

✓
Государственный концерн по водохозяйственному строительству
"ВОДСТРОЙ"

Научно-производственное объединение САНИАРИ
СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ
им.В.Д.ЖУРИНА

На правах рукописи

ТУРАБЕКОВ БАЗАР

УДК 631.619:631.445.52/.53(575.1)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ СИЛЬНОЗАСЛЕННЫХ
ГИПСОСОСНЫХ ПОЧВ ДЖИЗАКСКОЙ СТЕПИ

06.01.02 - Мелиорация и орошаемое земледелие

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ташкент - 1990

Работа выполнена в научно-производственном объединении Среднеазиатский научно-исследовательский институт ирригации имени В.Д.Журина (НПО САНИИРИ).

Научные руководители:

кандидат технических наук В.А.Духовный,

кандидат химических наук Б.Г.Остробрэд.

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор Беспалов Н.Ф.,

доктор сельскохозяйственных наук Рамазанов А.

Ведущее предприятие: ПСМО "Джизактелстрой" Госкомводстроя УзССР.

Защита диссертации состоится "27" декабря 1990 г. в 14 час. на специализированном Совете К.099.02.02 при Среднеазиатском научно-исследовательском институте ирригации им.В.Д.Журина НПО САНИИРИ по адресу: 700187, Ташкент, Карасу-4, д.ср II, НПО САНИИРИ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НПО САНИИРИ.

Ученый секретарь
специализированного Совета,
к.т.б.

Горошков Н.И.

*Жағдар Эманбердиевтің
журналы ба 27-ші номер
бизнес-авторға.*

6.12.90г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Одним из интересных и перспективных объектов в настоящее время является Джизакская степь, занимающая площадь около 300 тыс.га. Здесь более 60% земель предтавлены засоленными гипсоносными почвами с крайне неблагоприятными почвенно-мелиоративными условиями.

В настоящее время эти земли широко вовлекаются под орошаемое земледелие. Однако, при проектировании и освоении продолжают допускаться просчеты, в связи с чем возникают определенные трудности в достижении запроецированной производительности почв. С другой стороны, интенсификация сельского хозяйства Средней Азии происходит в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов в бассейнах рек Амударья и Сырдарья, в связи с чем здесь особенно остро стоит проблема их экономного и рационального использования.

Именно поэтому целью данной диссертационной работы явилась разработка системы освоения сильнозасоленных гипсоносных почв подгорной равнины Джизакской степи, учитывающей роль атмосферных осадков и исключающая проведение капитальных промывок грузными (25...35 тыс.м³/га) нормами. Эта система освоения осуществляется на фоне интенсивно действующей дренажной сети и включает в себя:

- проведение ежегодных профилактических промывок нормами не более 5 тыс.м³/га на фоне глубокого рыхления почв;
- возделывание в межпромывной период сельскохозяйств повышенной солеустойчивости, в т.ч. хлопчатника.

Внедрение данной системы в мелиоративную практику позволит резко сократить затраты воды на промывку, снизить стоимость работ и затраты труда, уменьшить степень неоднородности опреснения, предотвратить вымыв питательных веществ из почвы и обезструктурирование их при промывке, что, в свою очередь, приведет к более быстрому темпу роста продуктивности этих земель.

Объект исследования. Объектом исследования являются сильнозасоленные земли подгорных равнин Джизакской области. Ключевой опытно-производственный участок площадью 36 га был заложен на территории совхоза № 4-Д Зарбдарского района Джизакской области.

Задачи работы:

- установление основных почвенно-мелиоративных свойств сильнозасоленных гипсоносных почв подгорных равнин;

- выбор различных приемов освоения, которые усиливали бы самоопределение почв естественным и осадками;

- установление особенностей изменения водно-физических, химических и микроморфологических свойств почв при комплексной системе освоения;

- прогнозный расчет почвенной системы освоения гипсованных почв.

Научная новизна. Впервые разработана и внедрена комплексная система освоения сильновасоленных почв подгорных равнин Средней Азии (на примере Джизакской области), основанная на минимальном экологическом воздействии на осваиваемые территории. Разработан комплекс мелиоративных мероприятий, усиливающий процесс засоления в исследуемых почвах и ускоряющий ввод земель в сельскохозяйственный оборот.

Прктическая ценность и реализация работы. Разработанная комплексная система освоения сильновасоленных земель подгорных равнин без проведения капитальных промавок использована Главным Среднеазиатским управлением по ирригации и строительству оазисов при Министерстве мелиорации и водного хозяйства СССР (Главсрэдэзирсовхозстрой) и Госагропромом УзССР при составлении и корректировке проектов мелиорации сильновасоленных земель подгорных равнин Узбекистана.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались и обсуждались во Всесоюзной школе передовых опытов ММИХ СССР (Баку, 1978 г.), на II-ой Всесоюзной конференции по микроморфологии почв (Тарту, 1983 г.), на Всесоюзной научной конференции "Современные методы исследования почв" (Москва, 1983 г.), на Всесоюзной конференции "Почвы речных долин и дельт, их рациональное использование и охрана" (Москва, 1984 г.), на III Всесоюзном съезде почвоведов (Ташкент, 1985 г.), а также на расширенных заседаниях ученого совета секции мелиорации и водохозяйственных проблем САНИИР им. Б. Л. Мурина.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и выводов. Она включает 200 страниц машинописного текста, 36 рисунков и 48 таблиц. Список литературы насчитывает 98 работ.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

В первом разделе описываются природные условия объекта исследований - Джизакской степи, которая занимает южную подгорно-покатую равнину обширного межгорного Голодностепского понижения. Границами Джизакской степи являются: на юге - предгорья Туркестанского хребта; на севере - Южный Голодностепский канал имени А.А.Саркисова; на западе - склоны гор Койташ, Пистали-тау, Батликли-тау; на востоке - Ферганские ворота.

Климат - резкоконтинентальный, характеризующийся устойчиво высокими температурами летом и низкими зимой, малым количеством осадков и крайне неравномерным распределением их по временам года. Среднегодовая температура воздуха 14...15°C. Абсолютные минимумы 27...29°C ниже нуля отмечены в декабре-январе, абсолютные максимумы 45...46°C наблюдаются в течение июня-августа. Безморозный период составляет 210...228 дней, сумма температур за этот период варьирует от 4000 до 5000°C. Атмосферное увлажнение в пределах Джизакской степи неодинаково: среднегодовое количество осадков увеличивается с восток: на запад от 312 мм (ст. Урсатъевская) до 425 мм (ст. Джизак). Основная (70...80%) часть осадков выпадает в зимне-весенний период, 17...19% - осенью, летом осадки практически отсутствуют.

Разнообразен ветровой режим Джизакской степи, иногда скорость ветра может достигать 30...40 м/с, что часто сопровождается пыльными бурями. Согласно классификации климата по коэффициенту увлажнения Н.Н.Иванова ($K = \frac{\text{осадки}}{\text{испаряемость}}$) Джизакская степь относится к ландшафтно-климатической зоне скудного увлажнения - полупустыням.

Климатические условия Джизакской степи пригодны для эффективного возделывания среднеспелых сортов хлопчатника и других теплолюбивых культур.

Поверхность Джизакской степи сформировалась под влиянием тектонических денудационных и аккумулятивных процессов и представлена разновозрастными подгорными равнинами. Все это привело к образованию сложного современного рельефа степи в виде подгорных ступеней, террас, небольших рек и оазисов, конусов выноса и обусловило литологическую пестроту горизонтов с частой заменой древних сложенных молодыми с нередкой аккумуляцией в них солевых максимумов.

Питание грунтовых вод происходит за счет западного грунтового потока, поступающего со стороны Нуратинского хребта, и северного, идущего со стороны Туркестанского хребта. У подножия горных систем, где преобладают делювиально-прогвиальные отложения, минерализация кальциевых гидрокарбонатно-сульфатных грунтовых вод не превышает 0,6...0,85 г/л. На перифериях конусов выноса в зоне выклинивания грунтовых вод характер засоления меняется; минерализация хлоридно-сульфатно-натриевых грунтовых вод нередко достигает 40...60 г/л, что происходит в основном за счет интенсивных процессов испарения.

Многообразие факторов почвообразования определили широкую пестроту почвенного покрова Джизакской степи, на территории которой получили в основном распространение типичные и светлые сероземы, различающиеся по засолению и мелиоративным признакам. Так, Е.И. Панковой (1982) в этой зоне выделены 21 почвенно-литолого-геоморфологический район, сгруппированные в две высотные зоны. Особое внимание в этой главе уделено распространению, генезису и характеристике гипсоносных почв, получивших широкое распространение на территории Джизакской степи.

Теорией и практикой освоения гипсоносных почв занимались В.А. Ковда, В.В. Егоров, Н.Г. Минина, В.И. Пиркова, В.А. Молодцов, В.А. Духовный, Х.И. Якубов, А.Р. Рамазанов, Н.Ф. Верпаев, В.Г. Остроград, Т.Г. Решетов, В.Д. Лип и многие другие исследователи. Опыт освоения последних лет показывает, что разработанные и успешно применяемые системы мелиораций для обычно засоленных почв аллювиальных и лесостепных равнин малопригодны и малоэффективны для гипсоносных почв степной зоны Джизакской степи. Генезис засоленных гипсоносных почв обусловил их крайне неблагоприятные мелиоративные свойства: высокую плотность, низкую водопроницаемость и слабую продуктивную способность, которые зависят не столько от механического состава почв, сколько от ударий и метода обработки этих почв в подгортной части равнины, от форм кристаллов гипса, от глубины и мощности залегания гипсовых горизонтов.

Несмотря на сложность освоения и генетическую разнородность гипсоносных почв, связанную, в первую очередь, с условиями накопления гипса в почвах Джизакской степи, есть все основания считать, что эти почвы можно успешно осваивать под орошаемое земледелие, но при этом методы мелиорации, агротехники, внесения удобрений и режим орошения непременно должны учитывать их особенности.

Во втором разделе диссертации излагаются методы исследований и дается почвенно-аналитическая характеристика почв опытно-производственного участка. Выбранный объект исследования, расположенный в совхозе № 4-Д, представляет собой наиболее распространенный тип сочетания гидрогеологических, геоморфологических и почвенных условий Джизакской степи, при этом по характеру гипсовых горизонтов опытно-производственный участок (ОПУ) характеризуется наиболее тяжелыми природными условиями, что позволит с успехом использовать разработанный здесь комплекс мелиоративных мероприятий для всей остальной зоны Джизакской степи.

Тектоническое и морфологическое строение почвогрунтов, водно-физические свойства, количественный и качественный состав солей, содержание питательных элементов и гумуса определяли на ключевых почвенных разрезах. Водно-солевой режим почв ОПУ изучали методом регистрации процессов влаго- и солепереноса в закрепленных точках, равномерно расположенных по площади участка, с тем, чтобы отразить специфику водного и солевого режимов почвы в зависимости от произрастаемой культуры-освоителя, от применяемого комплекса агро-мелиоративных мероприятий и от расстояния до коллекторно-дренажной сети.

Химические анализы почв и грунтовых вод выполняли по общепринятой методике (Ариушкина, 1970), водно-физические свойства почв определяли согласно руководству А.Ф. Вадюхиной и Э.А. Корчагиной (1961).

Микроморфологические исследования и изучение вещественного состава компонентов почвенной массы проводили с помощью электронного растрового микроскопа (РЭМ) и рентгеновского микроанализатора по методике Г.В. Добровольского и С.А. Шобы (1978).

Прогнозные расчеты водно-солевого режима почвогрунтов в зависимости от применяемых мелиоративных приемов выполняли по программам, разработанным А. Рексом, Л. Никитичем и др. (ВНИИГиМ) и М.Б. Баклушиным, В.А. Духовным и др. (НПО САНИРИ) на ЭВМ ЕС-1035.

На территории ОПУ до освоения сформировались в основном сильнозасоленные гипсоносные сероземно-луговые почвы, представленные переэвапорированными супесчано-углинистыми разностями. Грунтовые воды залегали на глубине 2,8...3,5 м.

При длительном морфологическом изучении этих почв обнаружено, что во всей зоне аэрации распространен гипс, однако на глубине 48...95 см находится плотный горизонт максимального его скопления.

ления, в котором содержание гипса варьирует в пределах 38...53%.

Микроморфологические исследования почвенных шлифов показали, что слабая водопроницаемость этого горизонта обусловлена в основном наличием глинистой пленки, обволакивающей кристаллы гипса, затрудняющей доступ воды к их поверхности и, таким образом, способствующей их сохранности, а также кристаллизацией гипса в ходах, порах и пустотах почвы (ромбов пор).

Кроме этого, с помощью рентгеновского микроанализатора установлено, что образование гипса сопровождается активной окклюзией водорастворимых токсичных солей. В этот процесс также вовлекаются зерна кальцита, которые могут замещать кристаллы гипса. Происходит окислительное окисление почвенной массы, наиболее интенсивно выраженное в гипсовом горизонте. Все это приводит к образованию своеобразного "цемента", препятствующего передвижению почвенной влаги.

По характеру засоления почвы ОПУ характеризуются как сульфатные и относятся к сильнозасоленным.

Согласно исходной олевой съемке суммарное содержание токсичных солей варьирует в пределах 0,66...1,34%, а количество натрия и хлора — в пределах 3,45...17,59 мг-экв и 0,067...0,155% на 100 г почвы соответственно. В качестве расчетной опоры о обеспеченности 0,9 приняты следующие параметры засоления для олея 0...100 см: $\sum \text{т.с.} = 1,172\%$; $\text{Cl}^- = 0,128\%$ и $\text{Na}^+ = 0,313\%$. Для выборки $n = 270$ установлена тесная корреляционная связь ($r = 0,98$) между $\sum \text{т.с.} (\%)$ и ионом натрия (мг-экв) следующего вида:

$$\sum \text{т.с.} = 0,038 + 0,084 \cdot \text{Na}$$

Водно-физические свойства гипсоносных почв на ОПУ отличаются значительной пестротой в пространстве (табл. I).

Не смотря на сравнительно невысокие величины объемной массы горизонтов максимального окисления гипса (1,38...1,54 г/см³), порозность в этих горизонтах наименьшая (38,1...41,5%), что, в первую очередь, объясняется заполнением пор, трещин и пустот в почве растущими кристаллами гипса.

Плотное сложение, малая общая порозность, ромбов почвенных пор гипсом и максимальная концентрация солей в них обусловили низкую водопроницаемость гипсованных горизонтов: коэффициент впитывания в них варьирует в пределах 0,08...0,17 м/сут. В целом, водопроницаемость с поверхности почвы также низка и составляет 0,14...0,33 м/сут. Именно поэтому сарово-солончаковые гипсоносные

почвы трудно поддаются промывкам и освоению.

Т а б л и ц а I

Варьируемые	Удельная масса, г/см ³	Объемная масса, г/см ³	Порозность, % от объема		ППВ, % от объема	ММВ, % от объема
			общая	свободная		
X min	2,38	1,30	37,4	14,5	27,5	17,9
X max	2,60	1,66	47,6	25,3	36,7	22,7
0...100	2,41	1,41	44,9	23,1	32,3	20,6
100...200	2,55	1,56	38,2	18,3	28,5	20,5

Химический анализ гипсоносных почв и фенологические наблюдения за состоянием произрастающих культур указывают на их слабое плодородие. Одной из главных причин этого является присутствие гипса, повышающего на 1,5...2,0 атм осмотическое давление почвенного раствора, что влечет за собой снижение доступных для растений запасов влаги. Высокое содержание кальция нарушает сбалансированность питательных элементов в гипсованных почвах, способствуя уменьшению соотношения $\text{K} : \text{Ca}$ и $\text{Mg} : \text{Ca}$, а также связывает фосфаты в трикальций фосфат или гидроксиллаптит, переводя фосфор в недоступные для растений формы.

Малое содержание гумуса в пахотном горизонте ОПУ (0,5...0,7%, что вдвое ниже, чем в типичных серосях аридной зоны), слабая степень окультуренности, низкое содержание валовых (0,021...0,069%) и подвижных (1,82...7,17 мг/кг $\text{N} - \text{NO}_3$ и 1,34...5,33 мг/кг $\text{N} - \text{NH}_3$) форм азота, незначительное количество подвижных форм фосфора (13,9...18,6 мг/кг P_2O_5) указывают на низкую обеспеченность почв элементами питания, что требует применения повышенных доз органических и минеральных удобрений.

Учитывая многие отрицательные последствия применения для опреснения сильнозасоленных почв грузных промывных норм (30...40 тыс. м³/га) и нарастание дефицита водных ресурсов в Среднеазиатском регионе, пристального внимания исследователей заслуживает возможность интенсивного использования атмосферных осадков. Впервые на возможность рассоления почв аридной зоны указал В.А.Ковда (1945). Обязательным условием эффективности опреснения он считал наличие естественной дренированности, либо автоморфного режима почв. В дальнейшем аналогичные исследования и наблюдения проводи-

ли В.М.Легостаев (1959) на ЦОМС СоюзНИИХИ и О.А.Грабовская (1961) в Вахшской долине. При этом отмечалось (Легостаев), что атмосферные осадки имеют подчиненное значение в деле опреснения засоленных почв, но, с другой стороны обращалось внимание (Грабовская) на то, что естественные факторы рассоления учитываются и используются не в полной мере. В.А.Духовный (1973) наблюдал опресняющее действие атмосферных осадков в совхозах им.Гагарина, "Фергана", им.Мицзурина и "Андижан" Голодной степи на фоне интенсивно работающей системы вертикального дренажа, когда уровень грунтовых вод был понижен с 2 до 4,2 м, а местами - до 6...7 м.

Выполненные нами теоретические расчеты, в основу которых была положена математическая модель солонпереноса при дробных промывках (Рамазанов, Якубов, Курбанбаев, 1978), показали, что на фоне хорошо работающей дренажной системы атмосферные осадки (> 300 мм/год) оказывают заметное влияние на рассоление почв. Согласно расчетам сильнозасоленные (0,29% СР и 1,41% Σ Т.С.) почвы в течение четырех лет (сумма осадков 1152 мм) перейдут в категорию среднего засоления (0,034% СР и 0,36% Σ Т.С.).

Таким образом, целесообразно за 2...3 года до начала освоения сильнозасоленных почв построить эффективную в данных гидрогеологических условиях систему дренажа, которая понизит грунтовые воды до 3,5...4,0 м, что приведет к возникновению рассоляющего процесса в верхних горизонтах почв. Дальнейшее опреснение почвогрунтов следует осуществлять на фоне возделывания культур-освоителей при промывном режиме орошения и при глубокой мелиоративной обработке почвы.

Поступающие в почву атмосферные осадки расходятся на испарение, восполнение почвенной влаги до полевой влагоемкости и инфильтрацию вниз по почвенному профилю, которая непосредственно участвует в выщелачивании вредных солей. В целом превышение суммарного испарения над осадками составило:

Годы	1981	1982	1983	1984	1985
$\Sigma (V_i - O_c)$	607,7	511,3	746,6	537,3	670,1

Однако, в осенне-зимне-весенний периоды количество атмосферных осадков превышает величину испарения. При этом количество инфильтрующейся влаги, участвующее в выносе токсичных солей варьирует в пределах 0...31,4% от сумм осадков (табл.2).

Таблица 2
Распределение атмосферных осадков

Период наблюдений	Атмосферные осадки, м ³ /га				
	всего	на просачивание	на восполнение почвенной влаги до ПВ	на инфильтрацию	
м ³ /га				% к Ос	
1981...1982	3736	2351	1290	1061	28,4
1982...1983	2908	960	960	0	0,0
1983...1984	3304	2292	1430	862	26,1
1984...1985	4288	2918	1570	1348	31,4
Среднее	3559	2130	1312	818	23,0

Указанного в табл.2 среднегодового количества осадков, прошедших на инфильтрацию, явно недостаточно для радикального опреснения почв.

Для усиления эффективности атмосферных осадков, а также для разрушения плотных гипсоносных слоев, лимитирующих фильтрацию воды, на ОПУ было проведено глубокое (60...80 см) мелиоративное рыление. Кроме того, в целях усиления рассоляющего эффекта атмосферных осадков проводили ежегодные профилактические промывные поливы нормой 4,5...5,0 тыс.м³/га, которые на фоне хорошо функционирующей дренажной системы должны вместе с просачивающимися осадками участвовать не только в восполнении запасов почвенной влаги до ПВ, но и обеспечить непрерывный инфильтрующийся поток воды, осуществляющий выщелачивание и вынос вредных солей из зоны аэрации ОПУ.

Учитывая вышеизложенное, на ОПУ был проведен полевой опыт со следующими вариантами:

- В-1 - рассоление почв по фону пахсы на глубину 30...35 см под действием атмосферных осадков;
 - В-2 - то же, по фону глубокого рыления;
 - В-3 - рассоление почв по фону пахоты под действием атмосферных осадков и ежегодных промывок нормой 4,5...5,0 тыс.м³/га;
 - В-4 - то же по фону глубокого рыления.
- Опыт проводили в трехкратной повторности под культурой хлопчатника. Расположение вариантов двухполосное, площадь каждой де-

лянки - 0,5 га. Посев хлопчатника осуществляли по схеме 90x10x2. В третьем разделе диссертации излагаются результаты опытно-производственных исследований по эффективности мелиоративных мероприятий.

Предлагаемая система освоения засоленных гипсованных почв Джизакокой степи, в основу которой положен принцип экономии воды, возможна лишь на фоне четко работающей коллекторно-дренажной сети, отводящей солевой сток за пределы участка.

На ОПУ был построен закрытый горизонтальный дренаж, состоящий из четырех гончарных дрен, заложённых по направлению естественного уклона местности с юга на север на глубину 3,5 м с междренным расстоянием 100 м. Наблюдения за режимом грунтовых вод и формированием притока их к дренам показывают, что как в период вегетации, так и в период проведения промывных поливов на междренях повсеместно преобладают фильтрационные токи (табл.3).

Таблица 3

Формирование дренажного модуля и вынос солей с дренажным стоком (НВ - межвегетационный период, В - вегетация)

Показатель	1982		1983 г.		1984 г.		1985
	НВ	В	НВ	В	НВ	В	НВ
Дренажный сток, м ³ /га	1688	1774	1400	1798	1631		
Модуль дренажного стока, л/с·га	0,092	0,134	0,077	0,136	0,089		
Минерализация дренажного стока, г/л	23,38	19,05	17,74	15,12	13,57		
Вынос токсичных солей с дренажным стоком, т/га	38,71	33,4	24,81	26,97	21,91		

Среднемесячные значения дренажного модуля варьируют в пределах 0,037...0,173 л/с·га и зависят от количества осадков и проводимых промывных и вегетационных поливов. В целом они соответствуют проектным значениям, что свидетельствует о нормальной работе дренажа.

По материалам полевых наблюдений составлены солевые балансы как для вегетации, так и для межвегетационных периодов, для чего, учитывая отсутствие поверхностного сброса, незначительные величины минерализации осадков и выноса солей с урожаем использовано упрощенное уравнение (Духовный и др., 1979):

$$\Delta S = O_p \cdot C_{op} - D \cdot C_{др} \pm \Delta$$

$$\Delta = (\Pi - O) \cdot C_{гр}$$

В целом с X.82 г. по X.85 г. на ОПУ поступило с оросительной водой ($O_p \cdot C_{op}$) 30,75 т/га солей, а вынесено с дренажным стоком ($D \cdot C_{др}$) 171,12 т/га солей. За этот период запасы солей в слое 0...3 м (ΔS) уменьшились на 142,11 т/га, а средневзвешенное их содержание в почвах ОПУ снизилось с 1,044% (X.1982) до 0,726% (X.1985) и составило 69,6% к исходному.

Таким образом, на фоне закрытого горизонтального дренажа, работоспособность которого соответствует проектным параметрам, на ОПУ сложился благоприятный отрицательный солевой баланс. Разница между приходными и расходными статьями Δ не превышает 3...5%.

Одним из наиболее эффективных приемов, стимулирующих процесс рассоления почвогрунтов при промывках, является глубокое рыхление. Рыхление на глубину ~ 60 см осуществляли рыхлителем РН-61, агрегатируемого с трактором класса тяг. 50...60 кН. Рыхление проводили в два следа: вдоль и поперек направления полива. После глубокого рыхления водно-физические свойства почв ОПУ существенно изменились в лучшую сторону; были разрушены плотные слабопроницаемые заглиссированные слои, которые лимитировали фильтрацию воды, улучшился воздушный и тепловой режим корневобитаемой зоны. Показатели объемной массы в слое 0...60 см уменьшились с 1,50 до 1,40 г/см³, а порозность увеличилась с 43,4 до 47,15% и объем. В горизонте максимального скопления гипса объемная масса снизилась на 6,9...9,2% и составила 1,39...1,48 г/см³, а порозность увеличилась до 43,8...47,0%, т.е. на 6,8...10,6% по сравнению с исходной.

Аналогичные благоприятные изменения обнаружены при микроморфологических исследованиях.

В зоне прохода рыхлителя отмечено интенсивное крошение сцементированной гипсом почвенной массы и локальные смещения материала, истирающего глинистые пленки на поверхности кристаллов гипса. В структуре порового пространства появляются крупные извилистые сквозные поры и трещины размером 0,1...0,5 мм.

В результате разрушения тромбов в виде солевых перемычек и мостиков многие ранее замкнутые поры становятся водопроводящими.

Разрыхление гипсового горизонта, снижение объемной массы и увеличение порозности способствовало росту водопроницаемости, ко-

торая увеличилась в 1,8...2,0 раза; с 5...8 до 9...14 мм/час.

Как показали дальнейшие исследования, эти изменения носят нестабильный характер. При подаче промывных и оросительных вод в результате механического воздействия со проходов техники протекает обратный процесс уплотнения почвогрунтов и цементации гипсового горизонта, а, следовательно, и снижение фильтрационных характеристик. При этом на 2...3 год отрицательные показатели, свойственные гипсоносным почвам, регенерируются на 70...90%. Поэтому рекомендуется в период освоения проводить глубокую мелиоративную обработку почвы каждые два года.

Улучшение водно-физических свойств почв при глубоком рыхлении создало благоприятные условия для выщелачивания солей. Так, коэффициент " α " в известной формуле В.Р.Волобуева (1959, 1983), рассчитанный по результатам опытных промывок снизился с 2,3 до 1,8. В то же время коэффициент промывного действия воды увеличился с 9,87 до 11,66 кг/м³.

В целом применения глубокого рыхления приводит к экономии промывной воды. Так, для опреснения почв ОПУ с обеспеченностью 0,9 (по расчетной эпюре $\Sigma_{т.с.} = 1,172\%$) до порога токсичности ($\Sigma_{т.с.} = 0,15\%$) потребуются на контроле ($\alpha_k = 2,3$) 20,5 тыс.м³/га промывной воды, тогда как по фону глубокого рыхления ($\alpha_p = 1,8$) - 16,1 тыс.м³/га, т.е. на 20...30% меньше.

Водный режим на ОПУ изучали на посевах хлопчатника, веничного сорго и подсолнечника. Имеющийся опыт освоения гипсоносных почв показывает, что наиболее благоприятный режим по снабжению растений водой складывается при увеличении числа поливов и уменьшении разовых поливных норм. Учитывая это, на посевах хлопчатника и веничного сорго за вегетацию проводили по 6 поливов общей оросительной нормой 6200...6400 и 5700...5900 м³/га соответственно, а при орошении подсолнечника - 5 поливов общей нормой 5100...5300 м³/га. При этом разовые оросительные нормы варьировали в зависимости от дефицита влаги в пределах 780...1200 м³/га.

Предложенный режим орошения позволил в течение всей вегетации поддерживать влажность в слое 0...50 см не ниже 60% от НВ, а в слое 0...100 см - не ниже 70% от НВ.

Характерной особенностью водного режима гипсоносных почв является то обстоятельство, что в течение всего вегетационного периода интенсивное расходование влаги происходит из верхнего 0...50 см горизонта, тогда как в слое 100...200 см влажность сохраняется

ется практически постоянной.

Причина этому заключается в наличии плотного слабодопроницаемого гипсированного горизонта, который не только препятствует проникновению влаги вниз по профилю, но и затрудняет выравнивание эпюры влажности в обратном направлении.

Большую роль на формирование водного режима оказывает глубина залегания уровня грунтовых вод (УГВ). Нами установлены корреляционные связи между УГВ и влажностью почвы (W) в слоях 0...100 и 0...200 см, которые описываются следующими уравнениями регрессии:

Слой	УГВ, м	Коэффициент корреляции,	Уравнение связи
0...100	2,2	0,96	$W = 36,33 - 7,9 \cdot \text{УГВ}$
0...100	2,2	0,94	$W = 43,61 - 11,26 \cdot \text{УГВ}$
100...200	0,3...3,0	0,92	$W = 42,14 - 8,15 \cdot \text{УГВ}$

Наблюдения за солевым режимом почв ОПУ показали, что то или иное сочетание мелиоративных приемов (глубокое рыхление и профилактическая промывка) вместе с опресняющим действием атмосферных осадков оказывают различное влияние на темпы и глубину рассоления гипсоносных почв. При этом темпы и динамика солевого режима по почвенному профилю определяются не атмосферными осадками, а, в первую очередь, проводимыми мелиорациями (табл.4).

Таблица 4

Рассоление почвогрунтов опытного участка

Соли	Вариант	1982 г.		1983 г.		1984 г.		1985 г.
		осень	весна	осень	весна	осень	весна	
I	2	3	4	5	6	7	8	
$\Sigma_{т.с.}, \%$	1	1,188	0,939	0,953	0,631	0,644	0,481	
	2	1,117	0,827	0,855	0,487	0,519	0,346	
	3	1,109	0,531	0,575	0,255	0,421	0,161	
	4	1,018	0,398	0,520	0,211	0,284	0,129	
СР, %	1	0,101	0,092	0,097	0,082	0,085	0,074	
	2	0,097	0,082	0,084	0,067	0,073	0,060	
	3	0,094	0,062	0,070	0,057	0,060	0,042	
	4	0,105	0,062	0,064	0,041	0,046	0,033	

Продолжение табл. 4

I	2	3	4	5	6	7	8
Na, мг-экв	1	9,10	8,29	8,74	7,30	7,75	6,67
	2	8,74	7,39	7,57	6,04	6,58	5,41
	3	8,47	5,59	6,31	5,14	5,41	3,79
	4	9,46	5,50	5,77	3,70	4,15	2,97

В первом варианте опыта (контроль), где изучалось рассоление почвогрунтов только под действием атмосферных осадков, основные изменения в лучшую сторону наблюдаются лишь в верхнем 0...50 см слое почвы. В этом варианте происходит в основном сезонное перераспределение солей. В межвегетационный период перемещаются вниз атмосферных осадков в условиях малого испарения перемещаются вниз по почвенному профилю и накапливаются в нижних горизонтах. Затем в вегетационный период вредные соли вновь подтягиваются к поверхности почвы. Так, в межвегетационный сезон 1982...1983 гг. количество токсичных солей в слое 0...50 см уменьшилось на 37% от исходного, тогда как в слое 100...200 см оно увеличилось на 13,3%.

В целом из двухметрового слоя почвогрунтов вынесено всего 5% солей к исходному количеству. Всего за трехлетний цикл наблюдений из слоя 0...200 см вынесено 44,7% вредных солей. Верхние 50 см почвы рассолились более, чем в 3 раза. Однако, оставшееся количество вредных солей почти в 2,5 раза превышает порог токсичности. Для метровой толщи превышено еще больше - 3,2 раза. Если говорить о наиболее токсичных ионах: хлоре и натрии, то их количество в вышеуказанных слоях превышает порог токсичности соответственно в 5,2 и 7,4 раза для хлор-иона и в 2,5 и 3,3 раза для натрия. Таким образом, говорить о коренном мелиоративном улучшении засоленных гипсоносных почв только под воздействием атмосферных осадков не приходится. Процесс этот идет очень медленно и по времени может быть растянут на 8...12 лет.

Во втором варианте опыта, где испытывали опресняющее действие осадков по фону глубокого рыхления, имеется определенный прогресс, что связано, в первую очередь, с улучшением водо-физических свойств почвогрунтов. В целом, в течение 3 лет из верхних 50 см почвы осадками вынесено 77,9% вредных солей, в том числе 54,3% наиболее токсичного хлор-иона. Процесс опреснения глубоко-рыхленых гипсоносных почв протекает в 1,5...2 раза интенсивнее, чем на контроле. Но и в этом варианте количество хлора и на-

трия в метровой толще превышает допустимые пороги токсичности в 2,3 и 6 раз соответственно. Таким образом, одного глубокого рыхления явно недостаточно для полного рассоления исследуемых почв.

Третий вариант опыта, где рассоление почв осуществляли с помощью атмосферных осадков и промывных поливов нормой 5 тыс.м³/га, по интенсивности выщелачивания вредных солей превосходит оба предыдущих. Так, уже в межвегетационный период 1982...1983 гг. суммарное количество вредных солей в слое 0...50 см уменьшилось до 24% от исходного. За пределы двухметровой толщи вынесено около 20% вредных солей, в том числе 16,2% хлор-иона. Процесс сезонной реставрации здесь также менее интенсивен, чем в предыдущих вариантах. В итоге трехлетнего цикла произошло существенное опреснение гипсоносных почв, которые из категории сильнозасоленных перешли в категорию слабого засоления как по сумме токсичных солей, так и по содержанию хлора и натрия.

И только в четвертом варианте опыта, где были совместно применены такие мелиоративные приемы как глубокое рыхление и ежегодная промывка нормой 5000 м³/га, к весне 1985 г. верхняя метровая почвенная толща практически полностью опреснилась. Количественное сравнение показателей третьего и четвертого вариантов позволяет сделать вывод, что глубокое рыхление интенсифицирует процесс промывки и позволяет при прочих равных условиях на 20...50% увеличить вынос вредных солей.

В целом, можно констатировать, что удовлетворительное опреснение засоленных гипсованных почв ОПУ, расположенного на периферии конуса выноса Джизакской степи, возможно только при проведении ежегодных промывных поливов нормой около 5 тыс.м³/га при обязательном глубоком рыхлении почвогрунтов на 60...80 см, повторяемом каждые 2...3 года.

Фенологические наблюдения показали, что рост, развитие и урожайность хлопчатника полностью соответствуют тем показателям рассоления почв, которые были достигнуты в каждом из вариантов опыта (табл.5). За все годы наблюдений отмечен рост урожайности хлопчатника по ряду В-4 > В-3 > В-2 > В-1 (контроль). С каждым годом за счет улучшения мелиоративного состояния и продолжающегося опреснения почв, которое наиболее быстрыми темпами идет в вариантах с промывкой и рыхлением, разница между повариантными показателями все возрастает.

В качестве других культур-освоителей, имеющих в сравнении с

Таблица 5
Урожайность хлопчатника на ОПУ

Вариант	1983 г.		1984 г.		1985 г.		Среднее	
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю
В-1 (контроль)	13,2	-	13,7	-	14,0	-	13,6	-
В-2	14,0	106,7	15,1	110,2	16,2	115,7	15,1	111,0
В-3	14,6	110,7	16,6	121,2	18,9	135,0	16,7	122,7
В-4	15,8	119,7	18,2	132,8	21,4	152,8	18,5	136,0

хлопчатником более высокую солеустойчивость, испытывали подсолнечник и веничное сорго. Эти культуры-освоители возделывали только по вариантам, соответствующим В-1 и В-2 для хлопчатника, поскольку средневегетационное засоление верхнего (0...60 см) слоя почв варьировало в пределах 0,03...0,06% г/г хлор-иону, что не оказало губительного токсического воздействия на возделываемые культуры. Эффект от проведения глубокого рыхления составил в переводе на рост урожайности культур-освоителей 3,6...12,2% для подсолнечника и 15,7...32,0% для веничного сорго (табл.6).

Таблица 6
Урожайность культур-освоителей на ОПУ

Культура, вид прорядки, вариант	1983 г.		1984 г.		1985 г.		1986 г.	
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю
Подсолнечник, семена								
В-1	12,7	-	14,8	-	16,6	-	14,7	-
В-2	14,2	111,8	16,6	112,2	17,2	103,6	16,0	108,8
Сорго, масса метелок-веников								
В-1	97,6	-	130,1	-	144,6	-	124,1	-
В-2	112,9	115,7	160,7	123,5	188,4	130,3	154,0	124,1
Сорго, зеленая масса								
В-1	188,8	-	228,9	-	230,3	-	216,0	-
В-2	249,3	132,0	292,2	127,6	301,5	130,8	281,0	130,1

Наблюдения за развитием корневой системы культур-освоителей показали, что основная масса корней на гипсоносных почвах сосредотачивается в горизонтах, разрыхленных при меллоративной обработке. За счет глубокого рыхления глубина проникновения корней хлопчатника достигает 1 м. Увеличивается также диаметр проекции корневых систем сорго и подсолнечника.

В четвертом разделе диссертации приводятся результаты прогнозного расчета системы освоения засоленных гипсоносных почв Джизакской степи.

Оптимального сочетания глубины рыхления и величины промывной нормы в предлагаемой системе освоения можно достичь проведением полевого эксперимента. Однако количество вариантов при этом настолько велико, что осуществление такого эксперимента вряд ли возможно и целесообразно. Поэтому нами была сделана попытка прогнозирования солевого режима почвогрунтов на базе модели влагопереноса, реализующая решение системы уравнений, описывающих движение влаги и солей в насыщенной и ненасыщенной зонах почвогрунтов.

В односторонней постановке согласно А.Рексу и Л.Якирвичу уравнения имеют следующий вид:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K(W) \frac{\partial H}{\partial x} \right] - \ell(W, x),$$

$$V = -K(W) \frac{\partial H}{\partial x},$$

$$\frac{\partial (Wc)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D^* \frac{\partial c}{\partial x} \right) - \frac{\partial (Vc)}{\partial x},$$

- где
- H - обобщенный потенциал почвенной влаги, м;
 - $P(W)$ - капиллярный потенциал;
 - X - вертикальная координата ($X=0$ на поверхности почв);
 - W - объемная влажность;
 - $K(W)$ - коэффициент влагопроводности;
 - $\ell(W, x)$ - функция отбора влаги корнями растений;
 - V - скорость влагопереноса, м/сут;
 - C - минерализация порового раствора, г/л;
 - D^* - коэффициент конвективной диффузии солей;
 - t - время, сут.

Вышеприведенные уравнения дополняются начальными условиями, задающими исходное распределение потенциалов влаги и концентрации солей в почвенном профиле. На верхней и нижней границах области

расчета ставятся крайние условия, задающие поток влаги и солей. Адаптацию модели осуществляли посредством подбора внутренних параметров по материалам полевых наблюдений за соевым режимом почвогрунтов и продолжали до тех пор, пока не получали высокую степень сходимости расчетных и фактических значений. После настройки модели производили повариантные расчеты, в которых на каждую глубину рыхления (без рыхления; 0,6; 0,8; 1,0 и 1,2 м) задавали промывные нормы от 1,0 до 5,0 тыс. м³/га (рис.1).

Результаты расчетов показали, что роль атмосферных осадков без проведения промывных поливов незначительна и приводит в основном к перераспределению солей из верхнего метрового слоя в нижележащие слои как без рыхления, так и при рыхлении. Наиболее значительные изменения солевого режима в сторону уменьшения запасов солей происходят при проведении промывных поливов разными нормами. При этом вынос солей увеличивается практически пропорционально величине промывной нормы. Роль рыхления при промывках заключается в более быстрых темпах выноса солей в первую очередь из верхней метровой толщи почвогрунтов зоны аэрации. Наибольший вынос солей при любой глубине рыхления достигается при нормах промывки 3,0 тыс. м³/га. С увеличением норм промывки более 3,0 тыс. м³/га вынос солей увеличивается незначительно и уже определяется глубиной рыхления.

Лучшие темпы выноса солей достигаются при глубине рыхления 0,8 м. Дальнейшее увеличение глубины рыхления до 1,0...1,2 м не обеспечивает существенного увеличения выноса солей.

Динамика внутригодового солевого режима, полученная на модели (рис.2), показывает, что основная реставрация засоления при принятом режиме орошения происходит в вегетационный период. Эта реставрация практически полностью исключается при рыхлении на глубину 0,6...0,8 м и при промывках нормой 3...4 тыс. м³/га, что хорошо согласуется с данными натуральных наблюдений.

Расчеты на последующие годы показали (рис.3), что на фоне глубокого рыхления и промывки нормами 3...4 тыс. м³/га продолжается опреснение как верхнего метра, так и всей трехметровой толщи почвогрунтов. Сопоставление эволюции солевого режима показывает, что выполнение указанных мелиоративных мероприятий при условии надежной работы дренажа обеспечивает благоприятное мелиоративное состояние земель на третий год освоения.

В пятом разделе диссертации выполнен расчет экономического

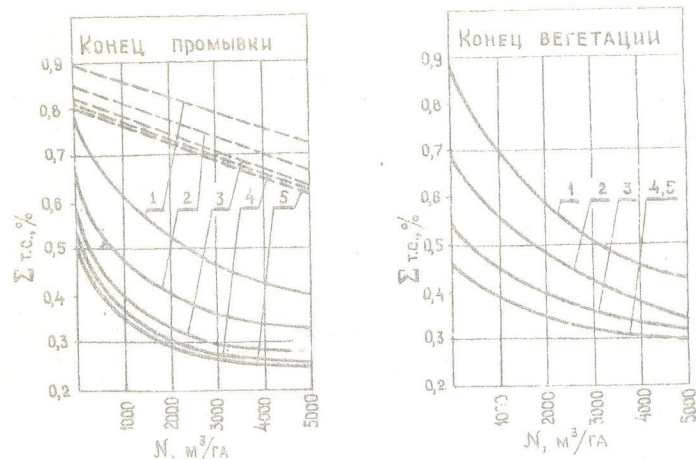


Рис. 1. Результаты расчета солевого режима почвогрунтов в зависимости от норм промывки и глубины рыхления: сплошные линии - слой 0...100 см; пунктирные линии - слой 0...300 см; 1 - без рыхления; 2 - рыхление на 0,6 м; 3 - 0,8 м; 4 - 1,0 м; 5 - 1,2 м; оросительная норма на хлопчатнике - 6140 м³/га, Ос = 3484 м³/га).

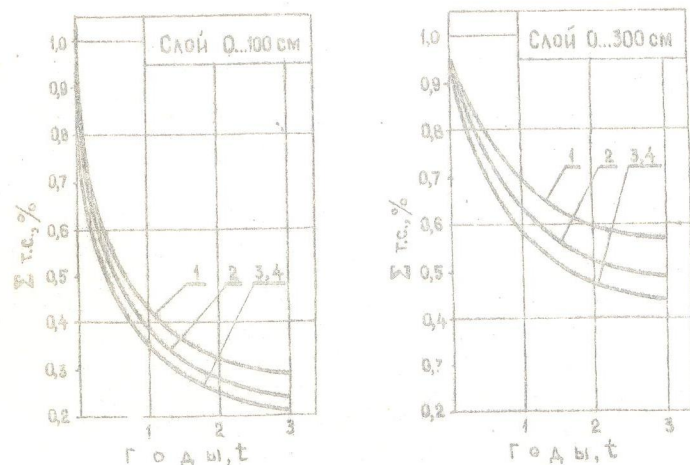
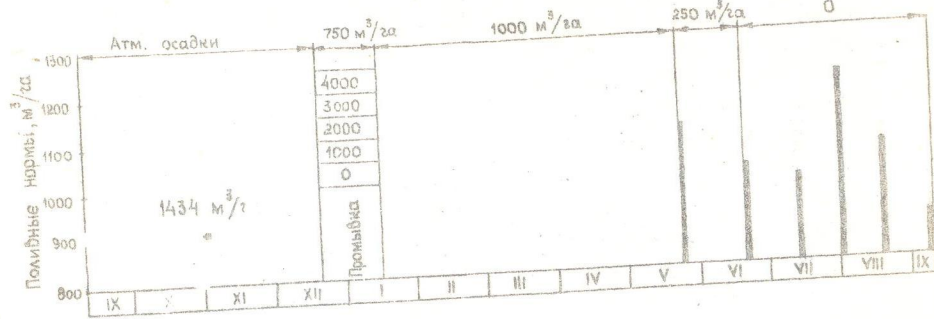


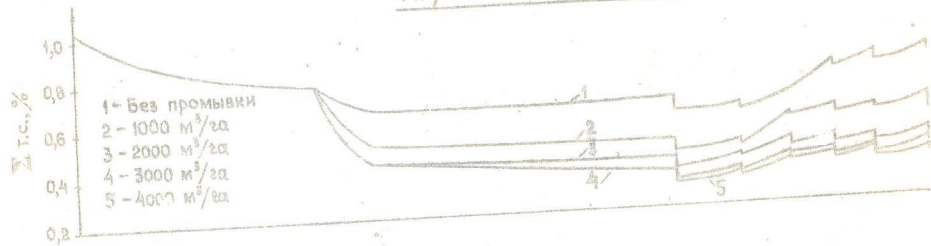
Рис. 3. Динамика засоления почвогрунтов на фоне промывки и рыхления на глубину 0,8 м (конец вегетации, 1 - ежегодная промывка нормой 1000 м³/га; 2 - 2000 м³/га; 3 - 3000 м³/га; 4 - 4000 м³/га).



Без рыхления



Глубина рыхления 0,8 м



Глубина рыхления 0,8 м



Рис. 2. Динамика солевого режима корнеобитаемого слоя при различных глубинах рыхления и нормах промывок

эффекта от применения предлагаемой системы освоения засоленных гипсовосных почв Джизакской степи. Конкретной формой проявления экономической эффективности являются повышение урожайности хлопчатника на 2...3 ц/га и экономия воды на промывку засоленных почв (около 1500 м³/га в год). Годовой экономический эффект составляет 237,7 руб/га, что подтверждается приложенным актом внедрения.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Установлена возможность освоения сероземно-луговых солончаковых гипсовосных почв Джизакской степи без проведения капитальной промывки в условиях обеспеченной нормы дренирования и естественных осадков в осенне-зимний период не ниже 320 мм.

2. Для усиления эффекта действия атмосферных осадков осенью необходимо после проведения глубокого рыхления (на 60...80 см) провести в декабре-январе промывные поливы нормами 4000-5000 м³/га. На фоне интенсивного дренирования за счет промывных поливов и атмосферных осадков получено удовлетворительное опреснение почв участка (0...100 см). Верхние горизонты почв за 3 года из категории сильнозасоленных (1,018% по сумме токсичных солей) перешли в категорию незасоленных (Σ т.с. = 0,129%).

3. С целью предотвращения достигнутого засоления и для дальнейшего опреснения почв участка необходимо в вегетационный период возделывать культуры-освоители (подсолнечник, сорго, хлопчатник). Категорически запрещается оставлять поле на переотой, так как это приводит к развитию вторичного засоления почв.

4. Выводы эффективный опреснительный режим орошения культур-освоителей при шести вегетационных поливах, проводимых при предположенной влажности 70% ПВВ, поливными нормами 750-1200 м³/га и общей оросительной норме 6200...6400 м³/га на хлопчатнике и сорго, 5100...5300 м³/га на подсолнечнике.

5. В результате проведения глубокого рыхления фильтрация почв участка возросла почти вдвое, увеличилась общая порозность верхних горизонтов, улучшилась аэрация. Все эти положительные явления способствовали лучшему произрастанию культур-освоителей и более интенсивному выщелачиванию солей из почв опытного участка.

Как показали микроморфологические исследования, глубокое рыхление почв приводит к смещению и перегруппировке почвенной массы, образованию устойчивых крупных пор и трещин, разрушению кристал-

лизационных мостиков и перемычек по крупным порам в гипсовом горизонте.

6. Для первого года освоения возможно получение урожая вегетируемых культур-освоителей хлопчатника - 15,8 ц/га, сорго - 249,3 ц/га зеленой массы, подсолнечника - 14,2 ц/га. На третий год освоения урожайность культур-освоителей составила 21,4 ц/га хлопка-сырца, 281 ц/га - зеленой массы сорго и 16 ц/га - семян подсолнечника. При этом за счет глубокого рыхления, глубина проникновения корней хлопчатника в первый год освоения достигла 1 м. Корневые системы улучшают водо-физические свойства почв и за счет своей жизнедеятельности повышают общее плодородие почв участка.

7. Рекомендуемый способ освоения гипсовых почв позволяет резко снизить затраты воды на промывку (около 1,5 тыс. м³/га в год), предотвратить вымыв питательных веществ из почвы и обесструктурирование верхних гумусовых горизонтов. Неоднократные, но небольшие нормы подачи воды после глубокого рыхления приводят не только к удалению водорастворимых солей из корнеобитаемого слоя, но и к частичному растворению кристаллов гипса, а также к сохранению гумусового горизонта. Это, в свою очередь, стимулирует более быстрые темпы окультуривания почв, удешевляет стоимость работ и снижает общие затраты труда.

8. Выполнен прогнозный расчет предложенной системы освоения засоленных гипсовых почв Джизакской степи. Показано, что при условии надежной работы дренажа благоприятное мелиоративное состояние земель при проведении промывных поливов нормой 4,0...5,0 тыс. м³/га по фону глубокого (0,6...0,8 м) рыхления и эффективного использования атмосферных осадков достигается на третий год освоения.

9. Экономическая эффективность предлагаемого метода складывается из экономии воды на промывку и получения дополнительной сельскохозяйственной продукции с общим экономическим эффектом от внедрения 237,7 руб/га.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Турабеков Б. Капитальная промывка засоленных земель в условиях Джизакской степи. Гидротехника и мелиорация, № 8, 1978. - С.
2. Лим В.Д., Турабеков Б.Т. Метод определения допустимого ирригационного смысла при поливе хлопчатника по бороздам на гипсовых

ных почвах подгорных долин. В кн.: Современные методы исследования почв. Изд-во МГУ, Москва, 1983. - С. 29-32.

3. Турабеков Б.Т., Лим В.Д., Ямнова И.А. Некоторые особенности микроморфологического строения гипсовых почв Джизакской степи и возможность их освоения. В кн.: Микроморфология генетическому и прикладному почвоведению. Тарту, 1983. - С. 41.

4. Ямнова И.А., Турабеков Б.Т., Лим В.Д. Микроморфология и профильное распределение гипсовых новообразований в сероземно-луговых почвах. В кн.: Микроморфология генетическому и прикладному почвоведению. Тарту, 1983. - С. 63.

5. Лим В.Д., Турабеков Б.Т. Особенности мелиорации дельтовых почв рек Санзар и Клы в Джизакской степи. В кн.: Почвы речных долин и дельт, их рациональное использование и охрана. Изд-во МГУ, Москва, 1984. - С. 100.

6. Духовный В.А., Турабеков Б.Т., Лим В.Д., Савельева Р. Естественное расселение земель подгорных равнин на фоне интенсивно действующего дренажа. "Хлопководство", № 2, 1984. - С. 29-32.

7. Савроброд В.Г., Турабеков Б.Т. Глубокое рыхление повышает эффективность промывки. Инф. листок НИИПТИ при Госплане УзССР, 1985.

8. Турабеков Б.Т., Лим В.Д., Шоба С.А., Ямнова И.А. Микроморфолого-аналитическая характеристика сероземно-луговых почв Джизакской степи как объект мелиоративного освоения. Тезисы докл. VI делегатского съезда Всес. общества почвоведов. Ташкент, т.4, 1985. - С.

9. Шоба С.А., Турабеков Б.Т., Лим В.Д., Ямнова И.А. Использование микроморфологического метода для характеристики засоленных почв Джизакской степи. В кн.: Методы изучения засоления почв. ВАСХНИЛ, 1987. - С.

Савельева