенно - мелиоративные условия

Полевые опыты по определению режимов орошения на фоне вертикального дренажа и сопутствующие теме работы исследования проводились в хозяйстве «Пахтакор» Сайхунабадского района Сырдарьинской области, земли которого расположены на Шурузьякском понижении Голодной степи.

Хозяйство «Пахтакор» является одним из крупнейших механизированных хлопководческих хозяйств области. Земельный фонд хозяйства составляет 12674 гектара, в том числе под пашней 6901 гектар, из которых под хлопчатником было занято в годы исследований 5300 гектаров. По климатическим условиям территория хозяйства относится к зоне полупустынь с относительно большим количеством атмосферных осадков (250-300 мм за год), с жарким летом (в среднем 26°C) и довольно холодной зимой (минус 25-27°C).

Распределение осадков по временам года неравномерное: наибольшее их количество выпадает в зимне-весенний период.

Продолжительность безморозного периода 210-220 дней, средняя температура воздуха 12,9°C, сумма эффективных температур в вегетационный период достигает 2335°C.

На территории хозяйства преобладают северные и северо-западные слабые, сухие ветры.

Относительная влажность воздуха в пределах 40-45% в летние месяцы и 70-80% - в зимние.

Испаряемость за год составляет 1200-1500 мм, что в 5-6 раз больше годового количества осадков, причем около 80% общегодового показателя испаряемости приходится на весну, лето и осень.

По своему тепловому режиму хозяйство «Пахтакор» относится к зоне эффективного возделывания среднеспелых сортов хлопчатника.

Территория хозяйства представляет собой равнину, расположенную в центральной части Шурузякского понижения, вытянутую с юго-востока на северо-запад, с очень пологими, слегка волнистыми склонами и ясно плоским тальвегом, по которому проходит Шурузякский коллектор.

Левый склон понижения имеет уклон от 0,0001 до 0,0007, правый от 0,0002 до 0,0006.

Мезорельеф территории отличается забугренностью с русловидными понижениями.

Шурузякская депрессия сложена мощной толщей (150-200 м) аллювиально-пролювиальных отложений четвертичного периода. Эти отложения представлены с поверхности лессовидными суглинками, с прослоями супесей и глин мощностью 25-30 м, со средним коэффициентом фильтрации 0,07 м/сутки. Ниже залегают плавунные пески, с включениями гравия и редко гальки (по данным САНИИРИ, 1960-1962).

Режим грунтовых вод территории формируется главным образом за счет атмосферных осадков, фильтрационных потерь воды из оросительных каналов и полей орошения, а также подземного притока со стороны Чирчик-Ангренской долины.

Грунтовые воды имеют напорное питание не только за счет фильтрационных, но и за счет подземных вод, что обуславливает увеличение расхода воды на испарение и способствует накоплению солей в верхних горизонтах почвы.

До строительства вертикального дренажа уровень залегания грунтовых вод в вегетационный период находился на глубине в пределах 1,0-1,5 м, а в 1972-1974 гг. в связи с действием вертикального дренажа грунтовые воды были на глубине 1,3-3,6 м на разных расстояниях от действующей скважины.

Почвы хозяйства "Пахтакор" большей частью сероземно-луговые, в основном среднесуглинистые, подверженные засолению. Содержание солей в верхнем метровом слое целинных почв в пределах 1,5-3%, в том числе 0,2-0,4% хлор-иона. В орошаемых, используемых под посевы почвах солей и

хлор-иона соответственно 1,2-1,5% и 0,02-0,06% от массы сухой почвы, иногда - значительно больше.

Характер засоления хлоридно-сульфатный.

Для улучшения мелиоративного состояния орошаемых и освоения используемых земель в хозяйстве "Пахтакор" с 1937 г. начато строительство открытого горизонтального дренажа, удельная протяженность которого в 1958-1968 гг. составляла 14-15 метров на гектар. С 1959 г. создается система и вертикального дренажа. В первый-второй гг. на территории хозяйства действовали 39 скважин вертикального дренажа. В 1974 г. после разукрупнения хозяйства на его территории осталось 19 действующих скважин дренажа.

3.2. Схема опытов и методика проведения исследований

Трехлетние полевые опыты (первый-второй и третий гг.) по изучению водно-солевого режима почвы на фоне действия вертикального дренажа проводились в хозяйстве на землях пятого-седьмого года освоения.

Под опыты был выделен участок площадью 6,9 га, шириной (не считая хозяйственного посева) 173 м и длиной 400 м.

Почвы опытного участка - новоорошаемые, лугово-сероземные, средне- и тяжелосуглинистые, подверженные засолению. Грунтовые воды по длине участка, на разных расстояниях от действующей скважины вертикального дренажа (см. схематический план опытного участка), залегают на разной глубине: в верхней части участка протяженностью 170 м (1-й опыт) - 3,0-3,6 м, в средней части участка протяженно- 130 м (2-й опыт) 1,95-2,60 м, в нижней части участка протяженностью 70 м (3-й опыт) 1,35-1,70 м.

Грунтовые воды - минерализованные, с содержанием солей (плотный остаток) 3,7-7,4 г/л, в том числе хлор-иона 0,12-0,38 г/л.

В опытах при различной глубине залегания грунтовых вод испытывались следующие варианты поливов хлопчатника (табл. 3.2.1)

Таблица 3.2.1

Варианты опытных поливов

№ опытов	Расположение на участке	Глубина залегания грунтовых вод, м	№ вариантов	Число поливов	Схема поливов	
					Первый г.	Второй - третий гг.
1	Верхняя часть	3.0-3.6	1	4	1-3-0	1-3-0
			2	5	1-4-0	1-4-0
			3	6	-	2-4-0
2	Средняя часть	2.0-2.6	1	3	1-2-0	1-2-0
			2	4	1-3-0	1-3-0
			3	5	1-4-0	1-4-0
			4	6	-	2-4-0
3	Нижняя часть	1.3-1.7	1	1	0-1-0	0-1-0
			2	2	1-1-0	1-1-0
			3	3	1-2-0	1-2-0
			4	4	-	1-3-0

На верхней части опытного участка, при глубине залегания грунтовых вод 3,0-3,6 м, в первый г. испытывалось 2 варианта поливов по схемам 1-3-0, 1-4-0, в 1973-1974 гг. был включен еще один вариант по схеме поливов 2-4-0.

На средней части опытного участка, при глубине залегания грунтовых вод 2,0-2,6 м, в первый г. испытывалось 3 варианта поливов по схемам 1-2-0, 1-3-0, 1-4-0, во второй-третий гг. также был включен еще один вариант поливов по схеме 2-4-0.

На нижней части участка, при глубине залегания грунтовых вод 1,3-1,7 м в 1972 г. испытывалось также 3 варианта поливов по схемам 0-1-0, 1-1-0, 1-2-0, во второй-третий гг. дополнительно испытывался вариант поливов по схеме 1-3-0.

В представленных схемах поливов первые цифры относятся к периоду до цветения хлопчатника, вторые - к периоду цветения-плодообразования, третьи - к периоду созревания хлопчатника.

По всем опытам повторность вариантов поливов четырехкратная. По каждому опыту расположение повторностей в один ярус. Число рядов хлопчатника в делянке - 12, в том числе учетных - 4. Площадь делянки в первом опыте - $10,8 \times 168 = 1814 \text{ м}^2$, во втором $10,8 \times 125 = 1350,0 \text{ м}^2$, в третьем - $10,8 \times 70 = 756 \text{ м}^2$.

Расположение делянок, вариантов и повторностей опыта показано на прилагаемом схематическом плане.

Наблюдения и исследования в опытах проводились по методике СоюзНИХИ, изложенной в работах: "Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником в условиях орошения", Ташкент, 1973 г. и «Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах» Ташкент, 1963.

По опытам проводились следующие учеты, наблюдения и исследования:

1. Учет агротехнических и мелиоративных мероприятий на опытных участках.

2. Учеты и наблюдения за действием вертикального дренажа (скважина №71).

3. Определение механического состава почвы на глубину 0-100 см (выборка почвенных образцов из двух скважин с каждого опыта, анализ методом пипетки).

4. Определения объемной массы почвы опытов на глубину 0-100 см проводились перед первым и после последнего вегетационного поливов. Образцы ненарушенной структуры почвы брались стальным цилиндром по 10 см; по каждому горизонту объемная масса почвы определялась в трехкратной повторности.

5. Полевая влагоемкость почвы определялась методом залива площадок (по две площадки на каждый участок); выборке почвенных образцов

проводилось из 5 скважин на площадке по 10-ти сантиметровым горизонтам на глубину до 1 метра.

6. Водопроницаемость почвы определялось перед первым и после последнего вегетационных поливов. Исследования велись по двум площадкам на каждом участке методом борозд; во бороздах поддерживался постоянный слой воды (50 мм) и велся учет расхода воды просачиваемого в почву.

7. Учеты расхода воды на вегетационные поливы хлопчатника проводились отдельно по вариантам опытов; учеты велись по водосливам Чипполетти с шириной порога 0,5 м.

8. Предполивная влажность почвы определялась весовым (термостатным) методом. Выборка почвенных образцов производилась по двум повторениям опыта, из трех скважин на делянке. Почвенные образцы брались на глубине до 1 м по двадцатисантиметровым горизонтам: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80—100 см.

9. Проводились наблюдения глубины залегания грунтовых вод перед севом, перед каждым поливом, а также осенью. Скважины бурились в двух повторениях опытов (по две скважины на каждой делянке). По этим же скважинам два раза за вегетацию - в начале и в конце вегетации - отбирались образцы грунтовых вод и определялась их минерализация по плотному остатку, хлор-иону и общей щелочности.

10. Солевой режим почвы изучался по данным анализа водных вытяжек почвенных образцов (два повторения опыта, по три скважины на делянке, горизонты почвы 0-20, 20—40, 40-60, 60-80, 80-100 см). Выборка образцов производилась весной до начала вегетационных поливов и осенью после всех поливов. Определялось содержание в почве суммы солей (плотный остаток), хлор-иона (Cl), сульфат-иона (SO_4), общей щелочности (HCO_3), кальция (Ca) и магния (Mg).

11. Концентрация почвенного раствора вычислялась по данным влажности почвы и содержанию в ней солей по формуле:

$$K = \frac{s \cdot 1000}{m}$$

K - расчетная концентрация раствора по хлор-иону, г/л

S -содержание хлора в процентах от массы сухой, почвы (в граммах);

m -содержание влаги в процентах от массы сухой почвы (в граммах);

1000 - множитель для перевода объема одного литра воды в граммы.

12. Перед каждым поливом по вариантам опытов определялась концентрация клеточного сока листьев хлопчатника при помощи ручного рефрактометра.

Для определения концентрации клеточного сока листьев с 13 до 15 часов дня отбирали образцы листьев хлопчатника. С каждого растения брали по одному листочку (третий лист от точки роста).

13. Проводились учеты высоты главного стебля растений, числа симподиальных ветвей и плодозэлементов хлопчатника на 1 июля, 1 августа, 1 сентября на всех повторениях и вариантах опытов (по методике СоюзНИХИ).

14. По методике СоюзНИХИ проводились также учеты наступления фазы цветения и созревания хлопчатника (у 50% растений). Учеты проводились на делянках всех повторений опытов.

15. Проводились учеты фактической густоты стояния растений хлопчатника (после прореживания растений и перед уборкой урожая) по каждой делянке на всех повторениях опыта.

16. Средняя масса хлопка одной коробочки хлопчатника определялась на делянках всех повторений опытов перед каждым сбором хлопка-сырца. На каждой делянке с 50 заэтикированных растений собирались, просчитывались и взвешивались все открытые к моменту сбора коробочки.

17. Учеты урожая хлопка-сырца проводились по каждому его сбору, на каждой делянке всех повторений опытов.

3.3. Метеорологические условия

Метеорологические данные по годам опытов приведены в таблице 3.3.1.

Данные таблицы показывают, что по условиям температуры воздуха в года опытов заметных различий от среднемноголетних показателей не наблюдалось. Несколько меньшие температуры за год (уменьшение на 1,5-0,40) отмечены в первый-третий гг., и несколько большие температуры (на 10,4°) – во втором году опыта.

Относительная влажность воздуха в первый г. была на уровне многолетнего показателя (66%, а во второй-третий гг. несколько меньшей (64 и 63%).

Более благоприятным для посева хлопчатника был второй год, когда в апреле температура воздуха составила 16,2° против среднемноголетних 14,6°, а в первый-третий гг. температура воздуха была меньшими, но все же выше среднемноголетней. В целом во все годы опытов температуры воздуха были благоприятными для роста, развития хлопчатника и накопления урожая хлопка-сырца.

Условия осени для созревания хлопчатника были достаточно благоприятными во все годы опытов. По температурам воздуха в октябре и ноябре продолжительности безморозного периода особенно благоприятными были второй-третий гг. Первый мороз в третий г. наступил после подъема зяби, 1 декабря. В первый и второй гг. первые морозы наступили соответственно 21 и 19 октября.

В отношении атмосферных осадков следует отметить, что их величина в годы опытов колебалась в пределах-за год от 183,6 до 331,1 мм, при среднемноголетней 291, 8 мм. За октябрь-март в первом и втором гг. опыта выпало 298,6 мм осадков, во второй-третий гг. – 164,9 мм.

Во все годы опытов количество атмосферных осадков к весне имело существенное значение для рассоления почвы и накопления влаги в ней. Более значительную роль в этом отношении имели осадки, выпавшие к весне второй г.-2986 м³/га.

Следует отметить, что в годы исследований ветры были слабые-от 1,4 до 1,6 м/сек против среднемноголетних 1,7 м/сек, но сухие.

В целом метеорологические условия в годы опытов были достаточно благоприятными для выращивания хлопчатника.

Таблица 3.3.1

Метеорологические условия в первый, второй, третий гг. опыта
(Данные метеостанции ЦОМС СоюзНИХИ в Голодной степи)

Показатель	Год	Месяцы									Среднее или суммы за год
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
Температура воздуха, С ⁰	первый	4,2	15,3	20, 4	25,5	25,1	22,7	18,7	13,2	8,3	11,4
	второй	7,3	16,2	20, 8	26,5	27,3	24,1	17,2	13,1	8,0	13,3
	третий	7,5	15,6	22, 6	25,7	27,7	22,2	19,6	13,3	7,6	12,5
Среднее многолетнее		7,7	14,6	20, 8	25,2	26,8	24,2	18,6	12,0	6,0	12,9
Относительн ая влажность воздуха, %	первый	80	61	64	48	51	54	55	60	71	66
	второй	76	73	56	44	50	53	56	58	64	64
	третий	67	70	53	43	49	54	56	50	67	63
Среднее многолетнее		76	68	58	47	50	54	57	64	72	66
Атмосферны е осадки, мм	первый	63,9	20,4	50, 6	0,9	0,8	0,0	2,6	18,8	18,0	331,1
	второй	75,2	60,2	11, 1	0,0	0,0	0,0	12,9	1,3	9,9	253,3
	третий	12,5	72,5	20, 4	0,8	2,7	0,0	4,5	0,0	3,1	183,6
Среднее многолетнее		60	50	27	7	0,4	1,0	0,4	14	38	291,8
Скорость ветра, м/сек	первый	1,5	1,8	1,6	2,0	1,6	1,4	1,2	1,2	1,1	1,4
	второй	1,5	1,5	1,4	1,6	1,6	1,7	1,4	1,3	1,6	1,5
	третий	1,8	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	1,2	1,1	1,2	1,6
Среднее многолетнее		2,0	2,1	2,1	1,8	1,5	1,4	1,3	1,4	1,4	1,7

3.4. Агротехника хлопчатника

По всему опытному участку агротехника хлопчатника, исключая поливы, была одинаковой, общепринятой в хозяйстве.

Агротехнические мероприятия на участке начинались с зяблевой вспашки, с предварительным внесением под зябь фосфорных удобрений (60 кг/ га P_2O_5). Зяблевая вспашка проводилась в ноябре на глубину 28-30 см. После вспашки в декабре в первый г. проводилась промывка почвы от солей. Затем были проведены боронование, предпосевная обработка и сев хлопчатника. В первый-второй гг. промывка почвы от солей проводилась до зяблевой вспашки.

Хлопчатник сорта "Ташкент-1" сеяли с междурядиями 90 см. Схема размещения растений 90x20x2 (междугнездья в ряду 20 см, при двух растениях в гнезде).

Одновременно с севом для уничтожения сорняков вносили гербицид «каторан» по норме 1,2 кг действующего начала на гектар.

За вегетационный период на опытном участке проведены: одна культивация почвы (до начала поливов), две прополки сорняков, три подкормки хлопчатника, нарезки поливных борозд, поливы и послеполивные культивации почвы (по схеме опыта), а также чеканка растений.

Перечень проведенных на опытном участке агротехнических мероприятий приведен в таблице (3.4.1)

Таблица 3.4.1

Агротехнические мероприятия на опытном участке х

Агромероприятия	Год опытов		
	первый	второй	третий
Внесение удобрений под зябь	5-6/XI-1971	24-26/XI-1972	19-20/XI-1973
Зяблевая вспашка	8-9/XI-1971	27-28/XI-1972	23/XI-1973
Промывка почвы	10-20/XII-1971	2-3/XI-1972	1-2/XI-1973
Боронование почвы	4/IV-1971	10-11/III-1973	27/III-1974
Предпосевное боронование с малованием	17/IV	9/IV	8/IV

Сев хлопчатника	19/IV	10/IV	9/IV
Культивация до начала поливов	15-20/V	5-19/V	3-18/V
Прореживание растений	6-7/V	13-14/V	14-15/V
Подкормка растений	16/VI	5/VI	28/V
Подкормка растений	4/VII	2/VII	25/VI
Подкормка растений	20/VII	19/VII	10/VII
Прополка сорняков	8-9/V	13-14/V	14-15/V
Прополка сорняков	21/VI	17-18/VI	20-21/VI
Послеполивные культивации почвы	По схеме опыта		
Нарезки поливных борозд	По схеме опыта		
Вегетационные поливы	По схеме опыта		
Чеканка растений	25/VII	27/VII	25/VII
Дефолиация растений	4/IX	3/IX	2/IX
Сборы хлопка сырца I	30/IX	21/IX	17/IX
Сборы хлопка сырца II	28/X	11/X	9/X
Сборы хлопка сырца III	-	30/X	27/X

х число, сроки и схемы поливов, поливные и оросительные нормы приведены в главе 4, раздел 3.

В подкормку растений с удобрениями внесено следующее количество питательных веществ (табл. 3.4.2).

Таблица 3.4.2

Количество питательных веществ, внесенных при подкормках хлопчатника

Год	Внесено питательных веществ, кг/га						
	Под зябь	В фазу до цветения		В фазу цветения-плодообразования		Всего за год	
	P ₂ O ₅	№	P ₂ O ₅	№	P ₂ O ₅	№	P ₂ O ₅
первый	60	90	30	30	-	120	90
второй	60	90	60	30	-	120	120
третий	60	90	60	30	-	120	120

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Литологические условия, конструкция и показатели работы вертикального дренажа.

Литологические условия опытного участка, данные о конструкции и показателях работы вертикального дренажа в хозяйстве "Пахтакор" приводятся по материалам управления мелиоративной службы (УМС) при Сырдарьинском областном управлении оросительных систем.

Литологические условия опытного участка (в верхней части, примыкающей к опытной скважине вертикального дренажа № 71), характеризуются следующим составом по вертикальному профилю почвогрунта:

0-10 м - суглинок, темно-желтого цвета, тяжелый, с прослойками темнотернистого песка и глины;

10-20 м - песок, серого цвета, мелкозернистый, с глинистым материалом;

20-25 м - песок, серого цвета, мелкозернистый, с глинистым материалом;

25-30 м - песок, серого цвета, мелкозернистый, с прослойками глинистого материала;

30-45 м - песок, темно-серого цвета, с гравийным материалом;

45-55 м - песок, темно-серого цвета, с большим содержанием гравийного материала;

55-80 м - разнотернистый песок с галечником, количество галек значительное, галечник хорошо окатан, размер отдельных галек до 7 см, цвет светло-серый.

По данным САНИИРИ о работе 12 скважин вертикального дренажа в хозяйстве "Пахтакор" в 1960-1962 гг. известно следующее.

Мощность покровных отложений 20-25 м; средний коэффициент фильтрации - 0,07-0,50 м/сутки, мощность водоносного пласта - 25-35 м; средний коэффициент фильтрации - 20-100 м/сутки; среднегодовой дебит одной скважины – 80-110 л/сек; дальность действия на понижение

поверхности грунтовых вод - 700-900 м; площадь дренирования одной скважиной- 154-254 га.

Показатели работы скважин вертикального дренажа в 1972 г. По данным УМС в хозяйстве "Пахтакор" в 1972 г. действовало 39 скважин вертикального дренажа.

Средний годовой дебит одной скважины 310,6 м³/час.

Общий сток воды всеми скважинами за год составил 91,62 миллиона кубометров.

Вынесено солей указанным стоком по сумме солей - 196,3, по хлор-иону - 32,93 тыс. тонн.

Средняя годовая минерализация откачиваемых вод оказалась равной по сумме солей (плотный остаток) - 2,14, по хлор-иону -0,36 г/л.

Средняя площадь, дренируемая одной скважиной - 178,2 га.

Конструкция подопытной скважины № 71 следующая.

Общая глубина скважины - 74,2 м. Диаметр водоприемной трубы – 426 мм. Фильтр-щелевой, размер щелей 5x250 мм, количество щелей на 1 погонный метр - 140-160.

Протяженность фильтровой части трубы на глубине 16-41 м - 24 м.

Отсыпка трубы гравием с фракциями 1:20 мм.

Отстойник скважины - глубиной 2,4 м.

Установлен пьезометр диаметром 311 на глубину 38 м.

По скважине № 71 за годы исследования получены следующие средние показатели её работы (табл.4.1.1).

Средний дебит скважины - 71,9 л/сек; общий сток откаченной воды в среднем за год составил 2157,8 тыс.м³. За это время вынесено солей указанным стоком по плотному остатку - 3,231, а по хлор-иону – 0,398 тыс. тонн.

Средняя годовая минерализация откачиваемых вод оказалось равной по плотному остатку-1,5, а по хлор-иону-0,18 г/л.

Средняя площадь, дренируемая скважиной-65-80 га.

По данным замеров уровня залегания грунтовых вод действие скважины на понижение грунтовых вод распространяется на расстояние около 450-500 м.

Замеры уровней грунтовых вод показывают, что начиная с конца мая (с началом значительной водоподачи на орошение сельскохозяйственных культур) отмечается значительный подъем уровня залегания грунтовых вод. При этом в пределах производственного участка (от верхней части к нижней) различия в глубине их залегания достигают 1,7-1,9 м.

Такие различия несомненно обуславливают необходимость дифференциации в пределах участка режима и размера орошения хлопчатника.

Таблица 4.1.1

Средние за первый-третий гг. показатели работы скважины вертикального дренажа №71.

Показатель	Кварталы				Сумма или среднее за год
	I	II	III	IV	
Отработано при откачке, машино-часов	1993	2068	2136	2142	8339
Затрачено электроэнергии, кВт/час	67720	65324	70651	72100	275795
Дебит скважины, л/сек	71,6	72,2	72,3	71,4	71,9
Общий сток воды, тыс. м ³	513,9	537,2	556,0	550,7	2157,8
Вынесено водами солей, тыс. т					
Плотный остаток	0,774	0,800	1,054	0,603	3,231
Хлор –ион	0,089	0,086	0,091	0,132	0,398
Минерализация откачиваемых вод, г/л					
Плотный остаток	1,506	1,489	1,896	1,095	1,497
Хлор –ион	0,173	0,160	0,164	0,240	0,184

Таблица 4.2.1

Механический состав почвы
(метод пипетки с обработкой гексаметафосфатом натрия)

Горизон ты почвы, см	Вес фракций, %								Почва по классификац ии Н.А. Качинского
	>0,25	0,25- 0,1	0,1- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	Физичес кая глина (<0,01 мм)	
Первый опыт									
0-10	2,08	1,29	4,51	51,64	12,04	21,12	7,32	40,48	Суглинок средний
10-20	1,36	1,20	6,61	51,62	12,22	21,01	5,98	39,21	Суглинок средний
20-30	1,15	1,14	2,75	53,90	15,26	19,64	6,16	41,06	Суглинок средний
30-40	1,08	0,42	5,72	47,92	11,60	20,70	12,56	44,86	Суглинок средний
40-50	0,28	1,07	5,83	49,18	13,80	19,90	9,96	43,66	Суглинок средний
50-60	8,47	8,46	14,27	35,50	8,24	15,60	9,46	33,30	Суглинок средний
60-70	4,27	9,86	23,23	31,42	8,10	15,36	7,76	31,22	Суглинок средний
70-80	4,21	7,07	12,62	40,30	12,46	12,82	10,52	35,80	Суглинок средний
80-90	4,35	4,41	11,12	46,30	10,38	16,22	7,22	33,82	Суглинок средний
90-100	4,96	5,62	9,96	49,56	9,60	11,96	8,34	29,90	Суглинок легкий
Второй опыт									
0-10	0,73	0,43	2,14	50,44	12,56	20,68	13,02	46,26	Суглинок тяжелый
10-20	1,02	0,54	2,32	50,46	13,26	16,92	15,48	45,66	Суглинок тяжелый
20-30	0,88	0,41	1,57	50,16	11,36	20,30	15,32	46,98	Суглинок тяжелый
30-40	4,13	1,06	1,99	42,18	12,94	16,52	21,18	50,64	Суглинок тяжелый
40-50	5,84	7,20	12,00	34,26	13,78	18,80	8,12	40,70	Суглинок средний
50-60	4,42	11,40	15,68	38,34	8,96	13,06	8,14	30,16	Суглинок средний

60-70	2,51	6,16	14,23	44,56	8,74	14,12	9,68	32,54	Суглинок средний
70-80	3,38	4,70	10,82	49,00	9,24	18,18	4,68	32,10	Суглинок средний
80-90	3,69	3,83	9,90	48,26	10,00	20,60	3,72	34,32	Суглинок средний
90-100	3,16	2,85	8,51	49,34	11,06	16,98	8,10	36,14	Суглинок средний
Третий опыт									
0-10	0,71	0,48	24,25	30,00	12,30	18,16	14,10	44,56	Суглинок средний
10-20	0,64	0,38	2,12	53,50	11,36	17,82	14,18	43,36	Суглинок средний
20-30	0,33	0,23	7,40	57,38	9,42	14,70	10,54	34,66	Суглинок средний
30-40	5,15	6,58	11,52	39,60	10,56	16,50	10,14	37,20	Суглинок средний
40-50	3,13	7,68	17,31	39,40	12,80	12,10	7,58	32,48	Суглинок средний
50-60	2,18	4,16	12,88	46,04	9,50	15,48	9,76	34,74	Суглинок средний
60-70	3,41	3,19	11,00	50,80	18,76	4,64	8,20	31,60	Суглинок средний
70-80	1,85	1,49	4,44	49,34	13,44	20,38	9,06	42,88	Суглинок средний
80-90	0,19	0,16	6,63	56,16	9,68	14,68	12,50	36,86	Суглинок средний
90-100	0,11	0,16	7,93	56,84	9,28	13,60	12,08	34,96	Суглинок средний

4.2. Механический состав и агрофизические свойства почвы

Агрофизические свойства являются весьма важными для определения характера и направления всех процессов, происходящих в почве.

Водный, тепловой и питательный режим растений тесно связаны с агрофизическими свойствами почвы. В свою очередь агрофизические свойства почвы в большой мере зависят от механического состава почвы.

Данные, характеризующие механический состав опытного участка приведены в табл. 4.2.1.

Данные показывают в основном однородный механический состав почвы опытного участка. На первом и третьем опытах (верхняя и нижняя части участка) почва всех горизонтов верхнего метрового слоя (0-100 см) представлена (по классификации Н.А. Качинского) средними суглинками. Лишь на втором опыте (средняя часть участка) верхний полуметр почвы (0-50 см) представлен в основном тяжелыми суглинками, за исключением верхнего горизонта (0-10 см), являющимся легким суглинком.

В наших исследованиях из агрофизических свойств почвы определялись объемная масса, полевая влагемкость и водопроницаемость почвы.

Объемная масса почвы определялась перед поливами и в конце вегетации. Под объемной массой понимают единицу массы объема сухой почвы с ненарушенным строением; выражают величину объемной массы обычно в граммах одного см³ (или тоннах одного м³) сухой почвы.

Объемная масса почвы зависит от механического состава почвы и факторов, ее уплотняющих или разрыхляющих (обработка почвы, поливы и т.д.).

По каждому горизонту объемная масса почвы определялась нами в трехкратной повторности. Результаты определений приведены в табл. 4.2.2.

Таблица 4.2.2

Объемная масса почвы, г/см³

Горизонты почвы, см	Первый опыт		Второй опыт		Третий опыт	
	весной	осенью	весной	осенью	весной	осенью
1	2	3	4	6	6	7
	первый год					
0-10	1,20	1,25	1,18	1,21	1,15	1,19
10-20	1,21	1,27	1,21	1,23	1,19	1,26
20-30	1,19	1,21	1,16	1,19	1,23	1,26
30-40	1,26	1,26	1,26	1,30	1,31	1,41
40-50	1,18	1,28	1,35	1,34	1,24	1,31
50-60	1,16	1,31	1,37	1,39	1,21	1,30
60-70	1,24	1,30	1,31	1,42	1,20	1,31

70-80	1,23	1,32	1,34	1,41	1,28	1,34
80-90	1,33	1,36	1,36	1,40	1,32	1,42
90-100	1,38	1,44	1,28	1,29	1,36	1,43
0-50	1,21	1,25	1,23	1,25	1,22	1,29
0-70	1,21	1,27	1,26	1,30	1,20	1,29
0-100	1,24	1,30	1,27	1,32	1,25	1,32
	второй год					
0-10	1,11	1,15	1,12	1,13	1,13	1,16
10-20	1,12	1,18	1,14	1,14	1,14	1,18
20-30	1,12	1,21	1,18	1,22	1,17	1,23
30-40	1,18	1,20	1,18	1,22	1,18	1,24
40-50	1,16	1,19	1,21	1,24	1,19	1,21
50-60	1,12	1,15	1,17	1,18	1,19	1,19
60-70	1,13	1,17	1,16	1,19	1,20	1,24
70-80	1,15	1,22	1,14	1,16	1,21	1,19
80-90	1,16	1,10	1,21	1,25	1,18	1,21
90-100	1,17	1,24	1,23	1,27	1,19	1,24
0-50	1,14	1,19	1,17	1,19	1,18	1,20
0-70	1,13	1,18	1,17	1,19	1,17	1,21
0-100	1,14	1,19	1,17	1,20	1,18	1,21
	третий год					
0-10	1,14	1,15	1,15	1,17	1,16	1,18
10-20	1,16	1,16	1,16	1,18	1,17	1,19
20-30	1,18	1,21	1,18	1,22	1,20	1,24
30-40	1,18	1,20	1,18	1,23	1,21	1,24
40-50	1,19	1,20	1,21	1,23	1,20	1,23
50-60	1,16	1,19	1,17	1,18	1,15	1,19
60-70	1,17	1,19	1,18	1,24	1,20	1,23
70-80	1,15	1,17	1,20	1,25	1,18	1,21
80-90	1,15	1,19	1,21	1,22	1,21	1,23
90-100	1,21	1,23	1,23	1,25	1,23	1,27
0-50	1,19	1,18	1,18	1,21	1,19	1,21
0-70	1,17	1,19	1,18	1,21	1,19	1,22
0-100	1,17	1,19	1,19	1,22	1,19	1,22

Из данных таблицы видно, что верхний горизонт почвы имел сравнительно малую объемную массу почвы. По этому горизонту (0-10 см) на всех частях участка (1-й, 2-й, 3-й опыт) перед первым поливом объемная масса почвы была в пределах 1,11-1,20, а после поливов 1,13-1,25 г/см³. С углублением, объемная масса почвы увеличивалась.

На всех опытах и по всем годам исследований отмечается увеличение объемной массы почвы после поливов. Так, например, если на метровый слой (0-100 см) объемная масса почвы перед началом поливов была в пределах 1,14-1,27, то после поливов 1,18-1,32 г/см³.

В первый г., по сравнению со вторым и третьим гг., объемная масса почвы была сравнительно большей. Это можно объяснить тем, что в первый г. после зяблевой вспашки на опыте проводилась промывка почвы от солей. После промывных поливов, почва значительно уплотнилась и увеличилась её объемная масса.

В пределах опытного участка (от верхней части к нижней) объемная масса почвы также повышалась. Так, в первый г. на слой 0-100 см по всем трем опытам весной объемная масса почвы составила: 1,24, 1,27 и 1,25, осенью - 1,30, 1,32 и 1,32 г/см³.

Во второй г. соответственно весной 1,14, 1,17 и 1,18, а осенью 1,19, 1,20 и 1,21 г/см³. В третьем г. Опыта соответственно, весной 1,17, 1,19 и 1,19, а осенью 1,19, 1,22 и 1,22 г/см³.

По всем годам и опытам сравнительно небольшие показатели объемной массы почвы обусловлены по-видимому недавним освоением участка под посевы хлопчатника.

Полевая влагоемкость почвы. Наименьшая (полевая) влагоемкость или водоудерживающая способность почвы характеризуется тем максимальным количеством воды, которое удерживается в почве длительное время в неподвижном состоянии без заметного её стекания вниз (при исключении капиллярного увлажнения почвы со стороны грунтовых вод).

Полевая влагоемкость почвы является одним из основных водно-физических её свойств, без определения которой трудно вычислить нормы поливов и правильно распределить поливы по времени.

Полевая влагоемкость почвы определялась по методике СоюзНИХИ. Площадка 1x1 м заливалась водой из расчета 2500-3000 м³/га, что соответствовало слою воды 25-30 см. После впитывания последней порции воды площадка закрывалась пленкой, а затем землей. Начиная со второго дня после впитывания влаги на площадке в пятикратной повторности брались почвенные образцы на влажность почвы. Определения влажности прекращались при достижении стабильных её показателей.

В первый г. определения полевой влагоемкости почвы проводились весной в двух точках по длине опытного участка. Средние её величины для всего участка составили: на слой 0-50 см - 26,5, на слой 0-70 см - 26,7 и на слой - 0-100 см - 26,4% от массы сухой почвы.

Во второй г. в пределах опытного участка определения полевой влагоемкости для каждого опыта проводилась отдельно (в двукратной повторности). Исследования велись в вегетационный период при глубине залегания грунтовых вод; на первом опыте – 3,10-3,6, на втором опыте - 1,96-2,60 и на третьем - 1,35-1,70 м.

При таком уровне залегания грунтовых вод, полевая влагоемкость метрового слоя почвы оказалась разной: на первом опыте - 25,0, на втором опыте - 26,2 и на третьем опыте - 26,5% от массы сухой почвы.

Для почвы третьего опыта указанную величину полевой влагоемкости, при учете возможного некоторого подпитывания почвы влагой от грунтовых вод, следует считать условной.

Данные о величинах полевой влагоемкости по горизонтам почвы (в процентах от ее сухой массы) приведены в табл. 4.2.3.

Таблица 4.2.3

Полевая влагоемкость по горизонтам почвы

Горизонты почвы, см	Первый опыт	Второй опыт	Третий опыт
0-10	29,4	29,1	30,2
10-20	26,4	29,7	30,7
20-30	26,8	27,7	28,3
30-40	24,5	27,7	27,6
40-50	24,9	26,1	26,0
50-60	24,6	25,3	25,5
60-70	24,8	24,7	25,5
70-80	23,9	24,5	24,2
80-90	22,4	23,9	23,7
90-100	22,3	23,8	22,9
0-50	26,4	28,1	28,6
0-100	25,0	26,2	26,5

Приведенные данные показывают, что на верхней части участка (1-й опыт) наибольшую влагоемкость почвы - от 26,4 до 29,4% - имели верхние

горизонты (0-10, 10-20, 20-30 см); наименьшая влагоемкость - до 22,3% была отмечена в нижнем горизонте (90-100 см) почвы. В средней (2-й опыт) и нижней (3-й опыт) частях опытного участка наибольшую влагоемкость (от 29,1 до 30,7%) также имели верхние горизонты почвы (0-10, 10-20 см).

Следует отметить, что в пределах исследуемого участка полевая влагоемкость почвы повышалась от верхней части к нижней. Так, на слой 0-50 см по опытам 1,2 и 3 полевая влагоемкость почвы в среднем составила 26,4, 28,1 и 28,6%, а на слой 0-100 см - 25,0, 26,2 и 26,5% от массы сухой почвы.

Водопроницаемость почвы, то есть способность почвы с той или иной быстротой пропускать через себя воду в более глубокие горизонты, в сильной мере зависит от механического состава и структуры почвы.

Водопроницаемость почвы выражается в кубических метрах на гектар, или в миллиметрах водного столба за единицу времени (час, сутки).

В зависимости от продолжительности подачи воды на полив, водопроницаемость почвы сильно изменяется, показывая значительное уменьшение впитывания воды в почву. Так, например, весной до полива за первый час в почву просочилось 267,3-283,3 м³/га воды, за шестой час водопроницаемость резко уменьшилась и составила только 39,4-69,8 м³/га.

К осени, по сравнению с весной, водопроницаемость под влиянием поливов и уплотнения почвы также уменьшается, но сравнительно на небольшую величину (в среднем за 6 часов полива на величину около 30%).

Помимо отмеченных факторов, на водопроницаемость почвы существенное влияние оказывает уровень залегания грунтовых вод, что важно учитывать при разработке дифференцированных режимов и норм полива на фоне действия вертикального дренажа, изменяющим по депрессионной кривой уровень залегания грунтовых вод.

Это можно видеть по данным водопроницаемости почвы, приведенным в табл. 4.2.4.

Таблица 4.2.4.

Часы наблюдений	Первый опыт		Второй опыт		Третий опыт	
	Весной	Осенью	Весной	Осенью	Весной	Осенью
1	283,3	206,8	279,5	198,9	267,3	176,7
2	168,1	112,2	141,9	98,3	127,1	93,0
3	117,8	95,5	105,6	76,6	97,3	65,3
4	97,6	63,4	86,2	60,2	79,1	56,4
5	76,7	54,1	60,4	43,8	58,2	42,2
6	69,8	42,1	47,8	39,8	39,4	36,3
За 6 часов	813,3	574,1	721,4	517,6	677,4	469,9

Данные таблицы показывают, что с повышением на опытах 1, 2 и 3 уровня залегания грунтовых вод водопроницаемость почвы снижалась. Так, весной (перед началом вегетационных поливов) на первом опыте водопроницаемость почвы за 6 часов полива составила 813,3 м³/га, на втором опыте 721,4, на третьем опыте 677,4 м³/га. Осенью, после четырех поливов (схема поливов 1-3-0) на верхней части участка (первый опыт) водопроницаемость почвы была на уровне 574,1, на средней части участка 517,6 и на нижней части участка (третий опыт) 469,9 м³/га.

Полученные для характеристики агрофизических свойств почвы опытного участка данные приведены в сводной таблице 4.2.5.

Таблица 4.2.5

Агрофизические свойства почвы

Слои почвы, см	Объемная масса, г/см³		Полевая влагоемкость, в процентах от массы сухой почвы	Водопроницаемость, м³/га		
	Весной	Осенью		Часы наблюдений	Весной	Осенью
Первый опыт						
0-50	1,18	1,21	26,4	За 1-й час	283,3	206,8
0-100	1,18	1,23	25,0	За 6 часов	813,3	574,1

Второй опыт						
0-50	1,19	1,22	26,1	За 1-й час	279,5	198,9
0-100	1,21	1,25	26,2	За 6 часов	721,4	517,6
Третий опыт						
0-50	1,20	1,23	26,4	За 1-й час	267,3	176,7
0-100	1,21	1,25	26,5	За 6 часов	677,4	469,9

4.3. Сроки поливов, поливные и оросительные нормы хлопчатника

Большое практическое значение в повышении урожайности имеет установление правильных сроков поливов хлопчатника. В производственных условиях сроки поливов хлопчатника устанавливаются, как уже отмечалось выше, по внешним признакам растений, по физиологическим показателям или же по влажности почвы. При этом урожай хлопка-сырца зависит главным образом от правильного распределения оросительной нормы по периодам вегетации.

В наших опытах поливы хлопчатника проводились по бороздам без сброса воды. Учеты расходов воды производилась по водосливу Чиполетти с шириной порога 50 см. В пределах опытного участка, в зависимости от уровня залегания грунтовых вод, число и сроки поливов, а также оросительные нормы хлопчатника были различными. Заданные схемы поливов во все годы проведения опытов были выдержаны.

Поливы проводились смешанной водой (арычной и дренажной водой, откачиваемой из скважины). Минерализация поливной воды в первый г. оказалась значительной: по сумме солей (плотный остаток) 3,300, по хлор-иону – 0,310 г/л. Во второй и третьем гг. минерализация поливной воды была меньшей: по плотному остатку 1,652 и 1,978, по хлор-иону-0,208 и 0,233 г/л.

Показатели сроков полива, поливных и оросительных норм в наших опытах приведены в таблицах 7.4.3, 8.4.3, 9.4.3.

В первый г. нормы поливов по всем вариантам опытов были в пределах 900-1200 м³/га. На первом опыте, при уровне залегания грунтовых вод 3,0-3,6

м, за период вегетации дано 4-5 поливов при оросительной норме 4170-5110 м³/га. На втором опыте при уровне залегания грунтовых вод 2,0-2,6 м дано от 3 до 5 поливов оросительной нормой 3860-5420 м³/га, а на третьем опыте при глубине залегания грунтовых вод 1,3-1,7 м - проведено от 1 до 3 поливов оросительной нормой 1280-3522 м³/га.

Во второй-третий гг. в верхней части опытного участка, где располагался первый опыт, испытывалось число поливов от 4 до 6: при оросительной норме 3800-5880 м³/га. В средней части участка на втором опыте испытывалось от 3 до 6 поливов при оросительной норме от 2990 до 5535 м³/га. В нижней части участка, где располагался третий опыт, испытывалось от 1 до 4 поливов при оросительной норме от 925 до 3240 м³/га.

В зависимости от глубины залегания грунтовых вод схемы поливов были разные: 0-1-0, 1-1-0, 1-2-0, 1-3-0, 1-4-0 до 2-4-0.

При разных схемах поливов, межполивные промежутки изменялись от 14-15 до 32 дней. С увеличением числа поливов, первый и последующие поливы проводились в более ранние сроки. Во второй г. при схеме поливов 2-4-0, в сравнении со схемой 1-3-0 на первом опыте первый полив был проведен на 4, второй на 8, третий на 13, четвертый на 24 дня раньше, а в третий г. – соответственно на 10-16-22-30 дней.

Таблица 4.3.1

Число, сроки поливов и оросительные нормы хлопчатника (первый год)

№ варианто в	Схема поливов	Даты, межполивные периоды и нормы поливов, м³/га					Средняя норма, м³/га	Ороси тель ная норма , м³/га
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й		
Первый опыт (грунтовые воды 3,0-3,6 м)								
1	1-3-0	14/VI	10/VII	31/VII	20/VIII			
		-	26	21	20			
		1070	1120	990	980	-	1040	4150
2	1-4-0	14/VI	9/VII	24/VII	9/VIII	25/VIII		

		-	25	15	16	16		
		1070	1150	920	950	1030	1020	5100
Второй опыт (грунтовые воды 2,0-2,6 м)								
1	1-2-0	17/VI	17/VII	15/VIII	-	-		
		-	30	29				
		1100	1370	1370	-	-	1280	3850
2	1-3-0	14/VI	10/VII	31/VII	20/VIII			
		-	26	21	20			
		1150	1100	970	1060	-	1070	4280
3	1-4-0	14/VI	9/VII	24/VII	9/VIII	25/VIII		
		-	25	15	16	16		
		1150	1100	980	1070	1100	1080	5400
Третий опыт (грунтовые воды 1,3-1,7 м)								
1	0-1-0	10/VII						
		1280	-	-	-	-	1280	1280
2	1-1-0	25/VI	25/VII					
		-	30					
		1060	1080	-	-	-	1070	2140
3	1-2-0	17/VI	17/VII	15/VIII				
		-	30	29				
		1080	1260	1170	-	-	1170	3510

Таблица 4.3.2

Число, сроки поливов и оросительные нормы хлопчатника (второй год)

№ вариантов	Схе ма поли вов	Даты, межполивные периоды и нормы поливов, м³/га						Средняя норма, м³/га	Оросительная норма, м³/га
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й		
Первый опыт (грунтовые воды 3,0-3,6 м)									
1	1-3-0	10/ VI	6/VII	27/VII	22/V III	-	-		
		-	26	21	26	-	-		

		101 0	990	910	910	-	-	955	3800
2	1-4-0	10/ VI	4/VII	22/VII	8/VII I	27/VII I	-		
		-	24	18	17	19			
		101 0	950	910	910	900	-	936	4680
3	2-4-0	6/V I	28/VI	14/VII	29/V II	13/VII I	28/VII I		
		-	22	16	15	15	15		
		120 0	970	980	910	890	900	975	5850
Второй опыт (грунтовые воды 2,0-2,6 м)									
1	1-2-0	20/ VI	14/VII	12/VII					
		-	24	29	-	-	-		
		115 0	930	910	-	-	-	997	2990
2	1-3-0	10/ VI	6/VII	27/VII	22/V III	-	-		
		-	26	21	26	-	-		
		103 0	910	900	890	-	-	952	3810
3	1-4-0	10/ VI	4/VII	22/VII	8/VII I	27/VII I	-		
		-	24	18	17	19	-		
		103 0	970	840	890	860	-	918	4590
4	2-4-0	6/V I	28/VI	14/VII	29/V II	13/VII I	28/VII I		
		-	22	16	15	15	15		
		970	960	930	915	890	870	922	5535
Третий опыт (грунтовые воды 1,3-1,7 м)									
1	0-1-0	13/ VII	-	-	-	-	-		

		925	-	-	-	-	-	925	925
2	1-1-0	27/ VI	27/VII	-	-	-	-		
		-	30	-	-	-	-		
		870	730	-	-	-	-	800	1600
3	1-2-0	20/ VI	14/VII	12/VII I	-	-	-		
		-	24	29	-	-	-		
		760	850	855	-	-	-	822	2465
4	1-3-0	10/ VI	6/VII	27/VII	22/VII I	-	-		
		-	26	21	26	-	-		
		600	730	730	760	-	-	705	2820

Таблица 4.3.3

Число, сроки поливов и оросительные нормы хлопчатника (третий год)

№ вариантов	Схема поливов	Даты, межполивные периоды и нормы поливов, м³/га						Средняя норма, м³/га	Оросительная норма, м³/га
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й		
Первый опыт (грунтовые воды 3,0-3,6 м)									
1	1-3-0	14/ VI	11/VII	3/VIII	27/VIII	-	-		
		-	27	23	24	-	-		
		1080	1050	1100	980	-	-	1052	4210
2	1-4-0	11/ VI	5/VII	24/VII	11/VIII	27/VIII	-		
		-	24	19	18	16			

		10 20	1070	1130	1150	950	-	1064	5320
3	2-4-0	4/ VI	25/VI	12/VII	28/VII	11/VIII	27/VIII		
		-	21	17	16	14	13		
		99 0	1120	970	980	950	870	980	5880
Второй опыт (грунтовые воды 2,0-2,6 м)									
1	1-2-0	17/ VI	12/VII	11/VII					
		-	25	30	-	-	-		
		11 60	1050	1100	-	-	-	1070	3210
2	1-3-0	14/ VI	11/VII	3/VII	27/VIII	-	-		
		-	27	23	24	-	-		
		10 20	980	970	950	-	-	980	3920
3	1-4-0	11/ VI	5/VII	24/VII	11/VIII	27/VIII	-		
		-	24	19	18	16	-		
		10 50	1020	960	980	880	-	978	4890
4	2-4-0	4/ VI	25/VI	12/VII	28/VII	11/VIII	27/VIII		
		-	21	17	16	14	13		
		95 0	930	900	860	890	890	897	5380
Третий опыт (грунтовые воды 1,3-1,7 м)									
1	0-1-0	12/ VI I	-	-	-	-	-		
		95 0	-	-	-	-	-	950	950
2	1-1-0	26/ VI	28/VII	-	-	-	-		

		-	32	-	-	-	-		
		93 0	950	-	-	-	-	940	1880
3	1-2-0	17/ VI	12/VII	11/VIII	-	-	-		
		-	25	30	-	-	-		
		91 0	970	890	-	-	-	923	2770
4	1-3-0	14/ VI	11/VII	3/VII	27/VIII	-	-		
		-	27	23	24	-	-		
		85 0	820	810	760	-	-	810	3240

На втором опыте при схеме поливов 2-4-0 в сравнении со схемой 1-2-0, первый полив был проведен на 14; второй - на 16 и третий 29 дней раньше, в третий г. - соответственно на 13-17-30 дней. На третьем опыте при схеме полива 1-3-0 в сравнении со схемой 0-1-0 первый полив был проведен на 23 дня, а в 1974 г. - на 28 дней раньше.

При различном числе поливов изменялись также оросительные нормы хлопчатника: с увеличением числа поливов, оросительные нормы хлопчатника возрастали. При схеме полива 0-1-0 оросительные нормы были наименьшими, в пределах 925-1280 м³/га. При схеме полива 2-4-0 они повысились (округленно) до 5400-5900 м³/га.

Нормы отдельных поливов во второй-третий гг. были в нижней части участка (3-й опыт) в пределах 600-970 м³/га, в средней части (2-й опыт) 840-1150 м³/га и в верхней части (1-й опыт) - 870-1200 м³/га.

По разным частям участка и по разным вариантам опыта различия в сроках поливов, поливных и оросительных нормах оказали существенное влияние на показатели влажности почвы перед поливами, в межполивные периоды, а также на показатели концентрации водно-растворимых солей почвенного раствора и концентрации клеточного сока в листьях хлопчатника.

4.4. Режим грунтовых вод

Водный режим хлопкового поля определяется не только режимом и размером орошения хлопчатника, но и режимом грунтовых вод – изменениями глубины их залегания и степени минерализации.

Как уже отмечалось, в первый-третьем гг. на разных частях опытного участка, расположенных на различных расстояниях от действующей скважины вертикального дренажа, глубина залегания грунтовых вод была неодинаковой.

Данные наблюдений за уровнем залегания грунтовых вод во второй и третьем гг. приведены в таблицах 4.4.1. и 4.4.2.

Таблица 4.4.1.

Глубина залегания грунтовых вод, м (второй г.)

Схема поливов	В начале вегетации	Перед поливами						В конце вегетации	Среднее за поливной период
		1-м	2-м	3-м	4-м	5-м	6-м		
Первый опыт									
1-3-0	3,29	3,36	3,32	3,28	3,26	-	-	3,62	3,35
1-4-0	3,29	3,36	3,31	3,28	3,26	3,21	-	3,57	3,33
2-4-0	3,29	3,17	3,13	3,10	3,05	3,03	3,01	3,55	3,17
Средние	3,29	-	-	-	-	-	-	3,58	3,28
Второй опыт									
1-2-0	2,12	2,39	2,35	2,32	-	-	-	2,61	2,36
1-3-0	2,12	2,31	2,25	2,19	2,15	-	-	2,54	2,26
1-4-0	2,12	2,31	2,24	2,20	2,17	2,11	-	2,50	2,24
2-4-0	2,12	2,27	2,21	2,17	2,10	2,06	2,03	2,44	2,17
Средние	2,12	-	-	-	-	-	-	2,52	2,26
Третий опыт									
0-1-0	1,35	1,71	-	-	-	-	-	1,70	1,59
1-1-0	1,35	1,66	1,62	-	-	-	-	1,58	1,55
1-2-0	1,35	1,59	1,52	1,46	-	-	-	1,47	1,48
1-3-0	1,35	1,51	1,43	1,36	1,28	-	-	1,36	1,38

Средние	1,35	-	-	-	-	-	-	1,53	1,50
---------	------	---	---	---	---	---	---	------	------

Данные таблиц показывают, что в условиях действия скважины вертикального дренажа в пределах опытного участка, различия по глубине залегания грунтовых вод были значительными.

Так, в начале вегетации на первом опыте (верхняя часть участка, протяженностью 30-200 м) грунтовые воды залегали на глубине 3,29-3,22 м, на втором опыте (средняя часть участка, протяженностью 200-325 м) на глубине 2,12-2,18 м, на третьем опыте (нижняя часть участка, протяженностью 325-400 м) на глубине 1,35-1,45 м.

Таблица 4.4.2.

Глубина залегания грунтовых вод, м (третий год)

Схема поливов	В начале вегетации	Перед поливом						В конце вегетации	Средние за поливной период
		1-м	2-м	3-м	4-м	5-м	6-м		
Первый опыт									
1-3-0	3,22	3,39	3,37	3,33	3,29	-	-	3,58	3,38
1-4-0	3,22	3,34	3,31	3,26	3,20	3,18	-	3,52	3,29
2-4-0	3,22	3,27	3,24	3,20	3,16	3,12	3,08	3,47	3,22
Средние	3,22	-	-	-	-	-	-	3,52	3,30
Второй опыт									
1-2-0	2,18	2,43	2,37	2,31	-	-	-	2,65	2,39
1-3-0	2,18	2,38	2,35	2,29	2,24	-	-	2,57	2,33
1-4-0	2,18	2,28	2,24	2,17	2,10	2,06	-	2,48	2,22
2-4-0	2,18	2,23	2,18	2,13	2,07	2,02	1,98	2,37	2,14
Средние	2,18	-	-	-	-	-	-	2,52	2,27
Третий опыт									
0-1-0	1,42	1,68	-	-	-	-	-	1,65	1,58
1-1-0	1,42	1,51	1,48	-	-	-	-	1,52	1,48
1-2-0	1,42	1,48	1,41	1,33	-	-	-	1,39	1,41
1-3-0	1,42	1,42	1,38	1,31	1,26	-	-	1,34	1,36
Средние	1,42	-	-	-	-	-	-	1,48	1,46

Более глубоко грунтовые воды залегают осенью: на первом опыте – 3,58-3,52 м, на втором – 2,65-2,52 м, на третьем опыте – 1,53-1,48 м. В поливной период грунтовые воды залегают несколько выше: на первом опыте (в среднем) – 3,28-3,30 м, на втором – 2,26-2,27 м, на третьем 1,50-1,46 м.

Заметное понижение уровня грунтовых вод за период от начала вегетации до первого полива обусловлено значительным повышением температуры воздуха и суммарного испарения воды хлопковым полем (на транспирацию растениями и испарение из почвы).

Несмотря на обычные, сравнительно небольшие нормы (от 800-900 до 1000-1100 м³/га) поливы вызывали некоторый подъем грунтовых вод. По этой причине от полива к поливу уровень залегания грунтовых вод на всех опытах постепенно повышался, но на небольшую величину (от 2-4 до 6-8).

С увеличением числа поливов грунтовые воды в среднем за поливной период залежали все более высоко. Так, на первом опыте при четырех поливах (схема 1-3-0) они были на глубине 3,35-3,38 м, при шести поливах (схема 2-4-0) на глубине 3,17-3,22 м, (превышение на 21-16 см); на втором опыте при трех поливах (схема 1-2-0) грунтовые воды на глубине 2,36-3,39 м, при шести поливах (схема 2-4-0) на глубине 2,17-2,14 м (превышение на 19-25 см); на третьем опыте при одном и четырех поливах (схемы 0-1-0 и 1-3-0) грунтовые воды соответственно на глубине 1,59-1,58 и 1,38-1,36 м (превышение на 21-22 см).

В целом за вегетационный период на различных опытах (верхняя, средняя и нижняя части участка) динамика изменения уровня залегания грунтовых вод во второй и третий гг., при различных схемах поливов, характеризуется прилагаемыми графиками (рис. 1 и 2).

Данные о степени минерализации грунтовых вод на различных частях опытного участка приведены в таблице 4.4.3.

Динамика уровня залегания грунтовых вод перед поливами

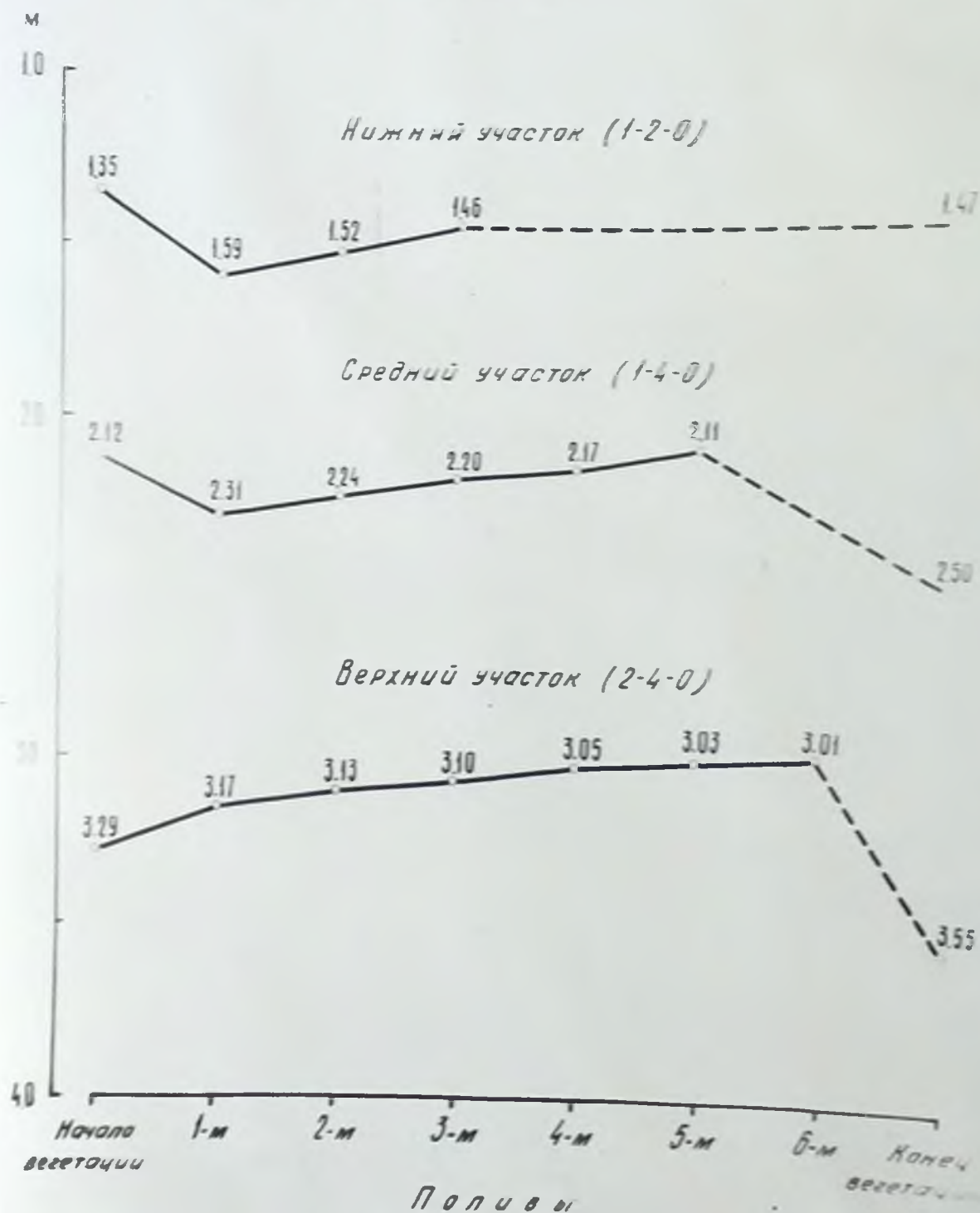


Рисунок-1. Динамика уровня залегания грунтовых вод перед поливами (второй г.)

Динамика уровня залегания грунтовых вод перед поливами

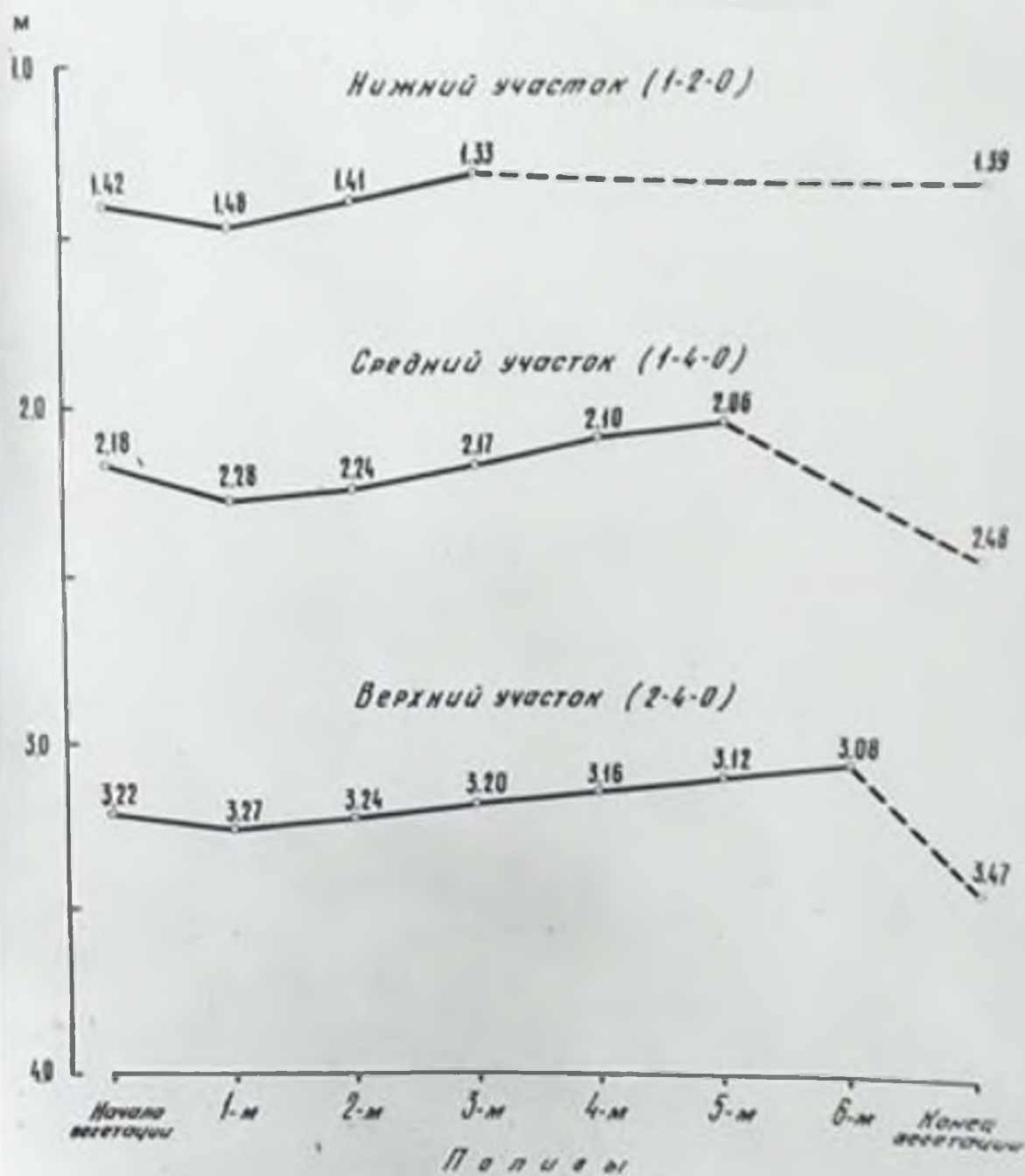


Рисунок-2. Динамика уровня залегания грунтовых вод перед поливами (третий г.)

Данные таблицы показывают на повышенную для условий орошаемого участка минерализацию грунтовых вод как по сумме солей (плотный остаток), так и по содержанию в них хлор-иона.

Таблица 4.4.3.

Минерализация грунтовых вод, г/л

Дата	второй год			Дата	третий год		
	Глубина залегания, м	Плотный остаток	Хлор-ион		Глубина залегания, м	Плотный остаток	Хлор-ион
Первый опыт							
24/V	3,30	5,876	0,172	28/V	3,22	5,362	0,252
19/VI	3,34	5,416	0,174	30/VI	3,31	4,988	0,236
7/VIII	3,26	5,092	0,300	17/VIII	3,28	4,468	0,186
13/X	3,56	6,012	0,320	6/X	3,52	6,630	0,288
Средние	3,37	5,599	0,242	-	3,33	5,362	0,241
Второй опыт							
24/V	2,20	5,486	0,232	28/V	2,18	5,736	0,244
19/VI	2,24	4,640	0,235	30/VI	2,21	4,842	0,217
7/VIII	2,19	4,692	0,382	17/VIII	2,17	4,232	0,248
13/X	2,54	5,128	0,284	6/X	2,48	5,466	0,292
Средние	2,29	4,987	0,283	-	2,26	5,069	0,250
Третий опыт							
24/V	1,43	4,228	0,159	28/V	1,42	5,144	0,220
19/VI	1,55	4,950	0,120	30/VI	1,58	4,672	0,266
7/VIII	1,41	4,444	0,274	17/VIII	1,55	4,224	0,278
13/X	1,70	5,396	0,271	6/X	1,51	5,858	0,316
Средние	1,52	4,755	0,206	-	1,52	4,975	0,266
Минерализация поливной воды							
Средние за год		1,652	0,208	Средние за год		1,978	0,233

На разных частях опытного участка минерализация грунтовых вод была различной. При этом она изменялась в течение вегетационного периода.

Во второй и третий гг. в среднем за вегетационный период минерализация грунтовых вод верхней части участка (первый опыт) была на уровне 5,60-5,36 г/л по сумме солей и 0,24-0,24 г/л по хлор-иону.

Несколько меньшей оказалась минерализация грунтовых вод средней части участка (второй опыт): 4,99-5,07 г/л по сумме солей и 0,28-0,25 г/л по хлор-иону.

Наименьшей была минерализация грунтовых вод нижней части участка (третий опыт): 4,76-4,98 г/л по сумме солей и 0,21-0,27 г/л по хлор-иону.

На всех частях участка будучи повышенной, перед началом поливов хлопчатника (на 24-28 мая) минерализация грунтовых вод в дальнейшем (на 19-30 июня и затем на 7-17 августа), под действием поливов несколько снижалась, но затем в конце вегетации (на 6-13 октября), при наибольшей для каждого опыта глубине залегания грунтовых вод, вновь заметно повышалась.

4.5. Водный режим почвы и концентрации почвенного раствора

Поддержание в почве оптимальной влажности, необходимой для непрерывного и нормального снабжения растений водой, является одним из решающих факторов для получения высоких и устойчивых урожаев хлопка-сырца.

Потребность хлопчатника в воде по периодам его развития неодинакова и зависит от многих факторов – водно-физических свойств почвы, уровня залегания грунтовых вод, числа и сроков поливов, метеорологических условий года и т.д.

Научно обоснованные нормы орошения в конкретных климатических и почвенно-мелиоративных условиях имеют большое значение для повышения урожайности хлопчатника при экономном использовании оросительной воды. Это особенно необходимо учитывать в последние годы, в связи с возрастающим дефицитом оросительной воды.

В наших исследованиях влажность почвы по каждому опыту и варианту опыта определялась в метровом слое по горизонтам 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см перед каждым вегетационным поливом.

Данные о динамике предполивной влажности почвы (слой 0-100 см) за вегетационный период при различных схемах поливов хлопчатника по годам исследований приведены в таблицах 4.5.1. 4.5.2. и 4.5.3.

Величины влажности показаны в процентах от массы сухой почвы и в процентах от полевой влагоемкости почвы.

Ниже, в таблице 4.5.4 по отдельным опытам приведены за три года данные о предполивной влажности почвы перед и последнем поливами, а также в среднем за поливной период в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и схем поливов хлопчатника.

Подробные данные за третий г. по отдельным горизонтам почвы (в процентах от её сухой массы) приведены в приложении (приложение 1-3).

Данные таблиц 4.5.1. 4.5.2. и 4.5.3. а также сводной за три года таблицы 4.5.4. показывают на значительные различия величин влажности почвы в течение вегетационного периода хлопчатника, а также на их большую зависимость от глубины залегания грунтовых вод, числа и сроков поливов хлопчатника.

Перед первым поливом хлопчатника предполивная влажность метрового (0-100 см) слоя почвы верхней части участка (первый опыт) в среднем за три года, была на уровне 17,4-19,6% от массы сухой почвы или 69,6-78,4% от ПВ (полевой влагоемкости почвы).

Таблица 4.5.1.

Предполивная влажность почвы (слой 0-100 см) первый год

№ варианта	Число поливов	Схема поливов	Показатель	Номера поливов				
				1	2	3	4	5
Первый опыт								
1	4	1-3-0	От массы	17,6	18,4	20,6	19,2	
			От ПВ	70,4	73,6	82,4	76,8	

2	5	1-4-0	От массы	17,3	18,2	20,7	19,9	17,8
			От ПВ	69,2	72,8	82,8	79,6	71,2
Второй опыт								
1	3	1-2-0	От массы	17,9	15,9	15,7		
			От ПВ	68,3	60,7	59,9		
2	4	1-3-0	От массы	17,5	18,3	20,2	19,5	
			От ПВ	66,8	69,8	77,1	74,4	
3	5	1-4-0	От массы	18,1	18,6	20,4	19,4	18,1
			От ПВ	69,1	71,0	77,9	74,0	69,1
Третий опыт								
1	1	0-1-0	От массы	17,8				
			От ПВ	67,2				
2	2	1-1-0	От массы	20,1	17,9			
			От ПВ	75,8	67,5			
3	3	1-3-0	От массы	19,9	17,8	17,3		
			От ПВ	75,1	67,2	65,3		

Таблица 4.5.2.

Предполивная влажность почвы (слой 0-100 см) второй год

№ варианта	Число поливов	Схема поливов	Показатель	Номера поливов					
				1	2	3	4	5	6
Первый опыт									
1	4	1-3-0	От массы	17,9	17,4	17,5	16,9		
			От ПВ	71,6	69,6	70,0	67,6		
2	5	1-4-0	От массы	17,5	18,4	19,1	18,7	19,3	
			От ПВ	70,0	73,6	76,4	74,8	77,2	
3	6	2-4-0	От массы	19,4	19,8	20,0	21,0	21,7	21,3
			От ПВ	77,6	79,2	80,0	84,0	86,8	85,2
Второй опыт									
1	3	1-2-0	От массы	18,0	16,8	16,2			
			От ПВ	68,7	64,1	61,8			
2	4	1-3-0	От массы	18,5	18,9	19,4	19,8		
			От ПВ	70,6	72,2	74,2	75,7		
3	5	1-4-0	От массы	18,8	19,8	20,0	19,9	20,0	
			От ПВ	71,9	75,6	76,3	75,9	76,3	

4	6	2-4-0	От массы	20,9	21,2	21,6	23,6	23,5	24,1
			От ПВ	79,8	80,9	82,4	90,1	89,9	92,1
Третий опыт									
1	1	0-1-0	От массы	15,7					
			От ПВ	59,0					
2	2	1-1-0	От массы	18,1	17,6				
			От ПВ	68,0	66,2				
3	3	1-2-0	От массы	19,4	19,9	20,1			
			От ПВ	72,9	74,8	75,6			
4	4	1-3-0	От массы	20,3	21,1	21,9	21,2		
			От ПВ	76,3	79,3	82,3	79,7		

Таблица 4.5.3.

Предполивная влажность почвы (слой 0-100 см) третий год

№ варианта	Число поливов	Схема поливов	Показатель	Номера поливов					
				1	2	3	4	5	6
Первый опыт									
1	4	1-3-0	От массы	16,7	17,5	18,1	17,6		
			От ПВ	66,8	70,0	72,4	70,4		
2	5	1-4-0	От массы	18,2	19,1	19,3	18,9	19,2	
			От ПВ	72,8	76,4	77,2	75,6	76,8	
3	6	2-4-0	От массы	19,7	21,0	20,9	21,4	21,3	22,1
			От ПВ	78,8	84,0	83,6	85,6	85,2	88,4
Второй опыт									
1	3	1-2-0	От массы	17,1	16,2	15,9			
			От ПВ	65,3	61,8	60,7			
2	4	1-3-0	От массы	17,9	19,1	20,0	19,8		
			От ПВ	68,3	72,9	76,3	75,6		
3	5	1-4-0	От массы	18,6	20,3	20,6	20,2	19,8	
			От ПВ	71,0	77,5	78,6	77,1	75,6	
4	6	2-4-0	От массы	20,5	21,1	21,6	21,8	22,0	22,6
			От ПВ	78,2	80,5	82,4	83,2	84,0	86,3
Третий опыт									
1	1	0-1-0	От массы	16,8					
			От ПВ	59,6					

2	2	1-1-0	От массы	17,8	16,1				
			От ПВ	67,2	60,7				
3	3	1-2-0	От массы	19,1	20,9	20,0			
			От ПВ	72,1	78,9	75,5			
4	4	1-3-0	От массы	20,5	21,8	21,5	21,7		
			От ПВ	77,4	82,3	81,1	81,9		

Таблица 4.5.4.

Предполивная влажность почвы, слой 0-10 см (среднее за три года)

№ вариантов	Схема поливов	Средние даты		В процентах от массы сухой почвы			В процентах от полевой влагоёмкости почвы		
		Первог о полива	Последне го полива	Перед первы м полив ом	Перед после дним полив ом	Средне е за поливн ой период	Перед первым поливо м	Перед послед ним поливо м	Сред нее за полив ной перио д
Первый опыт (грунтовые воды – 3,3 м)									
1	1-3-0	13/VI	23/VIII	17,4	17,9	18,0	69,6	71,6	72,0
2	1-4-0	12/VI	26/VIII	17,7	18,8	18,8	70,8	75,2	75,2
3	2-4-0	5/VI	28/VIII	19,6	21,7	20,8	78,4	86,8	83,2
Второй опыт (грунтовые воды – 2,3 м)									
1	1-2-0	18/VI	13/VIII	17,7	15,9	17,0	67,6	60,7	64,9
2	1-3-0	12/VI	23/VIII	18,0	19,7	19,1	68,7	75,2	72,9
3	1-4-0	11/VI	26/VIII	18,5	19,3	19,6	70,6	73,7	74,8
4	2-4-0	5/VI	28/VIII	20,7	23,4	22,1	79,0	89,3	84,4
Третий опыт (грунтовые воды – 1,5 м)									
1	0-1-0	12/VII	-	16,4	-	16,4	61,9	-	61,9
2	1-1-0	27/VI	26/VII	18,7	17,2	17,9	70,6	64,9	67,5
3	1-2-0	18/VI	13/VIII	19,5	19,1	19,4	73,6	72,1	73,2
4	1-3-0	12/VI	25/VIII	20,4	21,5	21,3	77,0	81,1	80,4

В средней части участка (второй опыт) предполивная влажность соответственно составила 17,7-20,7% или 67,6-79,0% от ПВ.

В нижней части участка (третий опыт) при двух-четырех поливах, предполивная влажность почвы была еще большей – 18,7-20,4% или 70,6-77,0% от ПВ.

Таким образом в зоне действия скважины вертикального дренажа, на разных частях орошаемого участка, при различном уровне залегания грунтовых вод (3,3-2,3-1,5 м) начальная предполивная влажность почвы была различной.

Более четко влияние различного уровня залегания грунтовых вод, в условиях действия вертикального дренажа, на предполивную влажность почвы можно видеть, сопоставив её показатели на различных частях при одинаковом числе поливов (одинаковом сроке первого полива) хлопчатника. Например, при четырех поливах (схема 1-3-0) и одинаковом сроке первого полива (12-13 июня) влажность почвы перед первым поливом составила: на первом опыте 17,4% (69,6% от ПВ), на втором опыте 18,0% (68,7% от ПВ), на третьем опыте 20,4% (74,6% от ПВ).

Влажность почвы перед первым поливом хлопчатника в большой мере зависела от срока проведения этого полива. Так, например, на втором опыте, при трех, четырех, пяти и шести поливах (схемы 1-2-0, 1-3-0, 1-4-0, 2-4-0) и сроках первого полива 18/VI, 12/VI, 11/VI, 5/VI предполивная влажность почвы соответственно составила: 17,7-18,0, 0-18,5-20,7% (67,6-68,7 , 70,6-79,0% от ПВ).

По всем опытам перед последующими поливами (после первого) влажность почвы постепенно повышалась, но перед последним поливом в ряде случаев она снижалась.

В среднем за поливной период, величины предполивной влажности почвы имели промежуточные значения между первым и последним поливами. При этом по всем опытам (1, 2, 3) величины предполивной влажности почвы были тем больше, чем больше проводилось поливов хлопчатника.

Так, на первом опыте при четырех, пяти и шести поливах средняя предполивная влажность почвы (0-100 см) составила: 18,0-18,8-20,8% (72,0-75,2-83,2% от ПВ). На втором опыте при трех, четырех, пяти и шести поливах она была на уровне 17,0-19,1-19,6-22,1% (64,9-72,9-74,8-84,4% от ПВ). На третьем опыте при двух, трех и четырех поливах средняя предполивная влажность почвы составила: 17,9-19,4-21,3% (67,5-73,2-80,4% от ПВ).

Характер изменений влажности почвы по её вертикальному профилю можно видеть по данным за третий г, приведенным в приложении к диссертации (приложение 1-3).

Данные эти показывают, что по всем опытам, их вариантам и отдельным поливам во всех случаях сохранялась одинаковая закономерность изменения влажности почвы. От верхнего горизонта почвы (0-20 см) к средним (20-40, 40-60 см) и нижним (60-80, 80-100 см) влажность почвы, в связи с меньшим её иссушением постепенно увеличивалась. При этом различия влажности верхнего и нижнего горизонтов почвы были весьма значительными. При влажности верхнего горизонта почвы (0-20 см), равной 10-16% влажность нижнего горизонта почвы (80-100 см) достигала 21-24% от её сухой массы.

Изменения влажности почвы при разных режимах и размерах орошения хлопчатника обусловили по вариантам опытов соответствующие изменения солевой концентрации почвенного раствора (данные по этому вопросу приведены в табл. (4.5.5. 4.5.6. и 4.5.7.).

Из данных таблиц видно, что по всем опытам с увеличением числа поливов хлопчатника концентрация почвенного раствора (по хлору), осенью заметно уменьшалась.

Так, на первом опыте, при трех, при четырех, пяти и шести поливах хлопчатника средняя за три года концентрация почвенного раствора (по хлору) на слой 0-100 см, составила: 2,38-2,27-1,60 г/л. На втором опыте при трех, при четырех, пяти и шести поливах она была на уровне: 2,74-2,23-1,63

г/л. На третьем опыте при трех, при четырех, пяти и шести поливах соответственно на уровне: 2,79-2,57-2,41 г/л.

Во всех случаях уменьшение концентрации почвенного раствора происходило не только вследствие некоторого снижения содержания хлора в почве осенью, но главным образом в результате значительного повышения при увеличении числа поливов влажности почвы.

Приведенные выше данные показывают на различные по вариантам опытов, величины концентрации почвенного раствора, при которых получены и различные величины урожая хлопка.

Наибольшие урожаи хлопка были получены при следующих показателях концентрации почвенного раствора (по хлору): на первом опыте 1,07 г/л весной и 2,27 г/л осенью (схема поливов 1-4-0); на втором опыте 1,14 г/л весной и 2,09 г/л осенью (схема поливов 1-4-0); на третьем опыте 1,58 г/л весной и 2,5 7 г/л осенью (схема поливов 1-2-0). В первом случае, при указанных схемах поливов и величинах концентрации почвенного раствора, урожаи хлопка были на уровне 34,3-35,9- ц/га, во втором – 33,4-37,3 ц/га, в третьем – 22,9-30,1 ц/га.

Таблица 4.5.5.

Солесодержание, влажность корнеобитаемого слоя (0-100 см) и
концентрация почвенного раствора (по хлору)

Первый опыт

Показатель	первый г.		второй г.		третий г.		Среднее за 3 года	
	Веснойх	Осеньюхх	Весной	Осенью	Весной	Осенью	Весной	Осенью
	Схема поливов 1-3-0							
Плотный остаток, %	0,486	0,918	0,502	0,936	0,517	0,878	0,501	0,877
Хлор-ион, %	0,015	0,039	0,018	0,042	0,019	0,041	0,017	0,041
Влажность почвы, %	17,6	19,2	17,9	14,7	16,7	17,6	17,4	17,2
Концентрация п. раствора, г/л	0,85	2,03	1,01	2,86	1,16	2,33	0,98	2,38
	Схема поливов 1-4-0							
Плотный остаток,	0,580	0,972	0,545	0,805	0,570	0,743	0,546	0,871

%								
Хлор-ион, %	0,017	0,043	0,040	0,040	0,021	0,039	0,019	0,041
Влажность почвы, %	17,3	17,8	17,2	17,2	18,2	19,2	17,7	18,1
Концентрация п. раствора, г/л	0,98	2,42	2,31	2,31	1,15	2,03	1,07	2,27
Схема поливов 2-4-0								
Плотный остаток, %	-	-	0,560	0,769	0,582	0,730	0,571	0,750
Хлор-ион, %	-	-	0,017	0,034	0,019	0,034	0,018	0,034
Влажность почвы, %	-	-	19,4	21,3	19,7	22,1	19,6	21,2
Концентрация п. раствора, г/л	-	-	0,88	1,60	0,96	1,54	0,92	1,60

Примечание: Весной - перед первым поливом
Осенью - перед последним поливом

Таблица 4.5.6.

Солесодержание, влажность корнеобитаемого слоя (0-100 см) и
концентрация почвенного раствора (по хлору)

Второй опыт

Показатель	первый г.		второй г.		третий г.		Среднее за 3 года	
	Весной	Осенью	Весной	Осенью	Весной	Осенью	Весной	Осенью
Схема поливов 1-2-0								
Плотный остаток, %	0,541	1,176	0,667	1,090	0,633	1,056	0,614	1,107
Хлор-ион, %	0,018	0,046	0,023	0,044	0,022	0,045	0,021	0,045
Влажность почвы, %	17,9	15,7	18,0	17,6	17,1	15,9	17,7	16,4
Концентрация п. раствора, г/л	1,01	2,93	1,28	2,50	1,29	2,83	1,19	2,74
Схема поливов 1-3-0								
Плотный остаток, %	0,628	1,226	0,613	0,904	0,635	0,897	0,625	1,009
Хлор-ион, %	0,017	0,044	0,022	0,043	0,021	0,044	0,020	0,044
Влажность почвы, %	17,5	19,5	18,5	19,8	17,9	19,8	18,0	19,7
Концентрация п. раствора, г/л	0,97	2,26	1,19	2,17	1,17	2,22	1,11	2,23
Схема поливов 1-4-0								
Плотный остаток, %	0,630	1,111	0,699	0,976	0,702	0,880	0,677	0,989
Хлор-ион, %	0,017	0,039	0,022	0,040	0,203	0,041	0,021	0,040
Влажность почвы, %	18,1	18,1	18,8	19,4	18,6	19,8	18,5	19,1
Концентрация п. раствора, г/л	0,94	2,15	1,17	2,06	2,07	1,54	1,14	2,09
Схема поливов 2-4-0								

Плотный остаток, %	-	-	0,713	0,815	0,716	0,846	0,715	0,831
Хлор-ион, %	-	-	0,024	0,038	0,023	0,034	0,024	0,036
Влажность почвы, %	-	-	20,9	21,5	20,5	22,6	20,7	22,1
Концентрация п. раствора, г/л	-	-	1,75	1,77	1,12	1,50	1,16	1,63

Таблица 4.5.7.

Солесодержание, влажность корнеобитаемого слоя (0-100 см) и
концентрация почвенного раствора (по хлору)

Третий опыт

Показатель	первый г.		второй г.		третий г.		Среднее за 3 года	
	Весной	Осенью	Весной	Осенью	Весной	Осенью	Весной	Осенью
	Схема поливов 0-1-0							
Плотный остаток, %	0,792	1,399	0,816	1,308	0,629	1,205	0,746	1,304
Хлор-ион, %	0,027	0,047	0,0932	0,051	0,032	0,051	0,030	0,050
Влажность почвы, %	17,8	-	15,7	-	15,8	-	15,5	-
Концентрация п. раствора, г/л	1,52	-	2,04	-	2,03	-	1,86	-
	Схема поливов 1-1-0							
Плотный остаток, %	0,769	1,348	0,739	1,194	0,864	1,308	0,791	1,283
Хлор-ион, %	0,027	0,041	0,030	0,046	0,033	0,050	0,030	0,046
Влажность почвы, %	20,1	17,9	13,8	15,4	17,8	16,1	17,2	16,5
Концентрация п. раствора, г/л	1,34	2,29	1,66	2,99	1,85	3,11	1,62	2,79
	Схема поливов 1-2-0							
Плотный остаток, %	0,758	1,273	0,806	1,258	0,740	1,180	0,768	1,237
Хлор-ион, %	0,0287	0,041	0,031	0,047	0,033	0,048	0,031	0,045
Влажность почвы, %	19,9	17,3	15,4	15,1	19,1	20,0	18,1	17,5
Концентрация п. раствора, г/л	1,41	2,37	1,60	3,11	1,73	2,40	1,58	2,57
	Схема поливов 1-3-0							
Плотный остаток, %	-	-	0,796	1,074	0,769	1,087	0,783	1,081
Хлор-ион, %	-	-	0,035	0,049	0,032	0,046	0,034	0,048
Влажность почвы, %	-	-	20,3	18,2	20,5	21,7	18,6	19,9
Концентрация п. раствора, г/л	-	-	1,72	2,69	1,56	2,12	1,64	2,41

4.6. Концентрация клеточного сока в листьях хлопчатника

В практике орошаемого земледелия существуют различные методы назначения очередных сроков проведения вегетационных поливов. Назначением очередных сроков проведения поливов в соответствии с потребностью хлопчатника преследуется цель – не допустить снижения влажности в почве ниже критических пределов, установленных для данной культуры.

Сроки проведения поливов хлопчатника определяют либо по заданной предполивной влажности почвы, либо по морфологическим признакам и физиологическим показателям растений.

Вопросы диагностирования сроков поливов хлопчатника на фоне действия скважины вертикального дренажа, при дифференцированном подходе к режиму орошения в Голодной степи, не изучались. Поэтому в задачу наших исследований входило изучение концентрации клеточного сока в листьях хлопчатника при различных режимах орошения с целью испытания такого метода определения сроков полива. Данные по концентрации клеточного сока в листьях хлопчатника за первый-третий гг. исследований приведены в таблицах 4.6.1. и 4.6.2.

Таблица 4.6.1.

Концентрация клеточного сока (ККС) в листьях, % (данные за второй г., 13-15 часов дня)

№ вари анто в	Схема поливов	Показатель	Поливы					
			1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
		Первый опыт (грунтовые воды 3,0-3,6 м)						
1	1-3-0	дата определения	10/VI	6/VII	27/VII	22/VIII		
	1-3-0	ККС листьев	9,5	10,7	11,1	12,3		
2	1-4-0	дата определения	10/VI	4/VII	12/VII	8/VIII	27/VIII	
	1-4-0	ККС листьев	9,5	10,0	10,4	10,7	11,0	
3	2-4-0	дата определения	6/VI	28/VI	14/VII	29/VII	13/VIII	28/VIII

	2-4-0	ККС листьев	8,7	9,3	9,4	9,5	9,7	9,8
	Второй опыт (грунтовые воды 2,0-2,6 м)							
1	1-2-0	дата определения	20/VI	14/VII	12/VIII			
	1-2-0	ККС листьев	10,0	11,4	12,7			
2	1-3-0	дата определения	10/VI	6/VII	27/VII	22/VIII		
	1-3-0	ККС листьев	9,4	10,5	11,0	12,1		
3	1-4-0	дата определения	10/VI	4/VII	22/VII	8/VIII	27/VIII	
	1-4-0	ККС листьев	9,4	9,8	10,3	10,6	10,8	
4	2-4-0	дата определения	6/VI	28/VI	14/VII	29/VII	13/VIII	28/VIII
	2-4-0	ККС листьев	8,5	9,2	9,3	9,4	9,6	9,7
	Третий опыт (грунтовые воды 1,3-1,7 м)							
1	0-1-0	дата определения	13/VII					
	0-1-0	ККС листьев	13,7					
2	1-1-0	дата определения	27/VI	27/VII				
	1-1-0	ККС листьев	10,1	12,9				
3	1-2-0	дата определения	20/VI	14/VII	12/VIII			
	1-2-0	ККС листьев	9,6	10,6	11,1			
4	1-3-0	дата определения	10/VI	6/VII	27/VII	22/VIII		
	1-3-0	ККС листьев	9,2	9,6	9,7	9,8		

Таблица 4.6.2.

Концентрация клеточного сока (ККС) в листьях, % (данные за третий г., 13-15 часов дня)

№ вари анто в	Схема поливов	Показатель	Поливы					
			1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
		Первый опыт (грунтовые воды 3,0-3,6 м)						
1	1-3-0	дата определения	14/VI	11/VII	3/VIII	27/VIII		
	1-3-0	ККС листьев	9,7	10,4	11,8	12,6		
2	1-4-0	дата определения	12/VI	5/VII	24/VII	11/VIII	27/VIII	
	1-4-0	ККС листьев	9,2	9,8	10,1	10,3	10,5	

3	2-4-0	дата определения	4/VI	25/VI	12/VII	28/VII	11/VIII	27/VIII
	2-4-0	ККС листьев	8,6	8,9	9,1	9,2	9,4	9,5
Второй опыт (грунтовые воды 2,0-2,6 м)								
1	1-2-0	дата определения	17/VI	12/VII	11/VIII			
	1-2-0	ККС листьев	10,1	11,4	12,9			
2	1-3-0	дата определения	14/VI	11/VII	3/VIII	27/VIII		
	1-3-0	ККС листьев	9,5	10,6	11,1	12,2		
3	1-4-0	дата определения	11/VI	5/VII	24/VII	11/VIII	27/VIII	
	1-4-0	ККС листьев	9,2	9,9	10,2	10,4	10,7	
4	2-4-0	дата определения	4/VI	25/VI	12/VII	28/VII	11/VIII	27/VIII
	2-4-0	ККС листьев	8,5	9,1	9,2	9,3	9,5	9,7
Третий опыт (грунтовые воды 1,3-1,7 м)								
1	0-1-0	дата определения	12/VII					
	0-1-0	ККС листьев	13,6					
2	1-1-0	дата определения	26/VI	28/VII				
	1-1-0	ККС листьев	10,0	12,8				
3	1-2-0	дата определения	17/VI	12/VII	11/VIII			
	1-2-0	ККС листьев	9,4	10,4	11,2			
4	1-3-0	дата определения	14/VI	11/VII	8/VIII	27/VIII		
	1-3-0	ККС листьев	9,1	9,5	9,6	9,7		

Таблица 4.6.3.

Влажность почвы, концентрация клеточного сока и урожай хлопка-сырца

№ опыт ов	Схема полив ов	второй г.			третий г.		
		Средняя предполивна ая влажность почвы (0-100 см)	Уровень концентрации клеточного сока, %	Урожай хлопка- сырца, ц/га	Средняя предполивна я влажность почвы (0-100 см)	Уровень концентраци и клеточного сока, %	Урожа й хлопка - сырца, ц/га
		Первый опыт (грунтовые воды – 3,3 м)					
1	1-3-0	17,4	9,5-12,3	31,1	17,5	9,7-12,6	30,7
	1-4-0	18,6	9,5-11,0	35,9	18,9	9,2-10,5	34,3

	2-4-0	20,5	8,7-9,8	26,4	21,1	8,6-9,5	32,3
		Второй опыт (грунтовые воды – 2,3 м)					
2	1-2-0	17,0	10,0-12,7	26,0	16,4	10,1-12,9	26,1
	1-3-0	19,1	9,4-12,1	29,1	19,2	9,5-12,2	30,4
	1-4-0	19,7	9,4-10,8	33,4	19,9	9,2-10,7	35,1
	2-4-0	22,5	8,5-9,7	26,8	21,6	8,5-9,7	33,8
		Третий опыт (грунтовые воды – 1,5 м)					
3	0-1-0	15,7	13,7	17,7	15,8	13,6	16,8
	1-1-0	17,8	10,1-12,9	22,0	16,9	10,0-12,8	19,8
	1-2-0	19,8	9,6-11,1	22,9	20,0	9,4-11,2	23,7
	1-3-0	21,1	9,2-9,8	19,1	21,4	9,1-9,7	22,1

Величины влажности почвы, концентрации клеточного сока и урожая хлопка во второй и третий гг. приведены в сводной таблице 4.6.3.

Данные таблиц показывают на определенные изменения концентрации клеточного сока в листьях хлопчатника в зависимости от числа его поливов, при различном уровне залегания грунтовых вод опытных участков. Анализ этих зависимостей, которые в свою очередь обуславливались показателями влажности почвы, а также сопоставление величин концентрации клеточного сока с размером урожая хлопка-сырца позволяют высказать следующие основные положения.

С увеличением числа поливов хлопчатника, вызывавшим повышение влажности корнеобитаемого слоя почвы, величины концентрации клеточного сока (ККС) снижались. Так, например, на втором опыте при трех поливах, ККС в поливной период хлопчатника была на уровне 10,0-12,9 %, при четырех поливах -9,4-12,2 %, при пяти поливах- 9,2-10,8 %, при шести поливах – 8,5-9,7 % сухого вещества.

По всем опытам и схемам поливов предполивная ККС от полива к поливу, как правило, повышалась, хотя во многих случаях предполивная влажность почвы не снижалась, а несколько увеличивалась. Это говорит о том, что величины ККС определяются не только показателями влажности почвы, но и таким важным фактором, как сухость воздуха и относительная

влажность воздуха. В течение лета сухость воздуха намного возрастала, а относительная влажность воздуха значительно снижалась. Это увеличивало расход воды листьями хлопчатника на транспирацию и повышало концентрацию клеточного сока растений.

На показатели ККС в определенной мере влияла и глубина залегания грунтовых вод, так как уровень их положения сказывается на степени влажности почвы. На опытных участках 1, 2 и 3, с повышением уровня залегания грунтовых вод (3,3-2,3-1,5 м) и средней за поливной период влажность корнеобитаемого слоя почвы ККС хлопчатника несколько снижалась. Так, при четырех поливах хлопчатника (схема 1-3-0) на первом опыте, при средней влажности почвы 17,4-17,5 %, ККС была на уровне 9,5-12,6 %; на втором опыте, при влажности почвы 19,1-19,2 %, ККС была равной 9,4-12,2 %; на третьем опыте, при влажности 21,1-21,4 %, ККС была на уровне 9,1-9,8 % сухого вещества.

Во втором и третьем гг. наибольшие урожаи хлопка на первом опыте (34,3-35,9 ц/га) при залегании грунтовых вод на глубине 3,3 м, были получены при схеме поливов 1-4-0 и проведении этих поливов в сроки, соответствовавшим величинам ККС в 9,2-11,0 %; на втором опыте, наибольшие урожаи хлопка (33,4-35,1 ц/га) при грунтовых водах на глубине 2,3 м, были получены также при схеме поливов 1-4-0, но с меньшей оросительной нормой, при проведении поливов в сроки с ККС 9,2-10,8 %; на третьем опыте наибольшие урожаи хлопка (22,9-23,4 ц/га), при грунтовых водах на глубине 1,5 м, были получены при схеме поливов 1-2-0 и проведении поливов в сроки с ККС 9,4-11,2% сухого вещества.

4.7. Степень засоленности и состав солей почвы

На землях подверженных засолению важным фактором роста, развития и урожайности хлопчатника, помимо влажности почвы, является степень засоленности почвы, состав солей и солевой режим почвы при различных режимах орошения.

Для наших опытных участков наибольшие различия в содержании солей и степени засоленности почвы показаны выборочными данными за второй и третий гг. (таблицы 4.7.1. 4.7.2.).

Выборка данных сделана для почв подверженных засолению в слабой и сильной степени (опыты 1 и 3), при наибольшем и наименьшем числе вегетационных поливов (шесть и два полива), для слоев почвы 0-20 и 0-100 см, на весенний (до начала поливов) и осенний (после окончания поливов) периоды.

Данные таблиц показывают, что по сумме солей (плотный остаток) верхний слой почвы опытных участков (0-20 см) весной в большинстве случаев был засолен очень слабо (содержание солей в пределах 0,192-0,224%). В более глубоких горизонтах почвы содержание солей увеличивалось и поэтому степень засоленности метрового слоя почвы (0-100 см) была значительно большей (плотный остаток в пределах 0,560-0,864%).

Таблица 4.7.1.

Содержание солей в почве (второй год)

№ опыт ов	Горизо нты почвы, см	Схема полив ов	Плотный остаток, %	Ионы солей, % к массе почвы					
				NCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
В процентах к массе почвы									
Весна (12/IV)									
1	0-20	2-4-0	0,192	0,040	0,012	0,082	0,028	0,009	-
1	0-100	2-4-0	0,560	0,030	0,017	0,331	0,110	0,013	-
3	0-20	1-1-0	0,214	0,037	0,025	0,081	0,018	0,016	-
3	0-100	1-1-0	0,739	0,027	0,030	0,448	0,136	0,019	-
Осень (23/X)									
1	0-20	2-4-0	0,296	0,030	0,029	0,139	0,032	0,013	-
1	0-100	2-4-0	0,754	0,022	0,034	0,431	0,152	0,018	-
1	0-20	1-3-0	0,256	0,028	0,028	0,092	0,034	0,007	-
1	0-100	1-3-0	0,836	0,021	0,042	0,455	0,143	0,022	-
3	0-20	1-1-0	0,628	0,027	0,058	0,382	0,106	0,027	-

3	0-100	1-1-0	1,194	0,022	0,046	0,705	0,238	0,028	-
В миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы									
Весна (12/IV)									
1	0-20	2-4-0	-	0,656	0,338	1,708	1,397	0,750	0,555
1	0-100	2-4-0	-	0,492	0,479	6,895	5,489	1,083	1,294
3	0-20	1-1-0	-	0,606	0,704	1,689	0,898	1,333	0,766
3	0-100	1-1-0	-	0,442	0,845	9,332	6,786	1,583	2,250
Осень (23/X)									
1	0-20	2-4-0	-	0,492	0,817	2,895	1,597	1,083	1,524
1	0-100	2-4-0	-	0,361	0,958	8,978	7,585	1,500	1,212
1	0-20	1-3-0	-	0,458	0,789	1,916	1,696	0,583	0,884
1	0-100	1-3-0	-	0,344	1,183	9,478	7,635	1,833	1,537
3	0-20	1-1-0	-	0,442	1,634	7,957	5,289	2,250	2,494
3	0-100	1-1-0	-	0,361	1,296	14,685	11,876	2,333	2,133

Таблица 4.7.2.

Содержание солей в почве

(третий год)

№ опытов	Горизон ты почвы, см	Схема поливо в	Плотн ый остато к, %	Ионы солей, % к массе почвы					
				HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
В процентах к массе почвы									
Весна (15/IV)									
1	0-20	2-4-0	0,196	0,040	0,013	0,076	0,022	0,011	-
1	0-100	2-4-0	0,582	0,030	0,019	0,322	0,110	0,015	-
3	0-20	1-1-0	0,224	0,032	0,027	0,099	0,020	0,015	-
3	0-100	1-1-0	0,864	0,022	0,033	0,492	0,161	0,018	-
Осень (22/X)									
1	0-20	2-4-0	0,278	0,026	0,027	0,157	0,030	0,017	-
1	0-100	2-4-0	0,730	0,021	0,034	0,431	0,154	0,022	-
1	0-20	1-3-0	0,230	0,030	0,029	0,130	0,024	0,019	-
1	0-100	1-3-0	0,878	0,023	0,041	0,501	0,157	0,024	-
3	0-20	1-1-0	0,298	0,022	0,048	0,171	0,150	0,027	-
3	0-100	1-1-0	1,308	0,022	0,050	0,802	0,258	0,027	-

В миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы									
Весна (15/IV)									
1	0-20	2-4-0	-	0,656	0,366	1,588	1,098	0,917	0,590
1	0-100	2-4-0	-	0,492	0,535	6,707	5,489	1,250	0,995
3	0-20	1-1-0	-	0,524	0,761	2,062	0,998	1,250	1,099
3	0-100	1-1-0	-	0,361	0,930	10,248	8,034	1,500	2,005
Осень (22/X)									
1	0-20	2-4-0	-	0,426	0,761	3,270	1,497	1,417	1,543
1	0-100	2-4-0	-	0,344	0,958	8,978	7,685	1,833	0,762
1	0-20	1-3-0	-	0,492	0,817	2,708	1,198	1,583	1,236
1	0-100	1-3-0	-	0,377	1,155	10,436	7,834	2,000	2,134
3	0-20	1-1-0	-	0,361	1,352	16,060	7,485	2,250	8,038
3	0-100	1-1-0	-	0,361	1,409	16,706	12,874	2,250	3,352

Наибольшее содержание солей в слое как 0-20 см, так и 0-100 см, отмечено осенью после проведения двух вегетационных поливов (схема поливов 1-1-0). В этот срок, после двух поливов сумма солей в метровом слое почвы возросла до 1,194-1,308%, что свидетельствует уже о значительной засоленности почвы.

По содержанию в почве наиболее токсичного для растений хлор-иона показатели его для слоя почвы 0-20 см находятся весной в пределах 0,025-0,027%, для слоя 0-100 см 0,030-0,033%, что присуще слабозасоленным почвам. Осенью, после двух вегетационных поливов, содержание хлора в слое 0-20 см и 0-100 см возросло до 0,58-0,50%, то есть до показателей, характеризующих начало средней степени засоленности почвы.

Более значительные различия по содержанию ионов солей отмечены для сульфат-иона SO_4 и катиона Ca. Для различных указанных выше условий, содержание сульфат-иона весной находилось в пределах 0,076-0,492%, осенью же после двух вегетационных поливов, в пределах 0,382-0,802%. Соответствующие показатели для катиона Ca 0,018-0,161% и 0,106-0,258%.

Различий по общей щелочности почвы (HCO_3) и катиону Mg были небольшими (содержание HCO_3 в большинстве случаев в пределах 0,022-0,30%, катиона Mg 0,010-0,020, в отдельных случаях до 0,027-0,028%).

Для определения состава солей в почве весовые количества ионов солей (табл.4.7.1. и 4.7.2.) были пересчитаны в миллиграмм-эквиваленты (М-экв) и по ним, путем связывания ионов солей в порядке возрастающей степени растворимости солей, вычислялся состав солей. Соответствующие данные на слои почвы 0-20 и 0-100 см приведены в таблице 4.7.3, а данные о соотношении солей (в процентах к сумме солей) в таблице 4.7.4.

Таблица 4.7.3

Состав солей в почве

№ опытов	Горизонты почвы, см	Схема поливов	Плотный остаток, %	Солей в процентах к массе почвы				
				NaCl	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄	CaSO ₄	Ca(HCO ₃) ₂
второй г.								
Весна (12/IV)								
1	0-20	2-4-0	0,192	0,020	0,015	0,045	0,051	0,053
1	0-100	2-4-0	0,560	0,028	0,058	0,065	0,340	0,040
3	0-20	1-1-0	0,214	0,041	0,004	0,080	0,020	0,049
3	0-100	1-1-0	0,739	0,049	0,099	0,095	0,432	0,036
Осень (23/X)								
1	0-20	2-4-0	0,296	0,048	0,050	0,065	0,075	0,040
1	0-100	2-4-0	0,754	0,056	0,018	0,090	0,492	0,029
1	0-20	1-3-0	0,256	0,045	0,007	0,035	0,084	0,037
1	0-100	1-3-0	0,836	0,069	0,025	0,110	0,496	0,028
3	0-20	1-1-0	0,628	0,096	0,061	0,135	0,330	0,036
3	0-100	1-1-0	1,194	0,076	0,059	0,140	0,784	0,029
третий г.								
Весна (15/IV)								
1	0-20	2-4-0	0,196	0,021	0,016	0,055	0,030	0,053
1	0-100	2-4-0	0,582	0,031	0,033	0,075	0,340	0,040
3	0-20	1-1-0	0,224	0,044	0,024	0,075	0,032	0,043
3	0-100	1-1-0	0,864	0,054	0,077	0,090	0,523	0,029
Осень (22/X)								

1	0-20	2-4-0	0,278	0,045	0,056	0,085	0,072	0,035
1	0-100	2-4-0	0,730	0,044	0,069	0,099	0,500	0,028
1	0-20	1-3-0	0,230	0,048	0,030	0,095	0,048	0,040
1	0-100	1-3-0	0,878	0,068	0,069	0,120	0,507	0,031
3	0-20	1-1-0	1,298	0,079	0,475	0,135	0,485	0,029
3	0-100	1-1-0	1,308	0,082	0,538	0,135	0,852	0,029

Таблица 4.7.4.

Соотношение солей в почве (в процентах к сумме солей)

№ опытов	Горизон ты почвы, см	Схем а поли вов	Плотны й остаток	Соотношение солей, %					
				Токсичные соли			Нетоксичные соли		
				Хлори дные NaCl	Сульфа тные Na ₂ SO ₄ , MgSO ₄	всего	CaSO ₄	Ca(НС О ₃) ₂	Всего
второй г.									
Весна (12/IV)									
1	0-20	2-4-0	0,192	10,87	32,61	43,48	27,72	28,80	56,52
1	0-100	2-4-0	0,560	5,27	23,16	28,43	64,03	7,54	71,57
3	0-20	1-1-0	0,214	21,13	13,30	64,43	25,26	10,31	35,57
3	0-100	1-1-0	0,739	6,89	27,29	34,18	60,76	5,06	65,82
Осень (23/X)									
1	0-20	2-4-0	0,296	17,26	41,37	58,63	26,98	14,39	41,37
1	0-100	2-4-0	0,754	8,17	15,77	23,94	71,83	4,23	76,06
1	0-20	1-3-0	0,256	21,63	20,19	41,82	40,39	17,79	58,18
1	0-100	1-3-0	0,836	9,48	18,54	28,02	68,13	3,85	71,98
3	0-20	1-1-0	0,628	14,59	29,79	44,38	50,15	5,47	55,62
3	0-100	1-1-0	1,194	6,99	18,29	25,28	72,06	2,66	74,72
третий г.									
Весна (15/IV)									
1	0-20	2-4-0	0,196	12,00	40,57	52,57	17,14	30,29	47,43
1	0-100	2-4-0	0,582	5,97	20,81	26,78	65,51	7,71	73,22
3	0-20	1-1-0	0,224	20,18	45,41	65,59	14,68	19,73	34,41
3	0-100	1-1-0	0,864	6,99	21,60	28,59	67,66	3,75	71,41
Осень (22/X)									

1	0-20	2-4-0	0,278	15,36	48,12	63,48	24,57	11,95	36,52
1	0-100	2-4-0	0,730	5,95	22,70	28,65	67,57	3,78	71,35
1	0-20	1-3-0	0,230	18,39	47,89	66,28	18,39	15,33	33,72
1	0-100	1-3-0	0,878	23,78	8,55	32,33	63,77	3,90	67,67
3	0-20	1-1-0	1,298	6,57	50,70	57,27	40,32	2,41	42,73
3	0-100	1-1-0	1,308	5,01	41,14	46,15	52,08	1,77	53,85

О характере изменений состава солей в почве в зависимости от степени её засоленности и числа (схем) поливов хлопчатника можно судить как по данным таблиц 4.7.3., 4.7.4. так и по следующему сопоставлению данных за третий год (таблица 4.7.5.).

Таблица 4.7.5.

Изменение состава солей (третий г., слой 0-100 см)

Схема поливов	Плотный остаток, %	Токсичных солей		Нетоксичных солей		Содержание гипса CaSO ₄	
		В % от массы почвы	В % от суммы солей	В % от массы почвы	В % от суммы солей	В % от суммы солей	В % от суммы солей
До поливов	0,582	0,139	26,8	0,360	73,2	0,340	65,5
2-4-0	0,730	0,212	28,7	0,528	71,3	0,500	67,6
1-3-0	0,878	0,257	32,3	0,538	67,7	0,507	63,8
1-1-0	1,308	0,755	46,2	0,881	53,8	0,852	52,1

Данные приведенных таблиц показывают, что по обоим опытам (1 и 3) в составе солей имелись как токсичные соли (NaCl, Na₂SO₄, MgSO₄), так и нетоксичные (CaSO₄, Ca(HCO₃)₂). Содержание их в этом слое доходило до 65-76% от суммы всех солей. В верхнем горизонте почвы (0-20 см), значительно более опресненном, нетоксичных солей было намного меньше (большой частью в пределах 35-55% от суммы солей, но значительно больше содержалось токсичных солей (до 45-65% от суммы солей).

Относительное содержание в почве бикарбоната кальция Ca(HCO₃)₂ было сравнительно невелико. При минимальном его содержании в размере 3-

5% (от суммы солей) максимальное его количество не превышало 20-30% (от суммы солей).

В составе токсичных солей в почве обоих участков в большинстве случаев преобладали сернокислый магний $MgSO_4$ и сернокислый натрий Na_2SO_4 . Содержание этих солей осенью в слое 0-20 см иногда доходило до 47-50% (от суммы солей), при содержании $NaCl$ в пределах 6-18% (от суммы солей).

С уменьшением числа поливов хлопчатника, вызывавшим увеличение солесодержания почвы, содержание в ней токсичных солей увеличивалось, а нетоксичных уменьшалось. Так, в третий г. при плотном остатке 0,582-0,730-0,878-1,308% (от массы сухой почвы) токсичных солей соответственно содержалось: 26,8-28,7-32,3-46,2% (от суммы солей). Содержание же нетоксичных солей уменьшалось и составило: 73,2-71,3-67,7-53,8% (от суммы солей). Однако такая закономерность изменения состава солей почвы не всегда имела место, так как определенная неоднородность почвенного покрова по степени засоленности оказывала свое влияние.

4.8. Солевой режим почвы

Солевой режим почвы опытных участков, при разных схемах поливов, изучался по данным анализов почвенных образцов, бравшихся одновременно на влажность почвы и соли.

Выборка образцов производилась по двум повторениям (1 и 3) опытов, на горизонтах 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 и 80-100 см перед первым вегетационным поливом и после всех поливов.

Почвенные образцы анализировались в первый г. на содержание плотного остатка, хлор-иона и общей щелочности. Во второй-третий гг. образцы анализировались на содержание плотного остатка, хлор-иона, сульфат-иона, кальция, магния и общую щелочность.

Данные о солесодержании почвы (на слой 0-100 см), весной (перед началом поливов) и осенью (после окончания поливов), при различных

режимах и размерах орошения хлопчатника приведены в таблицах 4.8.1., 4.8.2. и 4.8.3.

Таблица 4.8.1.

Солевой режим почвы (первый г., солей в слое 0-100 см)

№ вариантов	Схема поливов	Время определения	В процентах от массы почвы		
			Плотный остаток	НСО ₃	Сl
Первый опыт					
1	1-3-0	Весна	0,486	0,035	0,015
2	1-4-0	Весна	0,520	0,034	0,017
1	1-3-0	Осень	0,918	0,029	0,039
2	1-4-0	Осень	0,972	0,024	0,043
Второй опыт					
1	1-2-0	Весна	0,541	0,037	0,018
2	1-3-0	Весна	0,544	0,038	0,017
3	1-4-0	Весна	0,628	0,037	0,017
1	1-2-0	Осень	1,176	0,024	0,046
2	1-3-0	Осень	1,111	0,023	0,039
3	1-4-0	Осень	1,226	0,022	0,044
Третий опыт					
1	0-1-0	Весна	0,792	0,033	0,027
2	1-1-0	Весна	0,769	0,031	0,027
3	1-2-0	Весна	0,758	0,032	0,028
1	0-1-0	Осень	1,399	0,022	0,047
2	1-1-0	Осень	1,348	0,020	0,041
3	1-2-0	Осень	1,273	0,022	0,041

По всем горизонтам вертикального профиля метрового слоя почвы, данные о солесодержаниях приведены в приложениях монографии (приложение 4, 5, 6).

Таблица 4.8.2.

Солевой режим почвы (второй г., солей в слое 0-100 см)

№ вариантов	Схема поливов	Время определе ния	Плотный остаток	В процентах от массы почвы				
				HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg

Первый опыт								
1	1-3-0	Весна	0,502	0,028	0,018	0,280	0,108	0,016
2	1-4-0	Весна	0,548	0,031	0,018	0,301	0,104	0,013
3	2-4-0	Весна	0,560	0,030	0,017	0,331	0,110	0,013
1	1-3-0	Осень	0,836	0,021	0,042	0,455	0,158	0,022
2	1-4-0	Осень	0,805	0,021	0,040	0,436	0,169	0,021
3	2-4-0	Осень	0,754	0,022	0,034	0,431	0,152	0,018
Второй опыт								
1	1-2-0	Весна	0,677	0,024	0,023	0,365	0,122	0,015
2	1-3-0	Весна	0,613	0,023	0,022	0,350	0,114	0,014
3	1-4-0	Весна	0,699	0,029	0,022	0,419	0,136	0,014
4	2-4-0	Весна	0,713	0,026	0,024	0,401	0,143	0,014
1	1-2-0	Осень	1,090	0,022	0,044	0,666	0,241	0,019
2	1-3-0	Осень	0,904	0,021	0,043	0,536	0,182	0,020
3	1-4-0	Осень	0,860	0,022	0,040	0,507	0,166	0,021
4	2-4-0	Осень	0,815	0,022	0,038	0,476	0,161	0,021
Третий опыт								
1	0-1-0	Весна	0,816	0,025	0,032	0,480	0,163	0,017
2	1-1-0	Весна	0,739	0,027	0,030	0,448	0,136	0,019
3	1-2-0	Весна	0,806	0,022	0,031	0,485	0,157	0,018
4	1-3-0	Весна	0,796	0,024	0,035	0,452	0,154	0,018
1	0-1-0	Осень	1,308	0,022	0,051	0,808	0,257	0,027
2	1-1-0	Осень	1,194	0,022	0,046	0,705	0,238	0,028
3	1-2-0	Осень	1,258	0,015	0,047	0,676	0,276	0,024
4	1-3-0	Осень	1,074	0,020	0,049	0,643	0,221	0,027

Таблица 4.8.3.

Солевой режим почвы (третий г., солей в слое 0-100 см)

№ вариантов	Схема поливов	Время определения	Плотный остаток	В процентах от массы почвы				
				HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg
Первый опыт								
1	1-3-0	Весна	0,517	0,027	0,019	0,262	0,108	0,015
2	1-4-0	Весна	0,570	0,031	0,021	0,316	0,106	0,014
3	2-4-0	Весна	0,582	0,030	0,019	0,322	0,110	0,015
1	1-3-0	Осень	0,878	0,023	0,041	0,501	0,157	0,024

2	1-4-0	Осень	0,743	0,021	0,039	0,436	0,171	0,023
3	2-4-0	Осень	0,730	0,021	0,034	0,431	0,154	0,022
Второй опыт								
1	1-2-0	Весна	0,633	0,023	0,022	0,375	0,122	0,014
2	1-3-0	Весна	0,635	0,024	0,021	0,367	0,114	0,015
3	1-4-0	Весна	0,702	0,025	0,023	0,391	0,136	0,015
4	2-4-0	Весна	0,716	0,027	0,023	0,408	0,127	0,016
1	1-2-0	Осень	1,056	0,019	0,045	0,635	0,241	0,020
2	1-3-0	Осень	0,897	0,018	0,044	0,546	0,171	0,022
3	1-4-0	Осень	0,880	0,022	0,041	0,528	0,165	0,023
4	2-4-0	Осень	0,847	0,023	0,034	0,497	0,173	0,023
Третий опыт								
1	0-1-0	Весна	0,629	0,026	0,032	0,372	0,120	0,019
2	1-1-0	Весна	0,864	0,022	0,033	0,492	0,161	0,018
3	1-2-0	Весна	0,740	0,025	0,033	0,434	0,138	0,020
4	1-3-0	Весна	0,769	0,028	0,032	0,439	0,144	0,018
1	0-1-0	Осень	1,205	0,020	0,051	0,749	0,250	0,028
2	1-1-0	Осень	1,308	0,022	0,050	0,802	0,258	0,027
3	1-2-0	Осень	1,180	0,016	0,048	0,675	0,274	0,027
4	1-3-0	Осень	1,087	0,024	0,046	0,652	0,217	0,028

Анализ данных указанных таблиц показывает, что от начала первого полива и до осени по всем вариантам и годам опытов содержание солей в почве, несмотря на проведение поливов хлопчатника, постепенно увеличивалось как по сумме солей, так и по отдельным их ионам, кроме общей щелочности (HCO_3). Это явилось результатом значительного испарения влаги из почвы в летние межполивные периоды и осенью, вызывавшим соленакопление почвы.

По плотному остатку (сумме солей) солесодержание почвы увеличивалось с 0,400-0,800 до 0,800-1,300%, по хлор-иону с 0,015-0,027 до 0,034-0,051%. Значительным было соленакопление также по сульфат-иону и кальцию, сравнительно небольшим по магнию. Во всех случаях общая

щелочность почвы не увеличивалась, а, наоборот, в результате поливов заметно снизилась (с 0,031-0,038 до 0,020-0,030% и меньше).

Как весной, перед началом поливов, так и осенью, после их окончания, количественное распределение солей по вертикальному профилю почвы было неравномерным (см. данные о солесодержании почвы в приложении к диссертации).

На распределение и величину соленакопления большое влияние оказала глубина залегания грунтовых вод. С повышением их уровня залегания (с 3,3 м на первом опыте до 2,3 и 1,5 м на втором и третьем опытах) размер соленакопления почвы заметно увеличивался. При этом по сумме солей (плотный остаток) изменения распределения соленакопления были следующими. Весной, на первом опыте наибольшее содержание солей отмечается в горизонте 80-100 см, на втором – в горизонтах 60-80 и 80-100 см, на третьем – в горизонтах 40-60, 60-80 и 80-100 см. Осенью значительное соленакопление охватывало все большие слои почвы: на первом опыте 60-100 см, на втором – 40-100 см и на третьем весь метровый слой почвы (0-100 см).

Такие же изменения распределения соленакопления по вертикальному профилю почвы имели место и по сульфат-иону солей.

Как по сумме солей, так и по сульфат-иону солей указанные закономерности изменения распределения соленакопления отмечены при всех схемах поливов (при различном размере орошения хлопчатника).

Распределение соленакопления по хлору наиболее подвижному иону солей, имело свои особенности. С повышением на опытах 1, 2, 3 уровня залегания грунтовых вод соленакопление по хлор-иону также возрастало, но оно распределялось во всем метровом слое почвы более равномерно. Будучи наименьшим в верхнем горизонте почвы (0-20 см), солесодержание постепенно и равномерно увеличивалось во всех последующих её горизонтах.

Важным фактором, влиявшим на солевой режим и величину соленакопления почвы явился, наряду с глубиной залегания грунтовых вод, режим и размер орошения хлопчатника. Это хорошо видно по данным коэффициентов сезонного соленакопления почвы (по сумме солей и хлор-иону), приведенным в таблице 4.8.4.

Таблица 4.8.4.

Коэффициенты сезонного соленакопления почвы (слой 0-100 см)

№ варианто в	Схема поливо в	первый г.		второй г.		третий г.	
		Плотны й остаток	Хлор -ион	Плотны й остаток	Хлор -ион	Плотны й остаток	Хлор -ион
Первый опыт							
1	1-3-0	1,89	2,60	1,66	2,33	1,70	2,16
2	1-4-0	1,87	2,53	1,47	2,22	1,47	1,86
3	2-4-0	-	-	1,37	2,00	1,25	1,79
Второй опыт							
1	1-2-0	2,17	2,56	1,63	1,91	1,67	2,04
2	1-3-0	2,04	2,29	1,47	1,95	1,41	2,09
3	1-4-0	1,95	2,59	1,23	1,82	1,25	1,78
4	2-4-0	-	-	1,14	1,58	1,18	1,48
Третий опыт							
1	0-1-0	1,77	2,11	1,60	1,91	1,92	1,91
2	1-1-0	1,75	1,89	1,62	1,87	1,51	1,82
3	1-2-0	1,68	1,82	1,56	1,84	1,59	1,76
4	1-3-0	-	-	1,35	1,69	1,41	1,75

Данные таблицы показывают, что сравнительные размеры соленакопления по сумме солей (плотный остаток) и по хлор-иону были неодинаковыми. По хлор-иону они во всех случаях были более значительными, чем по сумме солей.

Если на первом опыте при различных режимах орошения коэффициенты сезонного соленакопления по плотному остатку находились в пределах 1,25-1,89 (то есть содержание солей в почве осенью было в 1,25-1,89 раза больше, чем весной), то по хлор-иону эти коэффициенты были в пределах 1,79-2,60.

На втором опыте коэффициенты соленакопления были соответственно в пределах: по плотному остатку 1,14-2,17, по хлор-иону 1,48-2,59.

На третьем опыте они составили: по плотному остатку 1,35-1,92, по хлор-иону 1,69-2,11.

Существенное влияние на солевой режим почвы оказывал размер орошения хлопчатника. С увеличением числа поливов и оросительной нормы хлопчатника соленакопление почвы уменьшалось, и, наоборот, с уменьшением оросительной нормы возрастало.

Так, на первом опыте, при залегании уровня грунтовых вод на глубине 3,3 м, коэффициенты сезонного соленакопления почвы по плотному остатку составили: при 6 поливах (2-4-0) 1,25-1,37, при 5 поливах (1-4-0) 1,47-1,87, при 4 поливах (1-3-0) 1,66-1,89.

По хлор-иону коэффициенты соленакопления находились в пределах: при 6 поливах 1,79-2,00, при 5 поливах 1,86-2,53, при 4 поливах 2,16-2,60.

На втором опыте при залегании грунтовых вод на глубине 2,3 м, коэффициенты соленакопления по плотному остатку составили: при 6 поливах (2-4-0) 1,14-1,18, при 5 поливах (1-4-0) 1,23-1,95, при 4 поливах (1-3-0) 1,41-2,04, при 3 поливах (1-2-0) 1,63-2,17. По хлор-иону получены следующие коэффициенты соленакопления: при 6 поливах 1,48-1,58, при 5 поливах 1,78-2,59, при 4 поливах 1,96-2,29, при 3 поливах 1,91-2,56.

На третьем опыте при залегании грунтовых вод на глубине 1,5 м, коэффициенты сезонного соленакопления по плотному остатку составили: при 4 поливах (1-3-0) 1,35-1,41, при 3 поливах (1-2-0) 1,56-1,68, при 2 поливах (1-1-0) 1,51-1,75, при 1 поливе (0-1-0) 1,60-1,92. По хлор-иону коэффициенты соленакопления находились в пределах: при 4 поливах 1,69-

1,75, при 3 поливах 1,76-1,84, при 2 поливах 1,82-1,89, при 1 поливе 1,91-2,11.

Следует отметить, что в первый г. коэффициенты соленакопления почвы были заметно большими, чем во второй- третий гг. Это обусловлено, видимо тем, что в первый г. поливы хлопчатника проводились более минерализованной водой (3300 г/л по плотному остатку), чем в двух других годах (плотного остатка 1,652 и 1,978 г/л).

В целом по степени засоленности почвы и размеру сезонного соленакопления её верхняя и средняя части подопытной площади (опыты 1 и 2), при соответствующих их условиях и режимах орошения, имели по сравнению с нижней частью подопытной площади (опыт 3) более благоприятный солевой режим почвы и более благоприятные условия для роста и развития хлопчатника.

4.9. Солевой баланс почвы

По данным солевого режима почвы, расчета прихода и расхода солей в ней можно приближенно рассчитать количественные показатели слагаемых, а также результат (итог) солевого баланса почвы при различном режиме грунтовых вод и орошении хлопчатника в условиях действия вертикального дренажа.

Ниже приводится расчет солевого баланса почвы за вегетационный период для всех трех опытных участков: (1, 2, 3), представлявших верхнюю, среднюю и нижнюю части подопытной площади. Для участка 1 с грунтовыми водами на глубине 3,3 м, расчет сделан для условий режима поливов по схеме 2-4-0, для участков 2 и 3 с грунтовыми водами на глубине 2,3 и 1,5 м, для условий рекомендованных режимов поливов: 1-4-0 (участок 2) и 1-2-0 (участок 3).

Расчет солевого баланса на метровый слой почвы (0-100 см) проводился по основным статьям уравнения проф. В.А. Ковды.

$$\Delta S = \pm (S_1 - S_2) = \pm (S_{up} + S_{rp}) - (S_{gp} + S_{yp})$$

где ΔS – прибыль или убыль запаса солей (результат баланса), т/га;

S_1 – общий приход солей, т/га;

S_2 - общий расход солей, т/га;

$S_{ур}$ – поступление солей с оросительными водами, т/га;

$S_{гр}$ - поступление солей при испарении грунтовых вод, т/га;

$S_{гр}$ – вынос солей дренажным стоком, т/га;

$S_{ур}$ - вынос солей растениями, т/га.

Величина $S_{гр}$ определялась по разности $S_{гр}$ с другими слагаемыми баланса, а также величиной итога баланса ΔS .

$$\Delta S = S_1 - (S_{гр} + S_{ур}), \quad \text{откуда } S_{гр} = S_1 - (\Delta S + S_{ур}).$$

В расчет не включался приход солей при минерализации растительных остатков урожая, так как этот приход происходит после уборки урожая, то есть после окончания вегетационного периода.

Количественные значения исходных данных для расчета приведены в таблице 4.9.1.

Таблица 4.9.1.

Исходные данные расчета солевого баланса

№	Показатель (среднее за 3 года)	Опытные участки		
		1	2	3
1	Схема поливов	2-4-0	1-4-0	1-2-0
2	Оросительная норма, м ³ /га	5865	4960	2915
3	Минерализация оросительной воды, г/л	1,82	1,82	1,82
4	Минерализация грунтовой воды, г/л	5,48	5,03	4,87
5	Урожай хлопка, ц/га	29,4	35,3	25,5
6	Коэффициент перевода массы хлопка (ц/га) в массу сухого вещества всего хлопчатника (ц/га)	2,5	2,5	2,4
7	Содержание минеральных веществ в хлопчатнике на его сухое вещество, %	18,0	20,0	22,0
8	Накопление солей в почве (0-100 см) за вегетационный период, % от массы сухой почвы	0,178	0,312	0,469
9	Объемная масса сухой почвы (0-100 см) т/ м ³	1,21	1,23	1,23

Количественные значения слагаемых и результата солевого баланса почвы оказались следующими:

Опытный участок 1

(схема поливов 2-4-0)

Поступление солей с оросительными водами (S_{up}), при оросительной норме 5865 м³/га и минерализации оросительной воды 1,82 г/л составило:

$$S_{up} = 5865000 \text{ л} \times 1,82 \text{ г} = 10,67 \text{ т/га}$$

Поступление солей с грунтовыми водами ($S_{гр}$) определяем при учете количества испарившихся грунтовых вод и степени их минерализации. По ряду исследовательских данных (Н.Ф. Беспалов, И.К. Киселева) (5,28,29) для голодностепских почв, отличающихся повышенной водоподъемной способностью при глубине залегания грунтовых вод 3,3 м суммарное водопотребление хлопковым полем можно принять в размере 7300 м³/га, а долю использования грунтовых вод на общее водопотребление, при учете напорности грунтовых вод в размере 20% от указанной величины. Следовательно, расход грунтовых вод на испарение составит:

$$(7300:100) \times 20 = 1460 \text{ м}^3/\text{га},$$

а поступление солей в почву за счет грунтовых вод ($S_{гр}$), при средней их минерализации 5,48 г/л, окажется равным:

$$S_{гр} = 1460000 \text{ л} \times 5,48 \text{ г} = 8,0 \text{ т/га}$$

При учете указанных показателей общий приход солей в почву S_1 составил:

$$S_1 = S_{up} + S_{гр} = 10,67 + 8,0 = 18,67 \text{ т/га}$$

Вынос солей растениями (S_{yp}) приближенно рассчитываем следующим образом. По исследовательским данным (В.А. Ковда) содержание минеральных веществ в растениях хлопчатника (ионов солей- Cl, SO₄, Ca, Mg, Na, K и других) при разной степени засоленности почвы, находится в пределах 18-22% на абсолютно сухое вещество растений.

При среднем урожае хлопка на участке 1 (схема поливов 2-4-0) 29,4 ц/га, масса сухого вещества хлопчатника при таком урожае (переводный коэффициент – 2,5) составит:

$$29,4 \times 2,5 = 73,5 \text{ ц (7,35 т)}$$

Приняв для участка 1, подверженного засолению в слабой степени, содержание минеральных веществ в растениях в размере 18% от массы сухого вещества урожая, получим величину выноса солей урожаем (S_{yp}) равной 1,32 т/га.

$$S_{yp} = (7,35 : 100) \times 18 = 1,32 \text{ т/га}$$

Величину действия вертикального дренажа (S_{gp}) определяем следующим образом. Для участка 1 соленакопление за вегетационный период (ΔS) составляет 21,54 т/га.

$$\Delta S = 100,1 \times 1,21 \times 0,178 = 21,54 \text{ т/га}$$

При учете этой величины S_1 и S_2 значение S_{gp} оказывается равным – 4,19 т/га (величина со знаком минус).

$$S_{gp} = S_1 - (\Delta S + S_{yp})$$

$$S_{gp} = 18,67 - (21,54 + 1,32) = -4,19 \text{ т/га}$$

Полученный отрицательный показатель выноса солей дренажным стоком показывает, что несмотря на интенсивную работу дренажной скважины (в апреле-сентябре 72 л/сек), дренажный сток не снижал солесодержание верхнего метрового слоя почвы, так как выносил соли с грунтовыми и поземными водами ниже лежащей толщи почво-грунта. По этой причине, напротив, под действием напорных минерализованных грунтовых вод за вегетационный период произошло небольшое дополнительное поступление солей в почву (в размере 4,19 т/га). Тем не менее работа вертикального дренажа имела важное значение, так как ослабляя пьезометрический напор подземных и грунтовых вод, значительно снижала расход грунтовых вод на испарение, а следовательно, и соленакопление почвы. При отсутствии дренажа или же недостаточной

интенсивности его работы соленакопление почвы было бы значительно большим.

Обобщая все полученные данные, количественные показатели солевого баланса почвы для участка 1 оказываются следующими:

$$\Delta S = \pm (S_{yp} + S_{rp}) - (S_{gp} + S_{ур})$$

$$\Delta S = (10,67 + 8,00) - (-4,19 + 1,32) = +21,54 \text{ т/га}$$

Итог баланса положительный (со знаком плюс). По сравнению с начальным запасом солей весной, равным 69,21 т/га ($S_{нач} = 100 \times 1 \times 1,21 \times 0,572$) конечный запас солей осенью оказался равным 90,75 т/га ($S_{кон} = 100 \times 1 \times 1,21 \times 0,750$), то есть увеличился на 21,54 т/га (или на 31,1%).

Опытный участок 2

(схема поливов 1-4-0)

Методика расчета солевого баланса почвы та же, что и для участка 1.

На участке 2, при схеме поливов 1-4-0, оросительной норме 4960 м³/га и минерализации оросительных вод 1,82 г/л, поступление солей в почву с этими (S_{yp}) водами составило:

$$S_{yp} = 4960000 \text{ л} \times 1,82 \text{ г} = 9,03 \text{ т/га}$$

Расход грунтовых вод на испарение, при суммарном водопотреблении 8200 м³/га и доле использования на это водопотребление грунтовых вод в размере 40%, оказался равным $(8200:100) \times 40 = 3280 \text{ м}^3/\text{га}$, а поступление солей в почву с грунтовыми водами (S_{rp}), при их минерализации 5,03 г/л, составило:

$$S_{rp} = 3280000 \text{ л} \times 5,03 \text{ г} = 16,50 \text{ т/га}$$

При учете полученных величин общий приход солей в почву (S_1) составил:

$$S_1 = S_{yp} + S_{rp} = 9,03 + 16,50 = 25,53 \text{ т/га}$$

Вынос солей растениями (S_{yp}) определяем по массе сухого вещества урожая хлопчатника и доле содержания в ней минеральных веществ. При урожае хлопка 35,3 ц/га, масса сухого вещества урожая (при коэффициенте перевода 2,5) составит $35,3 \times 2,5 = 88,25$ ц/га (8,83 т/га), а вынос солей урожаем (S_{yp}), при содержании минеральных веществ в размере 20% от массы сухого вещества урожая, составит:

$$S_{yp} = (8,83 : 100) \times 20 = 1,77 \text{ т/га.}$$

Значение выноса солей дренажным стоком ($S_{др}$) определяем по разности $S_{др}$ с другими слагаемыми баланса, а также величиной итога солевого баланса почвы (ΔS).

При накоплении солей за вегетационный период в размере 0,312% от массы сухой почвы и объемной массы почвы $1,23 \text{ т/м}^3$ соленакопление (ΔS) составило:

$$\Delta S = 100 \times 1 \times 1,23 \times 0,312 = 38,38 \text{ т/га}$$

При учете этой величины, S_1 и S_{yp} значение $S_{др}$ оказывается равным – 14,62 т/га.

$$S_{др} = S_1 - (\Delta S + S_{yp})$$

$$S_{др} = 25,53 - (38,38 + 1,77) = - 14,62 \text{ т/га.}$$

Таким образом дополнительное поступление солей в почву составило 14,62 т/га.

В итоге количественные показатели солевого баланса почвы для участка 2 оказались следующими:

$$\Delta S = \pm (S_{yp} + S_{гр}) - (S_{др} + S_{ур})$$

$$\Delta S = (9,03 + 16,50) - (-14,62 + 1,77) = +38,38 \text{ т/га}$$

Итог баланса положительный (со знаком плюс). По сравнению с начальным запасом солей весной, равным 83,27 т/га ($S_{\text{нач}}=100 \times 1 \times 1,23 \times 0,677$) конечный запас солей осенью оказался равным 121,65 т/га ($S_{\text{кон}}=100 \times 1 \times 1,23 \times 0,989$), то есть увеличился на 38,38 т/га (или на 46,1%).

Опытный участок 3
(схема поливов 1-2-0)

Количественные показатели слагаемых и итоги солевого баланса почвы этого участка при изложенной ранее методике расчета оказались следующими.

Поступление солей с оросительными водами (S_{yp}), при оросительной норме 2915 м³/га и минерализации оросительных вод 1,82 г/л, составило:

$$S_{\text{yp}} = 2915000 \text{ л} \times 1,82 \text{ г} = 5,31 \text{ т/га}$$

Расход грунтовых вод на испарение, при суммарном водопотреблении 9000 м³/га и доле использования грунтовых вод в размере 65%, равен 5850 м³/га, а поступление солей в почву с грунтовыми водами ($S_{\text{гр}}$), при их минерализации 4,87 г/л, составило:

$$S_{\text{гр}} = 5850000 \text{ л} \times 4,87 = 28,49 \text{ т/га}$$

При учете полученных величин общий приход солей в почву составил:

$$S_1 = 5,31 + 28,49 = 33,80 \text{ т/га}$$

Вынос солей растениями (S_{yp}), при урожае хлопка 25,5 ц/га, масса сухого вещества урожая 6,12 т/га и содержании минеральных веществ в ней в размере 22%, оказался равным:

$$S_{\text{yp}} = (6,12 : 100) \times 22 = 1,35 \text{ т/га}$$

Соленакпление за вегетационный период (ΔS), при увеличении содержания солей в размере 0,469% и объемной массе почвы 1,24 т/га, составило:

$$\Delta S = 100 \times 1 \times 1,23 \times 0,469 = 57,69 \text{ т/га}$$

При учете этой величины, S_1 и S_{yp} значение выноса солей дренажным стоком ($S_{\text{др}}$ $S_{\text{др}}$) оказывается равным – 25,24 т/га

$$S_{др} = S_1 - (\Delta S + S_{ур})$$

$$S_{др} = 33,80 - (57,69 + 1,35) = -25,24 \text{ т/га.}$$

Таким образом дополнительное поступление солей в почву составило 25,24 т/га.

В целом солевой баланс почвы для участка 3 оказался следующим:

$$\Delta S = \pm (S_{ур} + S_{гр}) - (S_{др} + S_{ур})$$

$$\Delta S = (5,31 + 28,49) - (-25,24 + 1,35) = +57,69 \text{ т/га}$$

Итог баланса положительный (со знаком плюс). По сравнению с начальным запасом солей весной, равным 94,46 т/га ($S_{нач} = 100 \times 1 \times 1,23 \times 0,768$). Конечный запас солей осенью составил 152,15 т/га ($S_{кон} = 100 \times 1 \times 1,23 \times 1,237$), то есть увеличился на 57,69 т/га (или на 61,1%).

Для всех опытных участков количественные показатели солевого баланса почвы (0-100 см) приведены в таблице 4.9.2

Таблица 4.9.2.

Показатели солевого баланса почвы, т/га (среднее за 3 года)

Опытные участки	Глубина залегания грунтовых вод, м	Схема поливов	Итог баланса, т/га	Приход солей		Расход солей		Урожай хлопка, ц/га
				С оросительными водами	С грунтовыми водами	Вынос урожая	Вынос дренажным стоком	
			ΔS	$S_{ур}$	$S_{гр}$	$S_{ур}$	$S_{др}$	
1	3,3	2-4-0	+21,54	10,67	8,00	1,32	-4,19	29,4
2	2,3	1-4-0	+38,38	9,03	16,50	1,77	-14,12	35,8
3	1,5	1-2-0	+57,69	5,31	28,49	1,35	-25,24	25,5

Данные таблицы показывают, что при глубоком залегании грунтовых вод (верхняя часть участка -3,3 м) преобладало поступление солей с

оросительной водой. При 6 поливах (схема 2-4-0) соотношение прихода солей за счет оросительных и грунтовых вод составило 57 и 43%.

При близком залегании грунтовых вод (нижняя часть участка – 1,5 м) намного больше поступление солей за счет грунтовых вод. При 3 поливах (схема 1-2-0) соотношение прихода солей с оросительными водами составило 16 и 84%.

Дренажный сток выносил в основном соли подземных и грунтовых вод нижележащей толщи почвогрунта и не влиял на вынос солей из верхнего (0-100 см) слоя почвы. Напротив, под влиянием испарения напорных минерализованных грунтовых вод происходило дополнительное поступление солей в почву (на верхней части участка в размере 4,2, на средней части 14,1, на нижней части 25,2 т/га).

Вынос солей растениями (урожаем) составлял незначительную величину и находился в пределах 1,3-1,8 т/га.

4.10. Густота стояния, рост, развитие и плодоношение хлопчатника

Урожайность хлопчатника во многом зависит от густоты стояния, роста и развития растений.

Данные о влиянии различного режима орошения на густоту стояния, рост и развитие хлопчатника приведены в таблице 4.10.1.

Таблица 4.10.1.

Густота стояния и высота растений в зависимости от режима орошения

№ вариантов	Схема поливов	Густота стояния, тыс. шт. на га (I/IX)			Высота растений, см (I/IX)		
		1972 г.	1973 г.	1974 г.	1972 г.	1973 г.	1974 г.
Первый опыт							
1	1-3-0	94,2	94,4	97,1	72,1	75,4	78,7
2	1-4-0	94,6	96,4	96,9	76,7	86,6	86,3
3	2-4-0	-	91,1	93,2	-	103,0	101,7
Второй опыт							
1	1-2-0	96,7	105,6	103,3	69,2	73,6	71,4
2	1-3-0	98,6	101,1	102,7	74,7	77,1	79,9
3	1-4-0	98,7	103,3	101,7	84,0	89,9	87,0
4	2-4-0	-	95,6	101,1	-	105,4	103,3

Третий опыт							
1	0-1-0	89,3	92,2	89,2	47,6	45,0	44,8
2	1-1-0	90,4	90,0	91,4	64,4	59,3	56,9
3	1-2-0	95,8	94,4	92,7	76,0	77,3	74,8
4	1-3-0	-	93,3	93,6	-	92,4	87,1

Осенние учеты густоты стояния хлопчатника (на 1 сентября) показывают, что на разных частях участка, в зависимости от почвенных условий густота стояния растений была неодинаковой.

Наиболее благоприятные в этом отношении условия складывались на втором опыте (в средней части участка, при залегании грунтовых вод на глубине 2,0-2,6 м). Во второй-третий гг. здесь при трех-пяти поливах густота стояния растений была в пределах 101,1-105,6 тысяч на гектар. При шести поливах (схема поливов 2-4-0), в связи с большим числом междурядных обработок почвы и увеличившимися, очевидно, повреждениями растений, густота стояния значительно снизилась и была сравнительно меньшей – в пределах 95,6-101,1 тыс. на гектаре.

В верхней части участка (1-й опыт) густота стояния хлопчатника была меньшей. При четырех и пяти поливах густота стояния растений здесь была в пределах от 94,4 до 97,1 тыс. на гектаре, при шести поливах она уменьшилась до 91,1-93,2 тыс. шт. на гектаре.

Наименьшая густота стояния растений была в третьем опыте, на нижней части участка. Здесь при увеличении поливов от одного до четырех, на одном гектаре сохранилось к уборке от 89,2 до 94,4 тыс. растений.

Аналогичные данные получены и в первом году.

В зависимости от глубины залегания грунтовых вод, солевого режима почвы и режима орошения хлопчатника по разному проходил рост растений.

С увеличением числа поливов, а следовательно, и оросительных норм, прирост главного стебля растений увеличивался. В зависимости от этого закономерно увеличивалась и высота растений. Так, на 1 сентября при одном поливе высоте растений была от 44,8 до 47,6 см, при двух поливах – от 56,9 до 63,4 см, при трех поливах – от 69,2 до 77,3 см, при четырех поливах – от

72,1 до 92,4 см, при пяти поливах – от 76,7 до 89,9 см и при шести поливах – от 101,7 до 105,4 см.

Следует отметить, что при одинаковом числе поливов, высота растений от верхней части к нижней увеличивалась. Например, при четырех поливах в верхней части участка (1-й полив) высота растений была от 72,1 до 78,7 см, в средней части участка (2-й опыт) – от 74,7 до 79,9 см и нижней части участка (3-й опыт) – от 87,1 до 92,4 см.

Значительные различия в зависимости от глубины залегания грунтовых вод, солевого режима почвы и режиме орошения хлопчатника наблюдались и по времени наступления цветения и созревания 50% растений. Соответствующие данные приведены в табл. 4.10.2. и рис.3.

Таблица 4.10.2.

Даты начала цветения и созревания 50% растений

№ вариан тов	Схем а поли вов	50% цветения			50% созревания		
		первый г.	второй г.	третий г.	первый г.	второй г.	третий г.
Первый опыт							
1	1-3-0	7/VII	2/VII	1/VII	31/VIII	29/VIII	27/VIII
2	1-4-0	7/VII	3/VII	2/VII	3/IX	30/VIII	31/VIII
3	2-4-0	-	8/VII	7/VII	-	5/IX	6/IX
Второй опыт							
1	1-2-0	6/VII	30/VI	30/VI	29/VIII	25/VIII	26/VIII
2	1-3-0	8/VII	2/VII	1/VII	3/VIII	29/VIII	29/VIII
3	1-4-0	8/VII	3/VII	3/VII	3/IX	30/VIII	2/IX
4	2-4-0	-	9/VII	8/VII	-	7/IX	7/IX
Третий опыт							
1	0-1-0	30/VI	27/VI	26/VI	23/VIII	20/VIII	21/VIII
2	1-1-0	4/VII	4/VII	2/VII	28/VIII	26/VIII	28/VIII
3	1-2-0	6/VII	7/VII	6/VII	31/VIII	30/VIII	2/IX
4	1-3-0	-	10/VII	9/VII	-	3/IX	6/IX

Из данных таблицы видно, что с увеличением числа поливов и оросительных норм хлопчатника даты наступления цветения и созревания 50% растений наступили в более поздние сроки.

Наиболее ранние даты наступления во второй -третий гг. цветения и созревания 50% растений отмечены при одном поливе хлопчатника (3-й опыт). Здесь при одном поливе нормой 930-950 м³/га 50% цветения наступила 27-26 июня, а 50% созревания – 20-21 августа.

Увеличение числа поливов до четырех при оросительной норме 2840-3240 м³/га оттянула даты 50% цветения на 10-9 июля, а 50% созревания - на 3-5 сентября.

На средней части участка (2-й опыт) наиболее ранние даты наступления цветения и созревания 50% растений отмечены при малом числе поливов (три полива) и при малой оросительной норме (2970-3210 м³/га). При этой фазе 50% цветения наступила 30 июня, а 50% созревания- 25-26 августа.

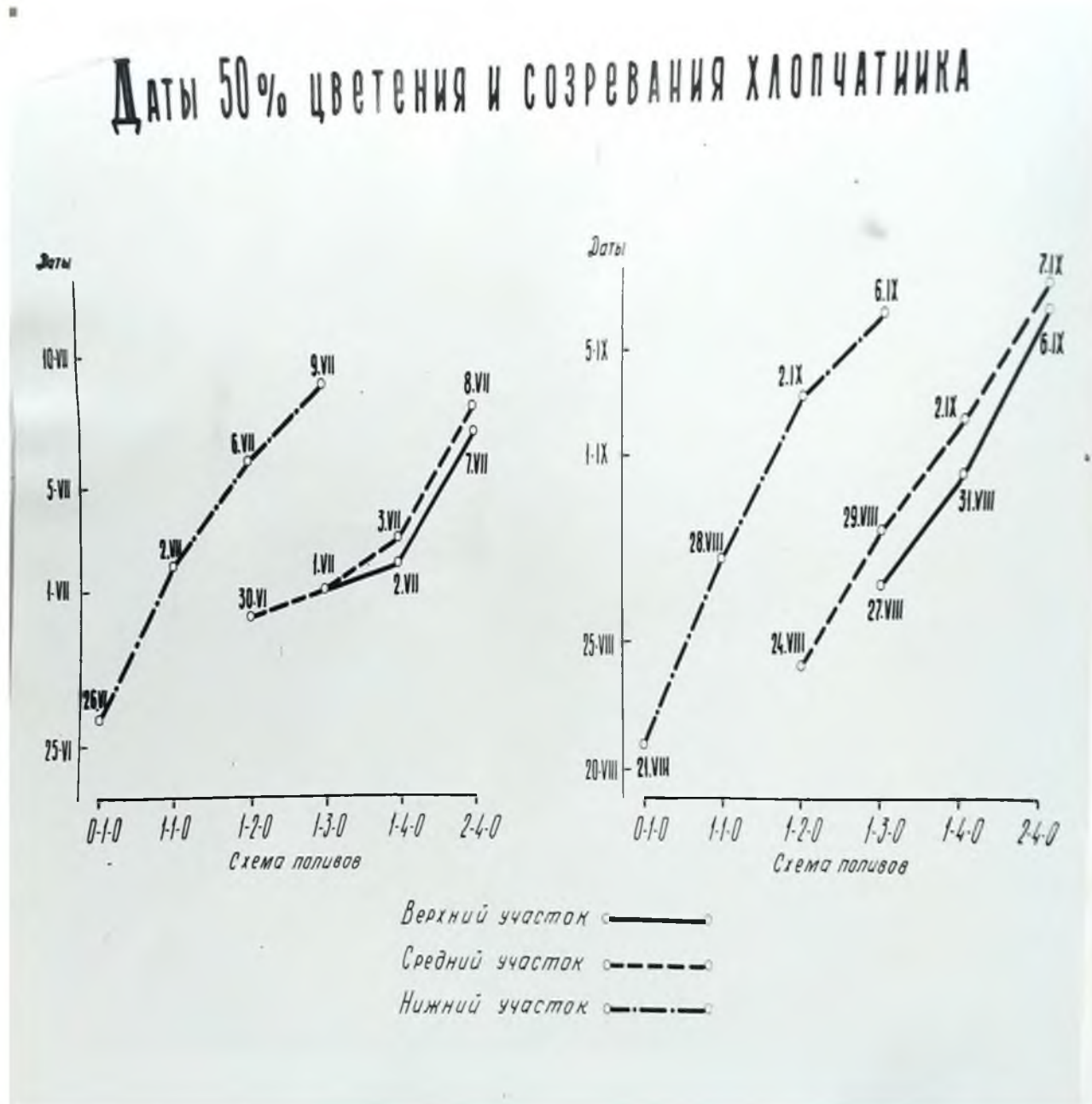
Увеличение числа поливов до шести (схема полива 2-4-0) и оросительной нормы до 5520-5380 м³/га отодвинула сроки наступления фазы 50% цветения на 9-8 июля, а 50% созревания на 7 сентября.

Такая же закономерность наблюдалась и в первом опыте (верхняя часть участка). Здесь при четырех поливах оросительной нормой 3800-4210 м³/га даты наступления 50% цветения отмечены 1-2 июля, а 50% созревания – 27-29 августа.

Увеличение числа поливов до шести (по схеме 2-4-0) оросительной нормой 5880 м³/га задержало даты 50% цветения и созревания, которые наступили соответственно 7-8 июля и 5-6 сентября.

Следует отметить, что при одинаковом числе поливов даты наступления 50% цветения и созревания задерживались от верхней части участка к нижней. Например, при четырех поливах дата наступления 50% цветения отмечены в верхней части 1-2 июля, в средней части также 1-2 июля, а в нижней части- лишь 9-10 июля. Даты 50% созревания отмечены соответственно 27-29 августа, 29 августа и 3-6 сентября.

Аналогичные влияния различных режимов орошения на время вступления 50% растений в цветение и созревание отмечены и по результатам опытов первого года.



Режим орошения хлопчатника и солевой режим почвы значительно влияли на количество и вес коробочек хлопка (таблица 4.10.3)

Таблица 4.10.3.

Число и вес коробочек хлопка

№ вариантов	Схема поливов	Число коробочек на 1 растение (1/IX), шт.			Средневзвешенный вес хлопка коробочки, г		
		первый г.	второй г.	третий г.	первый г.	второй г.	третий г.
Первый опыт							
1	1-3-0	8,1	8,0	7,8	4,2	4,1	4,1
2	1-4-0	9,0	8,9	8,4	4,3	4,2	4,2
3	2-4-0	-	7,1	8,3	-	4,1	4,1
Второй опыт							
1	1-2-0	7,7	6,1	6,5	4,1	4,0	4,0
2	1-3-0	8,7	7,2	7,5	4,2	4,1	4,0
3	1-4-0	9,0	8,0	8,4	4,2	4,1	4,1
4	2-4-0	-	6,8	8,3	-	4,0	4,0
Третий опыт							
1	0-1-0	5,0	5,2	5,1	3,7	3,7	3,6
2	1-1-0	7,2	6,1	5,7	3,9	4,0	3,8
3	1-2-0	7,8	6,2	6,5	4,0	3,9	3,9
4	1-3-0	-	5,6	6,3	-	3,9	3,8

Данные таблицы показывают, что в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и числа поливов, значительно изменялось число сформировавшихся коробочек.

Наименьшее число коробочек было на третьем опыте (при залегании грунтовых вод 1,3-1,7 м). На 1 сентября здесь имелось на одном растении: при одном поливе – от 5,0 – до 5,2, при двух поливах – от 5,7 – до 7,2, при трех поливах – от 6,2-7,8 сформировавшихся коробочек. Увеличение числа поливов до четырех, оказало отрицательное влияние на формирование коробочек, так как их количество уменьшалось до 5,6-6,3 штук на растении. На втором и первом опытах число сформировавшихся коробочек было больше и зависело оно от числа поливов.

Так, на втором опыте (при залегании грунтовых вод на глубине 2,0-2,6 м) при трех поливах, их сформировалось от 6,1 до 7,7, при четырех – от 7,2 до 8,7, при пяти – от 8,0-9,0 штук. При увеличении числа поливов до шести

(схема 2-4-0) и повышении оросительной нормы до 5380-5520 м³/га, число коробочек уменьшилось до 6,8-8,3 шт.

На первом опыте (при глубине залегания грунтовых вод 3,0-3,6 м) при четырех поливах имелось от 7,8 до 8,1, при пяти поливах – от 8,4 до 9,0 шт. коробочек. При шести поливах (схема 2-4-0) оросительной нормой до 5880 м³/га число коробочек также уменьшилось (до 7,1-8,3 штук на растении).

Следует отметить, что при одинаковом числе поливов, количество сформировавшихся коробочек от верхней части к нижней уменьшалось. Например, при четырех поливах во второй-третий гг. в верхней части участка (1-й опыт) число коробочек на растении составило 7,8-8,0, в средней части (2-й опыт) – 7,2-7,5 и в нижней части (3-й опыт) – только 5,6-6,3 штук.

В зависимости от числа поливов и глубины залегания грунтовых вод, значительно изменялся средний вес хлопка-сырца одной коробочки.

Наименьший вес хлопка одной коробочки был на третьем опыте (при глубине залегания грунтовых вод 1,3-1,7 м). Здесь при одном поливе вес коробочки составил 3,6-3,7 г, при двух поливах – 3,7-4,0 г, при трех поливах 3,9-4,0 г. Увеличение числа поливов до четырех оказало уже отрицательное влияние, так как вес коробочки уменьшился до 3,7-3,8 г.

В средней части участка вес коробочки был сравнительно большим. При трех поливах он составил 4,0-4,1, при четырех 4,0-4,2, при пяти поливах 4,1-4,2 г. Увеличение числа поливов до шести (схема 2-4-0) уменьшило вес коробочки до 4,0 г.

На верхней части участка вес коробочки был наибольшим. При четырех поливах он составил 4,1-4,2, при пяти поливах он составил 4,2-4,3 г. Увеличение числа поливов до шести уменьшило вес коробочки до 4,1 г.

Таким образом, с увеличением числа поливов, увеличивался и средневзвешенный вес сырца одной коробочки. Однако излишнее число поливов (2-4-0) и чрезмерное увлажнение почвы привело растения хлопчатника к жированию и уменьшению средневзвешенного веса одной коробочки.

4.11. Урожай хлопка –сырца

Весьма важными являются данные о величине урожаев хлопка-сырца при различных режимах орошения. В зависимости от числа поливов, глубины залегания грунтовых вод и солевого режима почвы, значительно изменялся урожай хлопка-сырца.

Данные об урожаях хлопка – сырца по вариантам опытов и сборам хлопка в зависимости от схем поливов хлопчатника приведены в табл. 4.11.1.

Из приведенных данных видно, что наименьшие урожаи хлопка-сырца были получены на нижней части участка (при глубине залегания грунтовых вод 1,3-1,7 м). Здесь общий урожай хлопка-сырца при одном поливе (схема 0-1-0) был в пределах 16,6-17,7, при двух поливах (схема 1-1-0) 19,8-25,3 и при трех поливах (схема 1-2-0) 22,9-30,1 ц/га. Увеличение числа поливов до четырех (схема 1-3-0) отрицательно повлияло на рост и развитие растений, урожай хлопка-сырца снизился до 19,1-22,1 ц/га.

Данные таблицы 36.4.11 показывают также на преимущество по урожаю в условиях нижней части участка схемы поливов 1-2-0 при поливных нормах около 800-1100 м³/га и оросительных 2500-3500 м³/га.

Таблица 4.11.1.

Урожай хлопка-сырца по сборам, ц/га

№ вариантов		первый г.			второй г.					третий г.				
		сборы		всего	сборы			всего	В т.ч. хлопок	сборы			всего	В т.ч. хлопок 3 сбора
		1-й	2-й		1-й	2-й	3-й			1-й	2-й	3-й		
Первый опыт														
1	1-3-0	19,8	11,6	31,4	23,2	5,9	2,0	31,1	6,4	20,6	7,8	2,3	30,7	7,5
2	1-4-0	21,9	14,7	35,6	24,2	7,3	4,4	35,9	12,3	23,5	9,1	2,7	34,3	7,9
3	2-4-0	-	-	-	13,8	7,4	5,2	26,4	19,7	18,7	9,9	3,7	32,3	11,5
Второй опыт														
1	1-2-0	21,5	8,9	30,4	19,0	5,2	1,8	26,0	6,9	17,3	6,9	1,9	26,1	7,3
2	1-3-0	23,5	12,7	36,2	21,5	5,7	2,4	29,1	8,1	20,4	7,5	2,5	30,4	8,2

3	1-4-0	22,1	15,2	47,3	22,7	7,0	3,7	33,4	11,1	23,8	8,4	2,9	35,1	8,3
4	2-4-0	-	-	-	15,3	7,0	4,5	26,8	16,8	20,3	9,6	3,9	33,8	11,5
Третий опыт														
1	0-1-0	15,2	1,4	16,6	14,1	3,6	-	17,7	-	13,6	3,2	-	16,8	-
2	1-1-0	20,8	4,5	25,3	18,6	3,4	-	22,0	-	15,5	4,3	-	19,8	-
3	1-2-0	22,5	7,6	30,1	17,2	3,5	2,2	22,9	9,6	16,6	5,8	1,3	23,7	5,6
4	1-3-0	-	-	-	10,9	5,3	2,9	19,1	15,2	14,0	6,3	1,8	22,1	8,1

На средней и верхней части участка (2-й и 1-й опыты) изменения урожаев хлопка-сырца в зависимости от числа и схем поливов имеют ту же закономерность. Так, на средней части участка (при глубине залегания грунтовых вод 2,0-2,6 м), при трех поливах (схема 1-2-0) общий урожай хлопка-сырца составлял 26,0-30,4, при четырех поливах (схема 1-3-0) 29,6-36,2, при пяти поливах (схема 1-4-0) 33,4-37,3 ц/га. Увеличение числа поливов до шести (схема 2-4-0) вызвало снижение урожая хлопка-сырца до 26,8-33,8 ц/га.

В средней части участка преимущество по общему урожаю хлопка-сырца имел вариант поливов хлопчатника по схеме 1-4-0. При этом нормы поливов составляли 900-1000 м³/га, а оросительные нормы 4500-5400 м³/га.

Аналогичные результаты имели место и в верхней части участка (при глубине залегания грунтовых вод 3,0-3,6 м). Здесь при четырех поливах (схема 1-3-0) общий урожай хлопка-сырца составил 30,7-31,4, а при пяти поливах 34,3-36,6 ц/га. Увеличение числа поливов до шести (схема 2-4-0), как и в средней части участка, вызвало снижение урожая хлопка-сырца до 26,4-32,3 ц/га.

Высокая эффективность по урожаю и величине дохода в верхней и средней части участка, схемы поливов 1-4-0, а в нижней части участка схемы 1-2-0 обусловлена тем, что при них обеспечивался в течение вегетации хлопчатника и осенью более благоприятный (достаточно высокий и ровный в

межполивные периоды) режим влажности почвы, при хороших показателях солевого режима и концентрации почвенного раствора.

Неприемлемы для подверженных засолению почв хозяйства «Пахтакор» варианты орошения при одном поливе по схеме 0-1-0, с оросительной нормой 900-1200 м³/га (округленно) в нижней части участка, при глубине залегания грунтовых вод 1,3-1,7 м и вариант при трех поливах (схема 1-3-0) в средней части участка, при залегании грунтовых вод 2,0-2,6 м и оросительной норме 3000-4000 м³/га.

При указанных схемах поливов, первый полив приходилось давать значительно позже, чем при других схемах поливов, а это приводило к неблагоприятным условиям роста и развития молодых растений, вследствие большого снижения влажности почвы и повышения концентрации солей почвенного раствора до и после поливов, а также вследствие значительной величины сезонного соленакопления почвы.

Весьма своеобразными и неэффективными оказались результаты орошения при схеме поливов 2-4-0 и оросительных нормах 5400-5900 м³/га в верхней и средней частях участка и при схеме 1-3-0, с оросительной нормой 2800-3200 м³/га в нижней части участка. При таких режимах орошения хлопчатника, реставрация засоления почвы в течение вегетации и осенью хотя и выражена значительно слабее, чем при других режимах орошения и меньшими были показатели солевой концентрации почвенного раствора. Однако влажность почвы на протяжении вегетации оказалась для хлопчатника избыточно высокой. Это привело к обильному росту и развитию надземной части хлопчатника, к уменьшению числа и веса хлопка-сырца одной коробочки, к полеганию и загниванию коробочек нижних ярусов растений.

Сопоставление полученных результатов (таблица 4.11.2.) показывает в частности, что на всех частях участка с увеличением числа поливов увеличивался урожай хлопка-сырца третьего сбора.

Важно отметить, что различия урожаев хлопка-сырца по повторениям каждого варианта опыта были небольшими, что видно из данных таблицы 4.11.2. Результаты математической обработки этих данных (по методу В.Н. Перегудова) выражены величинами ошибки средних урожаев по каждому опыту E , а также соответствующими величинами $3E$.

Таблица 4.11.2.

Общий урожай хлопка-сырца по повторениям опытов, ц/га

№	Схем а поли	первый г.				средн се	второй г.				средн се	третий г.				средн се	Сред
		Повторность					Повторность					Повторность					
		I	II	III	IV		I	II	III	IV		I	II	III	IV		
Первый опыт																	
1	1-3-0	31, 3	30, 9	29, 8	33, 5	31, 4	30, 8	32, 4	29, 3	31, 7	31, 1	28, 9	32, 3	30, 5	31, 1	30, 7	31, 1
2	1-4-0	37, 9	35, 7	34, 5	38, 2	35, 6	35, 6	36, 1	34, 5	37, 4	35, 9	35, 8	33, 6	32, 3	35, 5	34, 3	35, 3
3	2-4-0	-	-	-	-	-	26, 4	27, 2	25, 4	26, 5	26, 4	33, 7	28, 9	31, 7	34, 9	32, 3	29, 4
	E=0,29	3E=0,87 ц/га					E=0,31		3E=0,93 ц/га			E=1,0		3E=3,0 ц/га			
Второй опыт																	
1	1-2-0	29, 0	31, 1	31, 9	29, 5	30, 4	27, 4	26, 4	25, 5	24, 7	26, 0	25, 3	27, 6	27, 1	24, 4	26, 1	27, 5
2	1-3-0	37, 1	35, 5	37, 3	35, 0	36, 2	31, 1	30, 0	29, 8	27, 5	29, 6	29, 7	28, 9	30, 3	32, 7	30, 4	32, 1
3	1-4-0	38, 7	37, 7	37, 1	37, 7	37, 2	35, 6	34, 4	31, 5	32, 1	33, 4	36, 4	34, 8	33, 9	35, 3	35, 1	35, 8
4	2-4-0	-	-	-	-	-	28, 7	25, 2	26, 6	25, 8	26, 8	32, 2	33, 6	34, 8	34, 6	33, 8	30, 3
	E=0,54	3E=1,62 ц/га					E=0,50		3E=1,50 ц/га			E=0,8		3E=2,4 ц/га			
Третий опыт																	
1	0-1-0	15, 9	16, 5	17, 1	16, 9	16, 6	17, 3	16, 8	18, 4	18, 2	17, 7	16, 1	15, 7	17, 5	17, 9	16, 8	17, 0
2	1-1-0	25, 4	24, 8	26, 6	24, 5	25, 3	20, 5	20, 7	22, 6	24, 3	22, 0	18, 9	19, 8	19, 9	20, 6	19, 8	22, 4
3	1-2-0	31, 7	29, 0	28, 4	31, 3	30, 1	22, 3	21, 6	23, 2	24, 4	22, 9	22, 8	25, 1	22, 9	23, 8	23, 4	25, 5
4	1-3-0	-	-	-	-	-	18, 0	19, 3	20, 7	18, 5	19, 1	21, 6	22, 8	23, 3	20, 7	22, 1	20, 6
	E=0,56	3E=1,68 ц/га				E=1,0		3E=3,0 ц/га				E=0,50		3E=1,50 ц/га			

Полученные значения E (в центнерах на гектар) и $3E$ свидетельствуют о вполне достоверной разности между средними урожаями вариантов опытов, поскольку во всех случаях эта разность превосходит утроенную ошибку опыта $3E$.

4.12. Экономическая эффективность различных режимов орошения

Для определения экономической эффективности различных режимов орошения хлопчатника нами был проведен по каждому варианту опытов расчет реализационной стоимости выращенной продукции хлопка-сырца и материально-денежных затрат на получение этой продукции.

Стоимость выращенной продукции (в рублях на гектар посевов) определялась по государственным закупочным ценам на хлопок-сырец, установленным для хозяйства. Расчет производился с учетом сортности сдаваемого на заготовительные пункты хлопка.

Материально-денежные прямые затраты на выращивание и уборку урожая (в рублях на гектар посева) имели значительные различия. В первый год на участке перед зяблевой вспашкой была проведена капитальная планировка поля и промывка почвы от солей. Поэтому в первый г. материально-денежные затраты на выращивание 1 центнера хлопка были значительно выше.

Во второй-третий гг. материально-денежные затраты не имели больших различий, поскольку по разным вариантам опытов объем агротехнических работ (за исключением затрат труда на поливы и уборку урожая) были одинаковым.

Сопоставление реализационной стоимости выращенной продукции хлопка-сырца с необходимыми для этого материально-денежными затратами, позволило определить для каждого варианта опытов, чистый доход от выращивания хлопчатника, а также себестоимость одного центнера хлопка по прямым затратам.

Величины всех указанных выше экономических показателей, а также рентабельности произведенных затрат, приведены в табл.4.12.1.

Таблица 4.12.1.

Показатели экономической эффективности различных режимов
орошения (средние за 3 года)

№ вари анто в	Схема поливо в	Урожай , ц/га	Стоимост ь продукци и с 1 га, руб.	Материально -денежные затраты на 1га, руб.	Чисты й доход с 1 га, руб.	Себестоимост ь 1 ц хлопка, руб.	Рентабельност ь затрат, %
Первый опыт							
1	1-3-0	31,1	1377,3	734,7	646,0	23,6	87,9
2	1-4-0	35,6	1561,7	765,0	796,7	21,4	104,1
3	2-4-0	29,4	1221,0	642,0	564,0	22,1	87,9
Второй опыт							
1	1-2-0	27,5	1219,7	711,7	508,0	25,6	71,4
2	1-3-0	32,1	1415,3	743,0	647,0	22,9	87,1
3	1-4-0	35,3	1541,0	761,0	780,0	21,4	102,5
4	2-4-0	30,3	1266,5	640,5	626,0	21,4	97,7
Третий опыт							
1	0-1-0	17,0	768,7	580,0	188,7	34,1	32,5
2	1-1-0	22,3	1001,0	680,0	321,0	30,2	47,2
3	1-2-0	25,5	1145,7	710,3	435,3	27,6	61,3
4	1-3-0	20,6	926,5	610,5	316,0	32,0	51,8

Данные таблицы показывают, что в среднем за 3 года (первый-третий гг.) материально-денежные затраты по разным вариантам опытов были в пределах от 520 до 681руб. на гектар.

Реализационная стоимость хлопка-сырца, выращиваемого при разных режимах орошения, в разных частях опытного участка, была различной.

В верхней части участка она в среднем колебалась в пределах от 1132 до 1597, в средней части- от 1164 до 1561, в нижней части – от 747 до 1097 рублей с гектара. Величина стоимости продукции зависела от количества и качества (сортности) выращенного хлопка-сырца.

В верхней и средней части участка (1-й и 2-й опыты) наилучшее сочетание экономических показателей была при схеме поливов хлопчатника 1-4-0, при оросительных нормах 4600-5300 м³/га. Урожаи при этом варианты поливов, получены от 33,4 до 35,9 ц/га и стоимость продукции была наибольшей – от 1489 до 1597 руб. с одного гектара посевов. В связи с этим

наибольшим был и чистый доход от сданного государству хлопка-сырца – от 891 до 916 рублей с гектара посевов. Наименьший при этом была себестоимость одного центнера хлопка-сырца: она оказалась в пределах 18,3-20,0 рублей. Рентабельность затрат была высокой – 102,5 – 104,1 %.

В верхней и средней частях участка увеличение числа поливов до шести (схема 2-4-0) не дало прибавки к урожаю и была экономически невыгодно.

В нижней части участка (3-й опыт) наилучшим оказался вариант поливов при схеме 1-2-0, с оросительной нормой 2500-2800 м³/га.

При таком варианте поливов, урожай хлопка-сырца колебался в пределах 22,9 до 23,4 ц/га, стоимость продукции составляла 1035-1097 рублей. При этом чистый доход достигая 427-498 рублей, себестоимость одного центнера хлопка-сырца равна 25,6-26,6 руб. Рентабельность затрат составила 61,3 %.

Увеличение числа поливов на этом опыте до четырех (схема 1-3-0) не дало прибавки урожая и экономически невыгодно. Причиной этого явилось снижение по сравнению со схемой поливов 1-2-0 урожая хлопка-сырца, а также процента выхода хлопка-сырца первого сорта.

5. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ ХЛОПЧАТНИКА

Для производственной проверки полученных в стационарном опыте данных в последующие гг. в хозяйствах «Пахтакор» и «Узбекистан» проводились испытания дифференцированных режимов орошения хлопчатника в зоне действующих в этих хозяйствах скважин вертикального дренажа.

В обоих хозяйствах орошаемые почвы в основном сероземно-луговые, среднесуглинистые, подверженные засолению.

Производственные испытания проводились на отдельных крупных участках, площадью 16-37 гектаров каждый. Испытывался в одних случаях

дифференцированный, в других хозяйственный режим орошения хлопчатников. При хозяйственном режиме орошения на всей площади участка число и схема поливов хлопчатника были одинаковыми, при дифференцированном – разными.

В хозяйстве «Пахтакор» испытания проводились в фермерском хозяйстве Д. Эсоналиева и в фермерском хозяйстве З.Х. Ахмедова, в хозяйстве «Узбекистан» в фермерском хозяйстве Б.Бутаева и в фермерском хозяйстве Э. Бегалиева.

В хозяйстве «Пахтакор» производственные испытания режимов орошения хлопчатника в зоне действия скважины 71 проводились в течение четырех лет (последующие), в зоне скважины 70 в течение двух лет (последующие).

В зоне скважины 71 во второй-третий гг. испытания проводились на участках общей площадью 30 га, в последующие гг. на участках общей площадью 46 га.

В зоне скважины 70 в последующие г. общая площадь испытаний составила 18, в последующие г. – 48 гектаров.

На участках дифференцированного режима орошения протяженность зоны активного действия дренажа (глубина залегания грунтовых вод в вегетационный период более 2 м) составляла 300-350 м, слабого действия – 100-150 м (глубина залегания грунтовых вод менее 2 м).

В хозяйстве «Узбекистан» испытания в зоне действия скважин 11 и 12 проводились в течение трех лет (последующие). В зоне скважины 11 общая площадь испытаний в третий г. составила 37, в последующие г. – 53, в последующие г. – 53 гектара. В зоне скважины 12 испытания проводились в 1974 г. на общей площади 17 гектаров, в последующие г. 35 гектаров, в последующие г. 35 гектаров.

В этом хозяйстве на участках производственных испытаний протяженность зон активного и слабого действия дренажа, а также глубины

залегания грунтовых вод в зонах действия дренажа были примерно такими же, как и в хозяйстве «Пахтакор».

Сведения о мелиоративных условиях участков производственных испытаний и их общей площади в каждом году приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1.

**Мелиоративные условия и площади производственных испытаний
режимов орошения хлопчатника**

№ скважины дренажа по учету УМС Сырдарьинской области	Зона эффективного действия дренажа		Зона слабого действия дренажа		Площадь испытаний, гектар			
	Протяженность зоны, м	Глубина залегания грунтовых вод, м	Протяженность зоны, м	Глубина залегания грунтовых вод, м	год			
					второй	третий	последующие	последующие
Хозяйство «Пахтакор»								
71	300	>2	100	<2	30	30	46	46
70	350	>2	150	<2	-	-	18	48
Хозяйство «Узбекистан»								
11	350	>2	150	<2	-	37	53	53
12	300	>2	100	<2	-	17	35	35

В обоих хозяйствах на участках дифференцированного орошения хлопчатника на верхней и средней частях каждого участка (в зоне активного действия дренажа) проводилось 5 поливов (по схеме 1-4-0), нормами 900-1100 м³/га, при общей оросительной норме около 5000 м³/га. На нижней части каждого участка (в зоне слабого действия дренажа и более высокого залегания грунтовых вод) проводилось 3 полива (по схеме 1-2-0), нормами также 900-1100 м³/га, при оросительной норме около 3000 м³/га.

На участках хозяйственного режима орошения, на всей площади каждого участка проводилось 3 полива (по схеме 1-2-0). Нормы поливов были повышенные 1100-1200 м³/га, что обусловило оросительную норму порядка 3300-3600 м³/га.

Результаты производственных испытаний дифференцированного и хозяйственного режимов орошения хлопчатника по урожаям хлопка-сырца приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2.

Урожаи хлопка-сырца при дифференцированном и хозяйственном режимах орошения хлопчатника

№ скважин дренажа по учету УМС Сырдарьинс кой области	Дифференцированный режим орошения, ц/га				Хозяйственный режим орошения, ц/га			
	год							
	втор ой	трет ий	последую щие	последую щие	втор ой	трет ий	последую щие	последую щие
Хозяйство «Пахтакор»								
70	31,3	33,7	32,6	33,5	22,6	23,7	25,9	26,1
71	-	-	31,8	31,7	-	-	26,8	25,7
Хозяйство «Узбекистан»								
11	-	29,1	30,4	31,2	-	22,8	24,3	25,2
12	-	30,8	30,5	32,2	-	23,1	25,7	26,4

Приведенные в таблице данные показывают, что применение на крупных поливных участках, находящихся в зоне действия скважин вертикального дренажа, дифференцированного режима орошения хлопчатника, по сравнению с хозяйственным режимом орошения его, обеспечивает значительное увеличение урожаев и валового сбора хлопка-сырца с каждого участка.

Так, в хозяйстве «Пахтакор» на участках в зоне действия скважины 71 урожаи хлопка при дифференцированном режиме орошения составили 31,3-33,7 ц/га, при хозяйственном режиме орошения 22,6-26,1 ц/га. В зоне действия скважины 70 соответствующие показатели составили 31,7-31,8 и 25,7-26,8 ц/га.

В хозяйстве «Узбекистан» в зоне действия скважины 11, при дифференцированном режиме орошения урожаи 29,1-31,2 ц/га, при хозяйственном режиме орошения 22,3-25,2 ц/га. В зоне действия скважины 12 соответствующие показатели составили: 30,5-32,2 и 23,1 и 26,4 ц/га.

Увеличение среднего на всю площадь участка урожая хлопка-сырца при дифференцированном режиме орошения составило в хозяйстве «Пахтакор» в зоне действия скважины 71, по годам (последующие) следующие величины: 8,7-10,0 – 6,7-7,4 ц/га. В зоне действия скважины 70 в последующие гг. средние урожаи хлопка-сырца увеличились на 5,0-6,0 ц/га.

В хозяйстве «Узбекистан» увеличение среднего урожая хлопка-сырца составило: в зоне действия скважины 11 в последующие гг. 6,3-6,1 – 6,0 ц/га, в зоне действия скважины 12 7,7-4,8 – 5,8 ц/га.

Приведенные результаты производственных испытаний убедительно свидетельствуют о важности и необходимости применения на крупных поливных участках, находящихся в зоне действия скважин вертикального дренажа, дифференцированного в пределах участка по числу поливов и оросительным нормам режима орошения хлопчатника.

ВЫВОДЫ

По результатам проведенных трехлетних (первый-третий гг.) исследований можно сделать следующие выводы.

1. Под действием скважины вертикального дренажа на прилегающим к ней поливном участке, создаются существенные различия по глубине залегания грунтовых вод.
2. При значительном среднегодовом расходе скважины (72 л/сек), в условиях средне- и тяжелосуглинистых отложений почвогрунта, в верхней части поливного участка (30-200 м) грунтовые воды удерживались в среднем на глубине 2,3 м, в нижней части (330-400 м) на глубине 1,5 м.
3. Различия в уровне залегания минерализованных грунтовых вод оказывают существенное влияние на водно-солевой режим и солевой баланс почвы, а также вызывают необходимость применения в пределах поливного участка дифференцированного режима орошения хлопчатника.

4. С увеличением числа поливов хлопчатника, предполивная влажность почвы возрастала, концентрация же почвенного раствора (по хлору) заметно снижалась.
5. С увеличением числа поливов концентрация клеточного сока (ККС) листьев хлопчатника снижалась. Наибольшие урожаи хлопка в верхней и средней частях участка были получены при проведении поливов в сроки с ККС 9,2-11,0 % (схема поливов 1-4-0), в нижней части участка при ККС 9,4-11,2 % сухого вещества (схема поливов 1-2-0).
6. С повышением уровня залегания грунтовых вод и уменьшением числа поливов, засоленность почвы возрастала. От весны к осени солесодержание почвы увеличивалось. При этом коэффициенты сезонного соленакопления (ККС) почвы, в зависимости от числа поливов, изменялись значительно (по сумме солей в верхней части участка от 1,25 до 1,89, в нижней части от 1,35 до 1,92).
7. Засоление почвы – хлоридно-сульфатное. В составе токсичных солей в большинстве случаев преобладали $MgSO_4$ и Na_2SO_4 . Содержание этих солей осенью иногда доходило до 47-50 % (от суммы солей), при содержании $NaCl$ в пределах 6-18 %. С уменьшением числа поливов содержание токсичных солей обычно увеличивалось, нетоксичных солей ($CaSO_4$ и $Ca(HCO_3)_2$) уменьшалось.
8. Анализ данных солевого баланса почвы показал, что при глубоком залегании грунтовых вод (3,3 м) преобладало поступление солей с оросительной водой. При близком залегании грунтовых вод (1,5 м) намного больше поступление солей за счет грунтовых вод.
9. Своеобразной оказалась роль действия скважины вертикального дренажа. Дренажный сток выносил в основном соли подземных вод и не влиял на вынос солей из верхнего (0-100 см) слоя почвы. Напротив, под влиянием испарения напорных минерализованных грунтовых вод производило дополнительное поступление солей в почву (на верхней части участка в размере 4,2, на средней части 14,1, на нижней части 25,2 т/га).

10. В результате солевой баланс почвы во всех случаях оказался положительным. Общее соленакопление за вегетационный период в слое 0-100 см составило: на верхней части участка, при 6 поливах 21,5, на средней части при 5 поливах 38,4, на нижней части при 3 поливах 57,7 т/га. Указанные величины соленакопления при отсутствии дренажа были бы значительно большими, так как более значительным был бы напор подземных и грунтовых вод и их расход на испарение.

11. Результаты исследований показали также, что при обычных (непромывных) нормах вегетационных поливов (900-1000 м³/га), несмотря на интенсивное действие вертикального дренажа, предотвратить при высоком залегании (1,5-3,0 м) напорных минерализованных грунтовых вод сезонное соленакопление почвы невозможно. Для этого необходимо, помимо действия вертикального дренажа, либо осуществление промывного режима вегетационных поливов значительными нормами (увеличенными на 20-30 %), что небезопасно в отношении избыточной влажности почвы, либо же, в основном, применение в невегетационный период специальных промывных поливов (промывки почвы).

12. Наибольшие урожаи хлопка (34-37 ц/га) на верхней и средней части участка получены при 5 поливах (схема 1-4-0). На нижней части участка наибольшие урожаи (23-30 ц/га) получены при 3 поливах (схема 1-2-0). При таких схемах поливов в течение вегетации хлопчатника обеспечивался достаточно высокий и ровный режим влажности почвы, при хороших показателях солевого её режима и концентрации почвенного раствора.

13. Наилучшими были при этом и показатели экономической эффективности режимов орошения (величины чистого дохода, себестоимости хлопка и рентабельности материально-денежных затрат на выращивание урожая).

14. Проведенные в последующие гг. на фоне действия вертикального дренажа производственные испытания хозяйственного и дифференцированного режимов орошения подтвердили высокую

эффективность и необходимость применения в пределах поливных участков дифференцированного режима поливов хлопчатника.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Для создания благоприятного водно-солевого режима почвы и получения наибольшего урожая хлопка режим и размер орошения хлопчатника в пределах участка с вертикальным дренажом нужно дифференцировать следующим образом:

В верхней части участка, при глубине залегания грунтовых вод 3,3 м, осуществлять пять поливов по схеме 1-4-0. Поливные нормы при этом 900-1000 м³/га, оросительные 4500-5000 м³/га.

В средней части участка, при глубине залегания грунтовых вод 2,3 м, также проводить 5 поливов (схема 1-4-0), но при уменьшенных оросительных нормах (4200-4500 м³/га).

В нижней части участка, при глубине залегания грунтовых вод 1,5 м, проводить три полива по схеме 1-2-0. Поливные нормы при этом 750-800 м³/га, оросительные 2250-2400 м³/га.

2. На нижней части участка (3 полива) нарезку борозд, поливы и послеполивную культивацию почвы осуществлять в наилучшие три срока одновременно с этими мероприятиями на верхней и средней частях участка.

3. Для снятия происходящего сезонного соленакопления почвы в осенне-зимний период ежегодно или периодически проводить промывку почвы дифференцированными нормами (1800-2000 м³/га, за один полив, в верхней части участка, 2500-2800 м³/га, за один полив, в средней части участка, 3000-3500 м³/га, за два полива в нижней части участка).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев А.М. – Физиологические основы влияния засухи на растения. Ученые записки Казанского университета, т.97, вып. 5-6, 1937.
2. Алексеев А.М. – Влияние почвенной засухи на рост листьев пшеницы. Тр. Конференции по почвоведению и физиологии культурных растений. т. II, Саратов, 1938.
3. Алексеев А.М. – Водный режим растений и влияние на него засухи. Казань, 1948.
4. Аманов Х.А. – Некоторые физиологические особенности хлопчатника на засоленных почвах. Тр. Узбекского филиала АН СССР. Вопросы солеустойчивости растения, сер. XI; вып. 5, Ташкент, 1942.
5. Беспалов Н.Ф. – Гидромодульное районирование и режим орошения культур хлопкового севооборота в Голодной степи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Ашхабад, 1970.
6. Бурыгин В.А., Елсуков И.Э. - О некоторых особенностях поведения американского хлопчатника на засоленных почвах Голодной степи и путях повышения его солеустойчивости. Т. Уз Фан, сер. XI, вып. 5, Ташкент, 1942.
7. Бушуев М.М. – Голодностепское поле. Отчет о деятельности опытного хлопкового поля. Голодная степь. Самаркандская область, 1906-1910, СПб, Департамент земледелия, 1910-1913.
8. Бушуев М.М. – К вопросу орошения почв Голодной степи в связи с заболеванием почв и распространением малярии, «Туркестанское с/хоз», № 1, 1915.
9. Васильев И.М. – К физиологической характеристике гидромодуля хлопчатника. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции Института растениеводства, сер. III, № 12, 1935.
10. Виннер В.В. – Влияние почвенной влажности и температуры воздуха на явления «захвата». Отчет Шатиловской опытной станции, вып. IV, 1902-1905.

11. Димо Н.А. – Влияние искусственного орошения и повышенного естественного увлажнения на процессы почвообразования и перемещения солей в почвогрунтах Голодной степи Самаркандской области. Предварительный отчет по ОЗУ о 2-й поездке в Голодную степь в сентябре – октябре 1909 г., М., 1910.
12. Димо Н.А. – Главнейшие типы засоления почв и грунтов на территории России. Ежегодник Отд. Зем.улучш. СПб, 1913.
13. Егоров В.В. – Новейшая тенденция в регулировании солевого режима орошаемых почв. Сб. «Изменение плодородия почв при орошении вновь осваиваемых земель». Научные труды почвенного института им. В.В. Докучаева, М., 1976.
14. Елсуков И.Э. – Определение потребности хлопчатника в поливе. Материалы VIII сессии АН СССР, Ашхабад, 1955.
15. Елсуков И.Э. – Ускоренный метод определения влажности почвы. Бюллетень № 2, научно-технической информации Донецкого зонального НИИСХ, Ростов – на – Дону, 1958.
16. Еременко В.Е. – Водный режим и динамика развития хлопчатника. В кн. Севообороты, удобрения и поливы хлопчатника, Ташкент, 1949.
17. Еременко В.Е. – Диагностирование сроков полива по внешним признакам хлопчатника. «Труды Аккавакской центральной агротехнической станции», Изд. САГУ, Ташкент, 1955.
18. Еременко В.Е. – Режим орошения и техника полива хлопчатника. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1957.
19. Еременко В.Е. – О нижней границе влажности почвы перед поливами хлопчатника. «Хлопководство», № 12, 1959.
20. Еременко В.Е., Портных М.И. – Диагностирование сроков полива хлопчатника по внешним признакам растений. «Социалистическое с/хоз. Узбекистана», № 3, 1950.

21. Иконому Д.А. – Опыт рассоления сильно-гипсированных почвогрунтов Шурузьякского понижения Голодной степи на фоне вертикального дренажа. Автореферат дисс. канд. с/хоз. наук, Ташкент, 1972.
22. Кабаев В.Б. – Ускоренные методы определения влажности и предельной полевой влагоемкости почв. «Сельское хозяйство Узбекистана», № 7, 1957.
23. Кабаев В.Б. – Ускоренные методы определения лучших сроков поливов хлопчатника и кукурузы по влажности почвы. 2-ое издание Тадж. Госиздат., Душанбе, 1963.
24. Камалов Н. – Поливной режим хлопчатника. «Сельское хозяйство Узбекистана», № 5, 1965.
25. Кенесарин Н.А. – Формирование режима грунтовых вод орошаемых районов на примере Голодной степи. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1959.
26. Керзум П.А., Грабовская О.А. – Почвы Вахшской долины и их мелиорация. Труды института почвоведения и мелиорации, Тадж.ССР т.78, вып. 1, 1957.
27. Ким А.Н. – Режим орошения хлопчатника на фоне вертикального дренажа. «Хлопководство», № 8, 1975.
28. Киселева И.К. – Опыт мелиоративного регулирования режима грунтовых вод Голодной степи на примере хозяйства «Пахтаарал». В кн.: «Вопросы мелиорации Голодной степи», Труды СоюзНИХИ, 1957.
29. Киселева И.К. – К вопросу об освоении засоленных земель в Голодной степи, «Хлопководство», №1, 1963.
30. Ковда В.А. – Солевой режим орошаемых почв Голодной степи. «Почвоведение», № 7, 1939.
31. Ковда В.А. – Происхождение и режим засоленных почв. Изд. АН СССР, т.1, М.-Л., 1946-1947.
32. Ковда В.А. – Краткий очерк геологии и рельефа Голодной степи. В кн.: «Почвы Голодной степи как объект орошения и мелиорации», АН СССР, М.-Л., 1948.

33. Колесов В.Я. – Изменение мелиоративного состояния Центральной части Шурузякского понижения Голодной степи под влиянием вертикального дренажа. Автореферат дисс. канд.с/хоз наук, Ташкент, 1971.
34. Колясов Ф.Е. – Новый метод определения влажности почвы. Доклад ВАСХНИЛ, вып. 4, 1950.
35. Кондо И.Н. – О влиянии внешних условий и фаз развития на устойчивость растений и почвенной засухе. Труды прикладной ботаники, генетики и селекции. т. XXVII, 1931.
36. Коррелис Л.П. – Промывка засоленных земель на фоне вертикального дренажа. Труды САНИИРИ, вып. 112, Ташкент, 1967.
37. Коррелис Л.П. – Мелиоративная эффективность вертикального дренажа в условиях хозяйства «Пахтаарал». Автореферат дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, 1968.
38. Крылов М.М. – Гидрогеология Голодной степи. Материалы по производительным силам Узбекистана, вып. 6, Ташкент, 1957.
39. Курбатов Н.И. – О методах дальнейшего развития хозяйства в Голодной степи. Отчет о деятельности рабочей комиссии и её подкомиссии о мелиорации засоленных земель в Голодной степи, 1918.
40. Легостаев В.М. – Определение сроков полива хлопчатника по внешним признакам. «Борьба за хлопок», № 4, 1936.
41. Леонова Н.Н., Леонов Н.И. – Голодная степь. Госиздат УзССР, Ташкент, 1957.
42. Макарова В. – Роль вертикального дренажа в рассолении земель. «Хлопководство», № 5, 1978.
43. Максимов Н.А. – Подавление ростовых процессов, как основная причина снижения урожаев при засухе. Успехи современной биологии, т. XI вып. 1, 1939.
44. Майлибаев М.Б. – Режим орошения хлопчатника в Голодной степи. Тр. Научно-исследовательского института им. В.Р. Вильямса, т. VI, Алма-ата, 1959.

45. Малыгин В.С. – О почвах по Голодной степи. «Туркестанский земледелец» № 4, 1915.
46. Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником в условиях орошения. СоюзНИХИ. Изд. 4, Ташкент, 1973.
47. Методы агрофизических исследований почв Средней Азии. СоюзНИХИ, изд. 4, Ташкент, 1973.
48. Меднис М.П. – Режим орошения и густота стояния. Изд. «Фан», Ташкент, 1973.
49. Минашина Н.Г. – Об использовании минерализованных вод для орошения. «Гидротехника и мелиорация», № 3, 1972
50. Минашина Н.Г. – Орошаемые почвы пустыни и их мелиорация. М., «Колос», 1974.
51. Минашина Н.Г. – Роль поливов в регулировании солевого режима. «Хлопководство», № 6, 1976.
52. Мирхашимов Т. – Изучение режима орошения хлопчатника на вновь осваиваемых целинных землях Голодной степи. «Хлопководство», № 5, 1967
53. Нариянц М.Р. и Кочетков В.В. – Поливные режимы и плодообразование у разных сортов хлопчатника. «Хлопководство», №5, 1965.
54. Нерозин А.Е. – «Поливы хлопчатника». В кн.: «Хлопководство», Изд. «Колос», М., 1967.
55. Нерозин А.Е. – Мелиорация засоленных орошаемых земель Узбекистана. Изд. «Узбекистан», Ташкент, 1974.
56. Нерозин А.Е., Азизов М. – Режим орошения хлопчатника на севере Каракалпакии. «Хлоководство», № 1, 1964.
57. Новиков В.А. – Исследования над процессами ассимиляции динамики устьичного аппарата и транспирации хлопчатника. Журнал опытной агрономии Юго-востока, том 8, вып. 2, 1930.
58. Новиков В.А. – Солеустойчивость хлопчатника в разных фазах развития. Краткое содержание работ, ЦОМС СоюзНИХИ, Ташкент, 1936.

59. Панков М.А. – Процессы засоления почв Голодной степи, научная сессия АН УзССР по освоению Голодной степи, Ташкент, 1947.
60. Панков М.А. – Процессы засоления почв Голодной степи. Ташкент, 1962.
61. Панков М.А. – Кн.: «Мелиоративное почвоведение». Изд. «Укитувчи», 1974.
62. Петин Н.С. – О значении физиологических показателей в поливном растениеводстве. «Физиология растений». Т. I, № 1, 1964.
63. Петин Н.С. – Физиологические показатели водоснабжения растения в орошаемом земледелии. «Диагностирование потребности растений в поливах». «Вестник АН СССР», № 7, 1954.
64. Петин Н.С. – Взаимосвязь водного режима и некоторых физиологических процессов растений с их продуктивностью в условиях различного водоснабжения. В кн.: «Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью». М., Изд-во АН СССР, 1963.
65. Польшов Б.Б. – Избранные труды. М., Изд. АН СССР, 1966.
66. Рабочев И.С. – Использование минерализованных вод для орошения и рассоления почв и основные направления дальнейших исследований. Научные труды ВАСХНИЛ, М., «Колос», 1973.
67. Рамазанов А., Курбанбаев Е., Якубов Х. – Некоторые вопросы мелиорации засоленных земель низовьев Амударьи. Изд. «Каракалпакстан», Нукус, 1978.
68. Решеткина Н.М. – Грунтовые воды Узбекистана и перспективы их откачки в целях мелиорации и орошения. Труды института сельского хозяйства АН УзССР, Ташкент, 1953.
69. Решеткина Н.М. – Вертикальный машинный дренаж и его роль в борьбе с засолением. В кн.: «Применение дренажа при освоении засоленных земель». Изд. АН СССР, М., 1958.
70. Решеткина Н.М. – Гидрогеологические основы вертикального дренажа в Голодной степи. АН УзССР, Ташкент, 1960.

71. Решеткина Н.М., Барон В.А., Якубов Х. – Вертикальный дренаж орошаемых земель. Изд. «Колос», М., 1966.
72. Решеткина Н.М., Якубов Х.И. – Вертикальный дренаж. Изд. «Колос», М., 1978.
73. Рыжов С.Н. – К поливному режиму хлопчатника. «Советский хлопок», № 9, 1937.
74. Рыжов С.Н. – Оптимальная влажность почв при культуре хлопка. «Советский хлопок», № 6, 1940.
75. Рыжов С.Н. – Орошение хлопчатника в Ферганской долине. Ташкент, 1948.
76. Рыжов С.Н. – Развитие и урожайность хлопчатника при различной концентрации почвенного раствора. Научные труды ВАСХНИЛ, М., «Колос», 1973.
77. Сказкин Ф.Д. – Физиологическая оценка влияния на растения орошения в связи с установлением норм и сроков поливов. Ученые записки Ленинградского педагогического института, т. XII, вып. 5, 1938.
78. Слятнев А.Ф. – Вертикальный дренаж и его применение в рассолении хлопковых земель. Отчет по теме № 39, том 1, «Гидроингео», Ташкент, 1968.
79. Советкина М.М. – Наблюдения над эфемерной растительностью в Голодной степи. В кн.: «Очерки по фитосоциологии и фитогеографии», М., 1929.
80. Старов В.П., Ахмедов Р.А. – Диагностирование сроков поливов в период цветения по внешним признакам состояния хлопчатника. «Социалистическое сельское хозяйство Узбекистана», № 1, 1937.
81. Строганов Б.П. – Растения и засоленные почвы. Изд. АН СССР, М., 1958.
82. Строганов Б.П., Кабанов В.В., Шевякова Н.И. – Современное состояние проблемы солеустойчивости растений. Научные труды ВАСХНИЛ. М., «Колос», 1973.

83. Федоров Б.В. – Определение степени засоления почвы по растительному покрову (Голодноостепская с. – хоз. станция), вып. 10, Ташкент, 1930.
84. Федоров Б.В. – Агромелиоративное районирование территории зоны орошения Средней Азии. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1953.
85. Федоров Б.В. – Определение степени засоленности почв по растительному покрову. Узгосиздат, Ташкент, 1963.
86. Федоров Б.В. – Определение степени засоления по увлажнению почвы по растительному покрову. Госиздат УзССР, Ташкент, 1964.
87. Фелициант И.Н. – Опыт и изучение закономерностей капиллярного передвижения воды и растворов солей в слоистых грунтах, Ташкент, 1961.
88. Филиппов Л.А. – Определение сроков полива хлопчатника по влажности одного горизонта почвы. «Почвоведение», вып. 1, 1959.
89. Шардаков В.С. – Определение сроков полива хлопчатника по величине сосущей силы листьев. Изд. Тадж. «Фан» СССР, Сталинабад, 1948.
90. Шардаков В.С. – Водный режим хлопчатника и определение сроков полива. Изд. АН УзССР, Ташкент, 1953.
91. Шумаков Б.А. – Использование минерализованных вод для орошения (предисловие). Научные труды ВАСХНИЛ. М., «Колос», 1973.
92. Израэльсон О. – Теория и практика ирригации. ИЛ, перевод с английского, М., 1959.
93. Крафт А., Харриер Х., Стокинг К. – Вода и её значение в жизни растений. Перевод с английского, М., 1951.
94. James C., Marr J., Robert S. Hemphill associate irrigation engineers. Division of agricultural engineering. Bureau of Public Roads. Washington, 1928. 38 p.
95. Hastings, Stephen H. Irrigation and Ulated cultural practices with cotton in the Salt Rives Valley of Arizona. Washington, 1932. 32p.
96. Poss R. Fixing that pump could cut fuel costs in half Irrigation Age, 1977, 11, 4:32, 34-36, 40.

97. Rodgers N. Here's how "engineered" well can sharply cut energy costs.
Irrigation Age, 1977, 11, 4:41, 43.

Предполивная влажность почвы, третий г.

Первый опыт (грунтовые воды на глубине 3,0-3,6 м)

№ вариантов	Горизонты почвы, см	Влажность в процентах от массы сухой почвы					
		13/VI	10/VII	2/VIII	26/VIII		
1	0-20	10,3	13,5	13,5	14,0		
	20-40	15,3	16,0	16,7	16,2		
	40-60	17,8	16,7	17,6	17,0		
	60-80	18,3	19,4	20,5	19,9		
	80-100	21,0	21,7	22,3	20,8		
	0-100	16,7	17,5	18,1	17,6		
		10/VI	4/VII	23/VII	10/VIII	26/VIII	
2	0-20	11,7	13,5	14,2	14,8	15,5	
	20-40	16,7	17,6	17,2	17,3	17,6	
	40-60	19,6	19,5	20,7	20,2	19,5	
	60-80	20,5	21,7	22,0	20,3	21,2	
	80-100	22,3	23,2	22,2	22,1	22,2	
	0-100	18,2	19,1	19,3	18,9	19,2	
		3/VI	24/VI	11/VII	27/VII	10/VIII	26/VIII
3	0-20	14,3	14,4	16,7	14,1	16,3	16,3
	20-40	18,0	17,4	19,0	21,3	19,2	20,3
	40-60	20,3	22,9	21,5	23,1	23,3	24,9
	60-80	22,5	25,6	23,8	24,9	24,5	24,7
	80-100	23,4	24,8	24,3	23,6	23,1	24,2
	0-100	19,7	21,0	20,9	21,4	21,4	22,1

Предполивная влажность почвы, третий г.

Второй опыт (грунтовые воды на глубине 2,0-2,6 м)

№ вариантов	Горизонты почвы, см	Влажность в процентах от массы сухой почвы					
		16/VI	11/VII	10/VIII			
1	0-20	9,0	10,2	9,4			
	20-40	13,7	12,7	12,5			
	40-60	17,5	14,1	12,8			
	60-80	21,3	20,8	21,3			
	80-100	24,0	23,2	23,5			
	0-100	17,1	16,2	15,9			
		13/VI	10/VII	2/VIII	26/VIII		
2	0-20	12,9	11,9	13,6	13,7		
	20-40	16,1	17,4	17,8	17,0		
	40-60	17,6	20,3	21,7	20,5		
	60-80	19,7	22,6	22,3	23,2		
	80-100	23,3	23,1	24,4	24,8		
	0-100	17,9	19,1	20,0	19,8		
		10/VI	4/VII	23/VII	10/VIII	26/VIII	
3	0-20	13,7	13,4	15,4	15,8	15,2	
	20-40	17,2	18,9	18,3	18,7	17,3	
	40-60	18,1	22,2	21,2	20,4	20,7	
	60-80	20,3	23,7	23,8	22,1	22,5	
	80-100	23,9	23,5	24,1	23,9	23,4	
	0-100	18,6	20,3	20,6	20,2	19,8	
		3/VI	24/VI	11/VII	27/VII	10/VIII	26/VI II
4	0-20	15,1	15,6	16,7	16,9	17,4	17,5
	20-40	18,3	19,1	20,4	20,1	19,6	20,5
	40-60	21,2	22,3	21,7	22,0	23,7	22,2
	60-80	23,3	23,8	24,4	25,3	24,5	26,1
	80-100	24,6	24,9	24,9	24,8	24,6	26,9
	0-100	20,5	21,1	21,6	21,8	22,0	22,6

Предполивная влажность почвы, третий г.

Третий опыт (грунтовые воды на глубине 1,3-1,7 м)

№ вариантов	Горизонты почвы, см	Влажность в процентах от массы сухой почвы			
		11/VII			
1	0-20	10,4			
	20-40	14,0			
	40-60	15,6			
	60-80	16,6			
	80-100	22,2			
	0-100	15,8			
		25/VI	27/VII		
2	0-20	11,3	10,0		
	20-40	15,7	14,8		
	40-60	18,2	16,5		
	60-80	20,4	18,7		
	80-100	23,6	20,3		
	0-100	17,8	16,1		
		16/VI	11/VII	10/VIII	
3	0-20	11,7	14,1	15,8	
	20-40	18,1	19,8	18,1	
	40-60	19,2	22,8	20,5	
	60-80	22,7	23,9	21,9	
	80-100	23,8	24,0	23,9	
	0-100	19,1	20,9	20,0	
		13/VI	10/VII	2/VIII	26/VIII
4	0-20	13,1	15,2	16,1	17,2
	20-40	19,4	20,5	20,8	21,0
	40-60	22,6	23,8	22,7	22,3
	60-80	23,7	24,9	23,8	23,4
	80-100	23,6	24,7	24,0	24,5
	0-100	20,5	21,8	21,5	21,7

Динамика солесодержания по горизонтам почвы, в % от массы сухой почвы

1-й опыт

Горизонты почвы, см	Второй г.				Третий г.			
	Плотный остаток		Хлор-ион		Плотный остаток		Хлор-ион	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	Схема поливов 1-3-0							
0-20	0,188	0,256	0,013	0,028	0,222	0,230	0,013	0,029
20-40	0,234	0,420	0,017	0,031	0,224	0,444	0,019	0,034
40-60	0,378	1,092	0,019	0,043	0,362	1,168	0,019	0,041
60-80	0,422	1,166	0,020	0,052	0,492	1,270	0,023	0,047
80-100	1,286	1,248	0,023	0,054	1,284	1,276	0,023	0,053
	Схема поливов 1-4-0							
0-20	0,214	0,271	0,013	0,026	0,236	0,282	0,016	0,027
20-40	0,310	0,476	0,017	0,030	0,374	0,494	0,018	0,031
40-60	0,388	0,792	0,019	0,043	0,400	0,812	0,021	0,038
60-80	0,536	0,132	0,021	0,046	0,590	1,238	0,026	0,048
80-100	1,292	1,254	0,021	0,054	1,248	1,352	0,026	0,053
	Схема поливов 2-4-0							
0-20	0,192	0,296	0,012	0,029	0,196	0,278	0,013	0,027
20-40	0,258	0,424	0,015	0,029	0,318	0,398	0,017	0,030
40-60	0,398	0,506	0,017	0,031	0,432	0,474	0,021	0,036
60-80	0,636	1,300	0,021	0,041	0,660	1,202	0,023	0,037
80-100	1,264	1,320	0,021	0,041	1,284	1,298	0,023	0,041

Динамика солесодержания по горизонтам почвы, в % от массы сухой почвы

1-й опыт

Горизонты почвы, см	Второй г.				Третий г.			
	HCO ₃		SO ₄		HCO ₃		SO ₄	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	Схема поливов 1-3-0							
0-20	0,040	0,028	0,071	0,092	0,039	0,030	0,067	0,130
20-40	0,029	0,024	0,115	0,188	0,029	0,026	0,150	0,245
40-60	0,027	0,018	0,172	0,596	0,025	0,021	0,186	0,650
60-80	0,026	0,017	0,228	0,642	0,023	0,019	0,226	0,707
80-100	0,017	0,017	0,704	0,757	0,019	0,018	0,682	0,771
	Схема поливов 1-4-0							
0-20	0,040	0,025	0,077	0,127	0,041	0,026	0,068	0,144
20-40	0,039	0,023	0,167	0,271	0,037	0,024	0,188	0,271
40-60	0,032	0,020	0,222	0,358	0,032	0,020	0,241	0,376
60-80	0,026	0,019	0,303	0,659	0,027	0,018	0,357	0,652
80-100	0,018	0,018	0,736	0,766	0,018	0,018	0,728	0,738
	Схема поливов 2-4-0							
0-20	0,040	0,030	0,082	0,139	0,040	0,026	0,076	0,157
20-40	0,035	0,024	0,188	0,215	0,037	0,023	0,167	0,199
40-60	0,029	0,022	0,241	0,252	0,028	0,022	0,217	0,237
60-80	0,026	0,018	0,372	0,769	0,026	0,018	0,395	0,780
80-100	0,020	0,017	0,774	0,778	0,019	0,018	0,754	0,782

Динамика солесодержания по горизонтам почвы, в % от массы сухой почвы

1-й опыт

Горизонты почвы, см	второй г.				третий г.			
	Ca		Mg		Ca		Mg	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	Схема поливов 1-3-0							
0-20	0,025	0,034	0,007	0,016	0,026	0,024	0,011	0,019
20-40	0,038	0,062	0,011	0,020	0,038	0,092	0,015	0,023
40-60	0,076	0,134	0,013	0,023	0,068	0,130	0,017	0,024
60-80	0,118	0,254	0,019	0,025	0,120	0,270	0,017	0,026
80-100	0,280	0,280	0,019	0,025	0,286	0,268	0,017	0,029
	Схема поливов 1-4-0							
0-20	0,026	0,040	0,007	0,014	0,024	0,046	0,011	0,018
20-40	0,032	0,094	0,011	0,018	0,038	0,080	0,015	0,021
40-60	0,074	0,156	0,013	0,023	0,066	0,172	0,017	0,023
60-80	0,148	0,272	0,017	0,024	0,144	0,274	0,017	0,024
80-100	0,239	0,282	0,017	0,026	0,257	0,282	0,019	0,029
	Схема поливов 2-4-0							
0-20	0,028	0,032	0,009	0,013	0,026	0,036	0,011	0,016
20-40	0,044	0,084	0,011	0,017	0,048	0,076	0,013	0,017
40-60	0,081	0,164	0,012	0,019	0,074	0,114	0,016	0,024
60-80	0,122	0,276	0,015	0,021	0,126	0,272	0,018	0,026
80-100	0,274	0,278	0,017	0,022	0,278	0,270	0,017	0,028

Динамика солесодержания по горизонтам почвы, в % от массы сухой почвы

2-й опыт

Горизонты почвы, см	второй г.				третий г.			
	Плотный остаток		Хлор-ион		Плотный остаток		Хлор-ион	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	Схема поливов 1-2-0							
0-20	0,174	0,776	0,019	0,037	0,176	0,836	0,017	0,038
20-40	0,204	0,910	0,020	0,039	0,198	0,784	0,019	0,039
40-60	0,364	1,246	0,021	0,042	0,366	1,262	0,022	0,047
60-80	1,298	1,254	0,026	0,049	1,168	1,214	0,027	0,048
80-100	1,294	1,264	0,027	0,054	1,258	1,242	0,027	0,053
	Схема поливов 1-3-0							
0-20	0,210	0,382	0,017	0,036	0,206	0,404	0,016	0,036
20-40	0,296	0,610	0,016	0,038	0,254	0,764	0,017	0,042
40-60	0,386	1,048	0,022	0,047	0,378	0,824	0,019	0,046
60-80	0,932	1,258	0,027	0,046	1,060	1,246	0,026	0,048
80-100	1,242	1,224	0,027	0,049	1,276	1,248	0,028	0,047
	Схема поливов 1-4-0							
0-20	0,200	0,212	0,017	0,033	0,192	0,284	0,016	0,033
20-40	0,258	0,366	0,018	0,038	0,358	0,478	0,020	0,037
40-60	0,626	1,180	0,022	0,041	0,512	1,144	0,021	0,042
60-80	1,154	1,184	0,026	0,043	1,226	1,268	0,027	0,045
80-100	1,246	1,360	0,027	0,043	1,224	1,226	0,029	0,46
	Схема поливов 2-4-0							
0-20	0,286	0,310	0,017	0,037	0,196	0,218	0,015	0,039
20-40	0,338	0,560	0,023	0,031	0,238	0,216	0,021	0,033
40-60	0,498	0,640	0,024	0,040	0,606	1,360	0,025	0,081
60-80	1,214	1,286	0,029	0,040	1,280	1,224	0,027	0,031
80-100	1,230	1,280	0,029	0,044	1,260	1,228	0,027	0,034

Динамика солесодержания по горизонтам почвы, в % от массы сухой почвы

2-й опыт

Горизонты почвы, см	Второй г.				Третий г.			
	HCO ₃		SO ₄		HCO ₃		SO ₄	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	Схема поливов 1-2-0							
0-20	0,032	0,028	0,065	0,461	0,032	0,024	0,076	0,488
20-40	0,029	0,024	0,076	0,568	0,028	0,021	0,087	0,402
40-60	0,026	0,019	0,200	0,773	0,024	0,017	0,205	0,753
60-80	0,018	0,019	0,740	0,768	0,017	0,018	0,736	0,753
80-100	0,017	0,022	0,746	0,758	0,017	0,017	0,773	0,777
	Схема поливов 1-3-0							
0-20	0,034	0,031	0,093	0,180	0,033	0,023	0,098	0,227
20-40	0,026	0,026	0,157	0,341	0,027	0,017	0,136	0,465
40-60	0,019	0,019	0,206	0,605	0,020	0,017	0,196	0,489
60-80	0,019	0,017	0,585	0,771	0,021	0,017	0,676	0,768
80-100	0,018	0,014	0,710	0,782	0,017	0,015	0,728	0,782
	Схема поливов 1-4-0							
0-20	0,035	0,032	0,077	0,076	0,038	0,032	0,076	0,105
20-40	0,035	0,024	0,105	0,187	0,028	0,022	0,160	0,278
40-60	0,029	0,020	0,374	0,703	0,023	0,021	0,257	0,693
60-80	0,023	0,018	0,745	0,753	0,019	0,016	0,731	0,783
80-100	0,021	0,017	0,792	0,814	0,019	0,018	0,732	0,782
	Схема поливов 2-4-0							
0-20	0,038	0,032	0,142	0,146	0,034	0,028	0,068	0,073
20-40	0,027	0,022	0,166	0,304	0,034	0,027	0,101	0,077
40-60	0,026	0,021	0,275	0,387	0,027	0,022	0,373	0,814
60-80	0,021	0,019	0,686	0,771	0,023	0,018	0,754	0,768
80-100	0,019	0,018	0,726	0,773	0,019	0,018	0,742	0,754

Динамика солесодержания по горизонтам почвы, в % от массы сухой почвы

2-й опыт

Горизонты почвы, см	Второй г.				Третий г.			
	Са		Mg		Са		Mg	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	Схема поливов 1-2-0							
0-20	0,024	0,150	0,011	0,015	0,014	0,196	0,010	0,017
20-40	0,026	0,203	0,014	0,017	0,018	0,178	0,012	0,019
40-60	0,050	0,290	0,016	0,020	0,050	0,270	0,015	0,021
60-80	0,238	0,280	0,017	0,020	0,248	0,274	0,017	0,021
80-100	0,274	0,278	0,017	0,022	0,280	0,286	0,018	0,023
	Схема поливов 1-3-0							
0-20	0,020	0,044	0,010	0,016	0,022	0,058	0,011	0,019
20-40	0,024	0,104	0,015	0,018	0,024	0,126	0,012	0,021
40-60	0,074	0,210	0,017	0,021	0,076	0,138	0,017	0,022
60-80	0,186	0,282	0,018	0,021	0,184	0,272	0,016	0,024
80-100	0,268	0,272	0,019	0,022	0,276	0,262	0,017	0,023
	Схема поливов 1-4-0							
0-20	0,022	0,026	0,007	0,018	0,020	0,028	0,011	0,019
20-40	0,038	0,046	0,011	0,019	0,068	0,078	0,011	0,019
40-60	0,100	0,242	0,017	0,023	0,102	0,204	0,016	0,023
60-80	0,246	0,242	0,017	0,024	0,276	0,278	0,018	0,024
80-100	0,272	0,276	0,017	0,024	0,214	0,236	0,018	0,029
	Схема поливов 2-4-0							
0-20	0,022	0,032	0,009	0,018	0,022	0,020	0,011	0,017
20-40	0,070	0,104	0,011	0,020	0,018	0,020	0,015	0,020
40-60	0,094	0,114	0,013	0,021	0,106	0,278	0,019	0,025
60-80	0,274	0,282	0,018	0,022	0,248	0,274	0,017	0,026
80-100	0,256	0,272	0,017	0,026	0,240	0,274	0,018	0,028

Динамика солесодержания по горизонтам почвы, в % от массы сухой почвы

3-й опыт

Горизонты почвы, см	второй г.				третий г.			
	Плотный остаток		Хлор-ион		Плотный остаток		Хлор-ион	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	Схема поливов 0-1-0							
0-20	0,182	1,232	0,029	0,048	0,188	0,706	0,028	0,047
20-40	0,194	1,252	0,029	0,058	0,330	1,292	0,029	0,056
40-60	1,280	1,318	0,031	0,067	0,598	1,350	0,032	0,064
60-80	1,282	1,398	0,036	0,063	0,772	1,350	0,034	0,068
80-100	1,240	1,338	0,036	0,068	1,256	1,326	0,036	0,068
	Схема поливов 1-1-0							
0-20	0,214	0,628	0,025	0,058	0,224	1,298	0,027	0,048
20-40	0,264	1,254	0,023	0,056	0,422	1,240	0,031	0,058
40-60	0,822	1,360	0,036	0,052	1,232	1,278	0,033	0,062
60-80	1,076	1,396	0,029	0,057	1,226	1,350	0,038	0,062
80-100	1,320	1,332	0,034	0,057	1,258	1,376	0,038	0,068
	Схема поливов 1-2-0							
0-20	0,220	0,830	0,026	0,046	0,252	0,734	0,027	0,050
20-40	0,308	1,374	0,027	0,058	0,438	1,190	0,031	0,054
40-60	1,162	1,364	0,032	0,057	0,462	1,262	0,033	0,057
60-80	1,140	1,384	0,037	0,061	1,326	1,346	0,037	0,063
80-100	1,200	1,340	0,035	0,063	1,224	1,368	0,038	0,066
	Схема поливов 1-3-0							
0-20	0,232	0,424	0,030	0,049	0,214	0,416	0,029	0,054
20-40	0,474	1,136	0,033	0,055	0,374	1,168	0,023	0,057
40-60	0,778	1,276	0,037	0,058	0,618	1,288	0,032	0,053
60-80	1,164	1,282	0,036	0,068	1,294	1,312	0,037	0,056
80-100	1,332	1,254	0,038	0,066	1,344	1,252	0,037	0,062

Динамика солесодержания по горизонтам почвы, в % от массы сухой почвы

3-й опыт

Горизонты почвы, см	второй г.				третий г.			
	HCO ₃		SO ₄		HCO ₃		SO ₄	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	Схема поливов 0-1-0							
0-20	0,037	0,026	0,067	0,802	0,037	0,021	0,059	0,471
20-40	0,034	0,022	0,073	0,738	0,029	0,021	0,177	0,815
40-60	0,018	0,024	0,780	0,795	0,024	0,018	0,372	0,823
60-80	0,018	0,018	0,756	0,856	0,021	0,021	0,433	0,850
80-100	0,019	0,018	0,726	0,850	0,017	0,021	0,770	0,787
	Схема поливов 1-1-0							
0-20	0,037	0,027	0,081	0,382	0,032	0,022	0,099	0,771
20-40	0,038	0,024	0,129	0,714	0,027	0,022	0,103	0,782
40-60	0,023	0,022	0,527	0,809	0,018	0,027	0,743	0,798
60-80	0,019	0,021	0,682	0,823	0,015	0,021	0,763	0,870
80-100	0,017	0,018	0,819	0,799	0,017	0,018	0,754	0,790
	Схема поливов 1-2-0							
0-20	0,030	0,017	0,103	0,304	0,028	0,021	0,116	0,316
20-40	0,029	0,018	0,160	0,711	0,039	0,023	0,285	0,693
40-60	0,016	0,015	0,670	0,777	0,023	0,011	0,266	0,778
60-80	0,017	0,015	0,674	0,799	0,018	0,011	0,769	0,800
80-100	0,016	0,012	0,818	0,791	0,017	0,012	0,732	0,786
	Схема поливов 1-3-0							
0-20	0,034	0,029	0,118	0,225	0,038	0,033	0,068	0,234
20-40	0,026	0,019	0,262	0,750	0,037	0,028	0,188	0,740
40-60	0,024	0,017	0,387	0,786	0,030	0,021	0,299	0,767
60-80	0,018	0,018	0,714	0,975	0,018	0,021	0,814	0,777
80-100	0,017	0,018	0,786	0,661	0,018	0,018	0,828	0,742

Динамика солесодержания по горизонтам почвы, в % от массы сухой почвы

3-й опыт

Горизонты почвы, см	второй г.				третий г.			
	Са		Mg		Са		Mg	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	Схема поливов 0-1-0							
0-20	0,020	0,254	0,015	0,028	0,020	0,132	0,017	0,028
20-40	0,018	0,244	0,026	0,029	0,036	0,280	0,017	0,031
40-60	0,234	0,262	0,018	0,027	0,116	0,270	0,018	0,027
60-80	0,270	0,266	0,019	0,021	0,148	0,268	0,021	0,023
80-100	0,272	0,258	0,019	0,029	0,278	0,300	0,021	0,031
	Схема поливов 1-1-0							
0-20	0,018	0,106	0,016	0,027	0,020	0,150	0,015	0,027
20-40	0,020	0,246	0,018	0,033	0,022	0,242	0,017	0,029
40-60	0,150	0,284	0,019	0,029	0,260	0,276	0,017	0,027
60-80	0,214	0,280	0,021	0,024	0,254	0,258	0,019	0,023
80-100	0,280	0,276	0,021	0,029	0,250	0,264	0,020	0,029
	Схема поливов 1-2-0							
0-20	0,014	0,226	0,015	0,024	0,042	0,282	0,017	0,027
20-40	0,030	0,288	0,017	0,025	0,020	0,180	0,019	0,027
40-60	0,226	0,298	0,019	0,022	0,068	0,262	0,021	0,028
60-80	0,238	0,286	0,019	0,021	0,276	0,286	0,021	0,025
80-100	0,278	0,284	0,020	0,37	0,284	0,282	0,023	0,029
	Схема поливов 1-3-0							
0-20	0,028	0,058	0,015	0,021	0,016	0,046	0,013	0,025
20-40	0,053	0,266	0,018	0,027	0,036	0,202	0,017	0,028
40-60	0,162	0,278	0,017	0,031	0,144	0,280	0,019	0,032
60-80	0,246	0,270	0,019	0,026	0,248	0,278	0,019	0,028
80-100	0,280	0,232	0,021	0,028	0,278	0,278	0,020	0,29