



На правах рукописи

**Попеко Владимир Михайлович**

**БНОМЕЛНОРАТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ И РЕЖИМ  
ОРОШЕНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ  
ПРИ БЛИЗКОМ ЗАЛЕГАНИИ ГРУНТОВЫХ ВОД  
В ЗАВОЛЖЬЕ**

06.01.02 – мелнорация, рекультивация и охрана земель

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов 2011

**9 ИЮН 2011**

Работа выполнена в Федеральном государственном научном учреждении «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации».

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ

**Туктаров Барн Искандярович**

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ,

**Денисов Евгений Петрович**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Чамышев Алексей Васильевич**

Ведущая организация: ФГНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока»

Защита состоится 23 июня 2011 года в 12.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.06 при Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная площадь, 1.

Автореферат разослан 23 мая 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



В.В. Афонин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Интенсивное развитие мелиорации в Саратовской области в 70–90-х гг. привело к ряду негативных проблем. На значительной части орошаемых земель произошло вторичное засоление и заболачивание почв, подъем уровня грунтовых вод и подтопление населенных пунктов. Наряду с этим снизились запасы гумуса и плодородие почв.

Эффективным направлением мелиорации почв и восстановления их плодородия является применение биологического метода, предусматривающего фитомелиорацию, которая наряду с другими приемами способствует повышению агропроизводительной способности орошаемых почв. Поддержание на должном уровне и улучшение условий природной среды на орошаемых землях возможно также благодаря широкому применению экологически обоснованных режимов орошения сельскохозяйственных культур.

**Цель и задачи исследований.** Цель исследований – улучшение мелиоративного состояния и повышение плодородия староорошаемых темно-каштановых почв в условиях близкого залегания грунтовых вод путем подбора высокопродуктивного состава многолетних трав в севооборотах и разработки ресурсосберегающего режима орошения их в сухостепной зоне Саратовского Заволжья.

Программой исследований предусматривалось решение следующих задач:

1. Подобрать высокопродуктивный состав многолетних трав, определить их урожайность и качество продукции.
2. Определить биомелиоративное действие многолетних трав на староорошаемые темно-каштановые почвы в условиях близкого залегания грунтовых вод.
3. Разработать экологически безопасный режим орошения многолетних трав в орошаемых севооборотах в условиях неблагоприятного мелиоративного состояния староорошаемых земель.
4. Показать особенности роста и развития многолетних трав в условиях различного уровня залегания грунтовых вод и режимов орошения.

5. Изучить влияние бобовых и бобово-злаковых многолетних трав на сработку уровня близлежащих грунтовых вод и рассоление почв, улучшение плодородия и мелиоративного состояния староорошаемых темно-каштановых почв.

6. Дать агроэнергетическую и экономическую оценку возделывания бобовых и бобово-злаковых многолетних трав в условиях близкого залегания грунтовых вод и использования ресурсосберегающего режима орошения.

**Научная новизна.** На староорошаемых землях сухостепной зоны Заволжья в условиях различного уровня залегания грунтовых вод проведен подбор видового состава многолетних трав, возделываемых в севооборотах в качестве фитомелиорантов почв, определено их биомелиоративное действие при использовании экологически обоснованного ресурсосберегающего режима орошения, что обеспечивает снижение уровня грунтовых вод и рассоление почв, получение высоких урожаев зеленой массы, экономию и рациональное использование оросительной воды, повышение содержания гумуса, улучшение плодородия и мелиоративного состояния почв. Дана экономическая, экологическая и агроэнергетическая оценка режимов орошения и биомелиоративного действия многолетних трав различного видового состава на староорошаемые земли.

**Практическая значимость работы.** Предложен производству комплекс мер по подбору высокопродуктивного состава многолетних трав при возделывании в севообороте и применению ресурсосберегающего режима орошения в условиях близкого залегания грунтовых вод, что позволяет снизить уровень грунтовых вод и затраты оросительной воды на единицу продукции, восстановить плодородие и улучшить мелиоративное состояние орошаемых почв.

**Реализация результатов исследований.** Производственная проверка и внедрение результатов исследований были проведены в 2007–2010 гг. на территории Энгельсской оросительной системы ФГУ «Саратовмелиоводхоз» на площади 144 га.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований и положения диссертационной работы были обсуждены на заседании ученого совета ФГНУ «ВолжНИИГиМ», на международных научно-практических конференциях «Вавиловские чтения» (г. Саратов, 2007, 2008 и 2009 гг.).

**Публикации результатов исследований.** По материалам диссертации опубликованы 7 научных работ, в том числе 2 в журналах, рецензируемых ВАК.

**Объем и структура работы.** Диссертация изложена на 165 страницах, включая 49 таблиц, состоит из введения, семи глав, выводов, предложений производству, заключения, списка литературы из 197 наименований, в том числе 6 иностранных авторов, и 12 приложений.

**Основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту:**

- эффективность возделывания различного видового состава многолетних трав на староорошаемых темно-каштановых почвах с близким уровнем залегания грунтовых вод, обеспечивающего получение стабильно высоких урожаев и улучшение качества зеленой массы, снижение уровня грунтовых вод и рациональное использование оросительной воды, повышение плодородия и улучшение мелниоративного состояния почв;
- использование ресурсосберегающего режима орошения многолетних трав в условиях различного залегания грунтовых вод, способствующего сокращению затрат оросительной воды при выращивании орошаемых культур в севооборотах;
- изменение водно-, агрофизических и агрохимических свойств староорошаемых темно-каштановых почв при возделывании бобовых и бобово-злаковых многолетних трав в составе севооборота в условиях близкого залегания грунтовых вод при использовании ресурсосберегающего режима орошения;
- агроэнергетическая и экономическая эффективность возделывания многолетних трав различного видового состава и применения ресурсосберегающего режима орошения на орошаемых землях с близким залеганием грунтовых вод.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Условия, схема и методика полевого опыта.** Научно-исследовательская работа была проведена в 2003–2006 гг. на землях Энгельсской оросительной системы, расположенной в сухостепной зоне Заволжья.

Климат засушливый, резко континентальный, среднегодовое количество осадков – 350 мм, сумма активных температур воздуха (выше 10 °С) – 2900 °С, продолжительность безморозного периода – 150 дней. По гидротермическим условиям годы проведения опытов были средnezасушливыми.

Преобладающий тип – террасовые темно-каштановые маломощные тяжело-суглинистые почвы. Опытный участок расположен на поле, орошаемом в течение 40–45 лет, с залеганием грунтовых вод от 1,4 до 6,0 м и минерализацией 3,1–3,8 г/л. Содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое (0–0,3 м) составило 2,7 %, нитрификационная способность почв – 18–20 мг, содержание подвижного фосфора – 31 мг и обменного калия – 310–345 мг на 1 кг почвы. Плотность верхнего 0–0,3-метрового слоя почвы – 1,27 т/м<sup>3</sup>, метрового слоя – 1,36 т/м<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость (НВ) – соответственно 27,3 и 24,2 % от массы сухой почвы.

Трехфакторный полевой опыт по установлению оптимального комплекса агроботанических и агрометеорологических приемов рационального использования и улучшения мелиоративного состояния староорошаемых земель в условиях близкого залегания грунтовых вод закладывался по методике Б.А. Доспехова (1985) и ВНИИОЗ (1983) в 4-кратной повторности методом расщепленных делянок (табл. 1). Площадь делянок фактора А – 1,08 га (120×90 м), фактора В – 0,27 га (90×30 м) и фактора С – 0,09 га (30×30 м). Основные и сопутствующие наблюдения были проведены в соответствии с общепринятыми методами и ГОСТами: нитрификационная способность – по методу Кравкова (ГОСТ 26107–84), содержание гумуса – по методу Тюрина, подвижного фосфора – по методу Мачигина (ГОСТ 26205–84), плотность почвы – по методу Качинского, структура почвы – по методу Саввина, наименьшая влагоемкость – по методу заливаемых площадок, влажность почвы – по термостатно-весовому методу

Роде (ГОСТ 28268–89), контроль уровня грунтовых вод – по методу Харченко, масса корневой системы – по методу Станкова, фенологические и биометрические исследования – по методике ВНИИК им. В.Р. Вильямса.

Таблица 1

Схема трехфакторного полевого опыта

Фактор А	Фактор В	Фактор С
Глубина залегания грунтовых вод, м	Видовой состав многолетних трав	Режим орошения многолетних трав с предполивной влажностью почвы. % НВ
1. 5,0–5,5 (глубокий уровень)	1. Люцерна синегридная	1. 80 (интенсивный)
2. 2,5–3,0 (критический уровень)	2. Люцерна синегридная в смеси с коострецом безостым	2. 70 (умеренный)
3. 1,5–2,0 (близкий уровень)	3. Козлятник восточный	3. 60 (жесткий)

Урожай учитывали методом сплошной уборки на каждой повторности варианта. Агроэнергетическую и экономическую оценку возделывания разных видов многолетних трав и различных режимов орошения осуществляли в соответствии с методиками ВНИИК им. В.Р. Вильямса (1995) и РАСХН (1995). Экспериментальные данные обрабатывали статистическими методами дисперсионного и регрессионного анализа по Доспехову (1985).

Использовалась рекомендуемая зональная система орошаемого земледелия. Поливы осуществляли дождевальными машинами ДДА-100МА.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Режим влажности почвы.** Подъем уровня грунтовых вод в результате длительного проведения интенсивных режимов орошения сельскохозяйственных культур привел к значительному изменению водообеспеченности растений, поступлению капиллярно-подпертой влаги в зону их аэрации и повышению влажности почвы.

Соблюдение принятого ранее интенсивного режима орошения с предполивной влажностью почвы 80 % НВ на посевах мно-

голетних трав с глубиной залегания грунтовых вод более 5 м вызывало необходимость проведения 9 поливов эрозионно безопасной нормой 400 м<sup>3</sup>/га с оросительной нормой 3600 м<sup>3</sup>/га. Однако такой режим орошения вызывал перенасыщение почвы влагой и ежегодный подъем уровня грунтовых вод (табл. 2). При критическом УГВ (2,5–3,0 м) в связи с использованием многолетних трав грунтовых вод в объеме 259 м<sup>3</sup>/га количество необходимых поливов снизилось до 8, а оросительная норма – на 400 м<sup>3</sup>/га. В условиях близкого УГВ (1,5–2,0 м) использование грунтовых вод многолетними травами увеличилось до 704 м<sup>3</sup>/га, а оросительная норма сократилась до 2800 м<sup>3</sup>/га.

При поддержании умеренного ресурсосберегающего режима орошения с предполивной влажностью почвы 70 % НВ по сравнению с интенсивным режимом оросительная норма при критическом и близком уровне грунтовых вод снижалась на 800 м<sup>3</sup>/га, или на 22–28 %, а объем использования растениями грунтовых вод повышался до 644 и 983 м<sup>3</sup>/га. При жестком режиме орошения с предполивной влажностью почвы 60 % НВ увеличилось использование грунтовых вод на участках с критическим УГВ до 707 м<sup>3</sup>/га и при близком УГВ – до 1165 м<sup>3</sup>/га.

Таблица 2

**Водопотребление люцерно-кострецовой травосмеси в зависимости от УГВ и режимов орошения, среднее за 2004–2006 гг.**

УГВ, м	Режим орошения	Суммарное годовое потребление, м <sup>3</sup> /га	В том числе потребление, м <sup>3</sup> /га		Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т	Расход оросительной воды, м <sup>3</sup> /т
			оросительной воды	грунтовых вод		
> 5	Интенсивный	5204	3600	0	96,3	66,6
	Умеренный	4777	2800	0	99,1	58,1
	Жесткий	4475	2000	0	114,1	51,0
2,5–3,0	Интенсивный	5338	3200	259	96,0	57,8
	Умеренный	4962	2400	644	96,8	46,8
	Жесткий	4565	1600	707	102,9	36,0
1,5–2,0	Интенсивный	5504	2800	704	129,7	66,0
	Умеренный	5096	2000	983	125,8	49,3
	Жесткий	4722	1200	1165	128,6	32,7

**Водопотребление многолетних трав.** Рациональное применение оросительной воды является основой ресурсосберегающей



технологии возделывания многолетних трав. При глубоком залегании УГВ проведение интенсивного режима орошения повышало долю оросительной воды в суммарном водопотреблении до 70 %, остальная часть приходилась на осадки и почвенную влагу. Применение умеренного и жесткого режимов орошения приводило к снижению доли оросительной воды соответственно до 60 и 51 %.

В условиях повышения УГВ до критической величины 2,5–3,0 м доля оросительной воды при интенсивном режиме орошения снижалась до 60 %, а грунтовых вод – до 4,8 %. Доля оросительной воды при умеренном режиме орошения уменьшалась до 59 %, жестком – до 35 %. В то же время доля грунтовых вод увеличивалась соответственно до 12,9 и 15,5 %. Близкое расположение УГВ (1,5–2,0 м) при рассматриваемых режимах орошения способствовало более интенсивному использованию грунтовых вод и повышению их доли от 12,8 до 24,7 %. Доля оросительной воды в суммарном водопотреблении снижалась от 51 до 25 % (табл. 3).

Таблица 3

**Водопотребление многолетних трав при различном уровне залегания грунтовых вод в условиях умеренного режима орошения, среднее за 2004–2006 гг.**

УГВ, м	Видовой состав трав	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	В том числе потребление, м <sup>3</sup> /га		Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т	Расход оросительной воды, м <sup>3</sup> /т
			оросительной воды	грунтовых вод		
> 5	Люцерна	4706	2800	0	125,5	74,7
	Люцерна + козлятник	4777	2800	0	99,1	58,0
	Козлятник	4722	2800	0	102,8	61,2
2,5–3,0	Люцерна	4892	2400	573	119,4	58,6
	Люцерна + козлятник	4962	2400	644	96,8	46,8
	Козлятник	5028	2400	664	108,1	51,6
1,5–2,0	Люцерна	5068	2000	904	180,5	71,2
	Люцерна + козлятник	5096	2000	983	125,8	49,3
	Козлятник	5113	2000	1051	144,0	56,3

Коэффициент водопотребления изменялся в зависимости от уровня залегания грунтовых вод, режима орошения и видового состава многолетних трав. На посевах бобово-злаковых трав с УГВ 2,5–3,0 м и более 5,0 м наименьшим коэффициент водопотребления был при ресурсосберегающем режиме оро-

шения – до 96–99 м<sup>3</sup>/т. На орошаемых землях с критическим (2,5–3,0 м) и близким (1,5–2,0 м) УГВ применение жесткого режима орошения снижало расход оросительной воды на 1 т урожая соответственно до 36 и 32 м<sup>3</sup>.

Более эффективное использование воды наблюдалось на посевах люцерно-кострецовой травосмеси. Залужение староорошаемых земель чистыми посевами люцерны и козлятника повысило коэффициент водопотребления трав соответственно на 23,3 и 14,4 %.

**Плодородие почвы.** Возделывание однолетних культур на староорошаемых землях приводило к ежегодному отрицательному балансу гумуса до –0,4 и –0,5 т/га (табл. 4). Выращивание многолетних трав в течение четырех лет в связи с накоплением пожнивно-корневых остатков способствовало формированию положительного баланса гумуса до 8–10 т/га и повышению его содержания в почве с 2,7 до 2,90–2,92 %.

Таблица 4

**Изменение мелiorативного состояния орошаемых земель при возделывании многолетних трав в зависимости от УГВ за 2003–2006 гг.**

УГВ, м	Видовой состав трав	Баланс гумуса, т/га	Нитрификационная способность почвы, мг/кг	Содержание в почве P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	Ежегодные изменения УГВ, м	Содержание, %	
						солей в слое 0–1 м	Na <sup>+</sup> в ПМК в слое 0–0,3 м
> 5	Контроль (однолетние культуры)	–0,50	20,1	32,4	+0,26	0,08	1,4
	Люцерна	7,32	33,7	28,5	0	0,07	1,3
	Люцерна + кострец	9,90	30,9	30,1	0	0,07	1,3
	Козлятник	9,30	34,2	28,6	0	0,07	1,3
2,5–3,0	Контроль (однолетние культуры)	–0,42	20,4	32,4	+0,08	0,11	3,7
	Люцерна	8,45	34,0	29,4	–0,40	0,09	2,8
	Люцерна + кострец	10,62	31,8	32,7	–0,45	0,08	2,7
	Козлятник	10,05	34,5	30,3	–0,42	0,08	2,8
1,5–2,0	Контроль (однолетние культуры)	–0,54	19,0	31,2	+0,03	0,23	6,9
	Люцерна	4,89	31,9	28,5	–0,63	0,19	4,3
	Люцерна + кострец	7,96	30,2	32,1	–0,69	0,18	4,3
	Козлятник	7,32	32,0	30,2	–0,68	0,19	4,3

При глубоком УГВ (более 5 м) многолетние травы хорошо произрастают и в зависимости от видового состава накапливают 7,3 и 9,9 т гумуса на 1 га. Наилучшее развитие корневой системы трав в связи с подпиткой капиллярной влаги происходит при критическом УГВ (2,5–3,0 м), где выход гумуса из пожнивно-корневых остатков за 4 года достиг 8,4 и 10,6 т/га.

В условиях близкого УГВ (1,5–2,0 м), где капиллярная влага грунтовых вод располагалась на уровне 1–1,2 м, корневая система многолетних трав, в особенности люцерны и козлятника, имеющих стержнекорневую и корнеотпрысковую корневые системы, со второго года жизни трав вымокла и погибла, что снизило накопление гумуса в почве до 4,9 и 7,9 т/га. Наибольшее накопление гумуса в почве до 10,6 т/га было отмечено на посевах люцерно-кострецовой травосмеси с УГВ 2,5–3,0 м, что на 5,6 % больше, чем на посевах козлятника, и на 25,6 %, чем на чистых посевах люцерны.

Староорошаемые темно-каштановые почвы обладают средней нитрификационной способностью на уровне 19–20 мг/кг. Четырехлетнее выращивание многолетних трав способствовало ее повышению до 30–32 мг на 1 кг почвы, что повлияло на уровень обеспеченности растений азотом и почти не оказало действия на изменение подвижного фосфора в почве. При близком УГВ доступность азота для растений была на 5–7 % ниже, чем на участках с критическим и глубоким уровнем залегания грунтовых вод. На посевах бобово-злаковых трав в отличие от одновидовых посевов люцерны и козлятника нитрификационная способность была меньше на 1–3 мг, а количество подвижного фосфора больше на 1,5–3,0 мг на 1 кг почвы.

**Мелноративное состояние староорошаемых земель.** Возделывание однолетних культур на орошаемых участках с глубиной залегания грунтовых вод 5–5,5 м приводило к ежегодному их подъему на 26 см. Эти почвы не засолены и содержат в метровом слое не более 0,08 % водорастворимых солей. При критическом УГВ (2,5–3,0 м) ежегодный подъем их уменьшался до 8 см вследствие сработки купола грунтовых вод и потребления капиллярно-подпертой влаги однолетними культурами.

При возделывании однолетних культур в условиях близкого УГВ (1,5–2,0 м) произошла стабилизация уровня грунтовых вод в связи с растеканием образовавшегося купола при орошении. Подъем минерализованных грунтовых вод в зону аэрации растений способствовал накоплению солей в почве с 0,08 до 0,23 % от массы сухой почвы и по содержанию  $\text{Na}^+$  в ППК до уровня слабой степени осолонцеватости.

Возделывание многолетних трав на участках с глубоким УГВ слабо влияло на изменение мелиоративного состояния орошаемых земель. С повышением уровня грунтовых вод биомелиоративное значение многолетних трав значительно возрастало. В условиях критического УГВ (2,5–3,0 м) в связи с ростом и развитием корней трав в глубокие слои и потреблением ими грунтовой влаги в виде биологического дренажа ежегодная сработка уровня грунтовых вод составляла 0,40–0,47 м, а содержание водорастворимых солей в почве снижалось с 0,11 до 0,08 %. При близком УГВ (1,5–2,0) действие многолетних трав как биологического дренажа усиливается. Ежегодно уровень грунтовых вод снижался до 0,63–0,69 м, а содержание солей в метровом слое почвы за 4 года выращивания трав уменьшилось с 0,23 до 0,18–0,19 % от массы сухой почвы, то есть происходил переход почв из слабой степени засоления в незасоленные несолонцеватые. При этом из испытуемых многолетних трав наилучшим биомелиоративным действием на почвы в условиях близкого УГВ обладает люцерно-кострецовая травосмесь.

**Структурное состояние почв.** Длительное орошение темно-каштановых почв и возделывание на них однолетних культур привело к значительному снижению органического вещества и распаду структуры почвы. При глубоком УГВ (5–5,5 м) содержание агрономически ценных агрегатов (10–0,25 мм) не превышало 20,3 %, а повышение его до критического уровня 2,5–3,0 м и затем до близкого 1,5–2,0 м привело к снижению этого показателя соответственно до 17,1 и 10,1 %. Содержание фракции физической глины (< 0,01 мм) как показателя ухудшения агрофизических свойств почвы увеличилось с 51,6 до 52,3 и 58,9 %, коэффициент структурности почвы снизился с 0,25 до 0,11 (табл. 5).

Таблица 5

Изменение структурного состояния пахотного слоя (0–0,3 м) почвы при возделывании многолетних трав с умеренным увлажнением посевов на участках с различным УГВ за 2003–2006 гг.

УГВ, м	Видовой состав трав	Состав почвенных агрегатов, %			Коэффициент структурности $K_{ст}$
		10–0,25 мм	0,25–0,01 мм	<0,01 мм	
> 5	Контроль (однолетние культуры)	20,3	28,1	51,6	0,25
	Люцерна	42,8	12,8	44,4	0,75
	Люцерна + кострец	52,0	9,5	38,5	1,08
	Козлятник	45,3	11,4	43,3	0,83
2,5–3,0	Контроль (однолетние культуры)	17,1	30,6	52,3	0,21
	Люцерна	42,5	13,5	44,0	0,74
	Люцерна + кострец	52,6	9,3	38,1	1,11
	Козлятник	46,1	10,7	43,0	0,86
1,5–2,0	Контроль (однолетние культуры)	10,1	31,0	58,9	0,11
	Люцерна	32,2	19,1	48,7	0,47
	Люцерна + кострец	39,0	15,4	45,6	0,62
	Козлятник	33,6	16,7	49,7	0,51

Возделывание многолетних трав как важнейшего фактора оструктурирования почвы в течение 4 лет способствовало увеличению содержания в почве ценных агрегатов размером 10–0,25 мм в условиях глубокого УГВ (5–5,5 м) с 20,3 до 42,8–52,0 %, критического УГВ (2,5–3,0 м) – с 17,1 до 42,5–52,6 % и близкого УГВ (1,5–2,0 м) – с 10,1 до 32,2–39,0 %. В результате фракция < 0,01 мм в составе почвенных агрегатов уменьшилась на 13–14 %, улучшились агрофизические свойства пахотного слоя почвы. Коэффициент структурности почв с близким УГВ (1,5–2,0 м) повысился с 0,11 до 0,62, критическим (2,5–3,0 м) – с 0,21 до 1,11.

Наилучшее оструктуривающее действие на почвы оказала люцерно-кострецовая травосмесь, которая благодаря сочетанию стержнекорневой и корневищной систем способствовала увеличению в почве агрономически ценных агрегатов (0,25–10 мм) по сравнению с одновидовым составом бобовых трав люцерны на 21–23 %, козлятником – на 14–16 %.

Структурное состояние почв ухудшалось при использовании интенсивного режима орошения (табл. 6).

Водосберегающий режим орошения многолетних трав по сравнению с интенсивным снизил распад структурных агрегатов на 8–12 % (>0,25 мм) и повысил коэффициент структурности орошаемых почв.

Таблица 6

Изменение структурного состояния пахотного слоя (0–0,3 м) почвы при возделывании люцерно-кострецовой травосмеси в зависимости от режимов орошения и УГВ за 2003–2006 гг.

УГВ, м	Режим орошения	Состав почвенных агрегатов, %			Коэффициент структурности $K_{стр}$
		10–0,25 мм	0,25–0,01 мм	<0,01 мм	
> 5	Интенсивный	47,2	12,3	40,5	0,90
	Умеренный	52,0	9,5	38,5	1,08
	Жесткий	55,3	8,7	36,0	1,24
2,5–3,0	Интенсивный	48,7	11,4	39,9	0,79
	Умеренный	52,6	9,5	38,1	1,11
	Жесткий	55,8	8,9	35,3	1,26
1,5–2,0	Интенсивный	34,9	15,6	49,5	0,53
	Умеренный	39,0	15,4	45,6	0,62
	Жесткий	44,6	12,3	43,1	0,80

**Формирование агрофитоценоза многолетних трав различного видового состава.** Состав посевов многолетних трав на орошаемых землях претерпевает значительные изменения в связи с комплексом факторов: видом и биологическими особенностями трав, длительностью их использования, близостью грунтовых вод, степенью засоленности почвогрунтов и применением различных режимов орошения (табл. 7).

Таблица 7

Формирование травостоя многолетних трав различного видового состава в зависимости от длительности использования и уровня УГВ на орошаемых землях при умеренном режиме орошения

УГВ, м	Видовой состав трав	1-й год использования (2004)		2-й год использования (2005)		3-й год использования (2006)	
		Плотность, шт./м <sup>2</sup>	Высота, см	Плотность, шт./м <sup>2</sup>	Высота, см	Плотность, шт./м <sup>2</sup>	Высота, см
> 5	Люцерна	463	84	404	87	264	56
	Люцерна +	397	87	531	95	108	64
	+ кострец	281	108	419	107	594	103
	Козлятник	216	81	371	106	495	118
2,5-3,0	Люцерна	464	86	407	94	267	62
	Люцерна +	392	93	540	101	115	70
	+ кострец	283	108	445	107	619	102
	Козлятник	227	88	395	116	544	122
1,5-2,0	Люцерна	417	79	241	82	203	51
	Люцерна +	355	85	186	92	65	60
	+ кострец	301	103	487	105	511	102
	Козлятник	221	86	384	96	419	105

В условиях глубокого (5–5,5 м) и критического УГВ (2,5–3,0 м) люцерна сингибридная в первый год пользования развивала высокую плотность стеблей, достигающую 464 шт./м<sup>2</sup>. На второй год она сохранила плотность стеблей травостоя на уровне 404 и 407 шт. на 1 м<sup>2</sup> при высоте 87 и 94 см. На третий год способность вегетативного возобновления люцерны резко снизилась до плотности стеблей 264 и 267 шт./м<sup>2</sup>, или на 22 и 34 %. Уменьшилась и высота травостоя до 56 и 62 см.

При посеве люцерно-кострецовой травосмеси проявляется лучшая адаптация бобово-злаковых трав к экологическим условиям орошаемых земель. В первый год пользования в агрофитоценозе орошаемого поля преобладала люцерна, ее содержание в травостое по числу стеблей достигло 58 %.

Кострец безостый в первый год имел небольшую энергию побегообразования. Количество его стеблей не превышало 283 шт./м<sup>2</sup>, или 48 % в травостое. На второй и третий годы плотность стеблей костреца увеличилась соответственно до 445 и 619 шт./м<sup>2</sup>, или до 57 и 85 %, в составе травостоя при высоте

стеблей 102 и 107 см. Вытеснение люцерны из травостоя наиболее отчетливо проявилось на третий год – плотность ее стеблей в травостое снизилась до 115 шт./м<sup>2</sup>, или до 15 %.

Козлятник восточный имеет корнеотпрысковую систему и развивает плотность стеблестоя из года в год. Наибольшее количество стеблей 495 и 544 шт./м<sup>2</sup> было отмечено на третий год пользования при высоте 118 и 122 см.

В условиях близкого УГВ (1,5–2,0 м) и недостатка воздуха для развития корней люцерны начинает сильно изреживаться на второй год пользования, что резко снижает продуктивность орошаемого поля. К третьему году плотность стеблей не превышала 203 шт./м<sup>2</sup>, или 48 % от исходной величины в первом году. В бобово-злаковом травостое число стеблей люцерны вследствие вытеснения ее из агрофитоценоза поля кострцом и вымокания корней к третьему году уменьшилось до 65 шт./м<sup>2</sup> и доля их в травостое – до 11 %. Кострец безостый как многолетний корневищный злак лучше адаптируется и развивает высокую плотность травостоя в условиях повышенной влажности почвы при близком УГВ (1,5–2,0 м). Козлятник восточный в этих условиях снижает интенсивность стеблеобразования.

**Продуктивность многолетних трав в различных экологических условиях.** Урожайность многолетних трав определяется условиями выращивания и адаптивностью создаваемого агрофитоценоза к орошаемому полю (табл. 8).

На участках с глубоким (5–5,5 м) и критическим (2,5–3,0 м) УГВ и незасоленными почвогрунтами формируются высокие урожаи всех видов выращиваемых кормовых культур. Однако они различаются по годам пользования многолетних трав. Люцерны в чистом посеве в первые два года пользования обеспечивает урожайность зеленой массы 43 и 48 т/га, а затем изреживается и снижает продуктивность до 25 и 27 т/га при средней урожайности за три года 37,5 и 40,9 т/га. Люцерно-кострцовая травосмесь наращивает продуктивность ко второму и третьему годам пользования. За три года урожайность составила 48,2 и 51,3 т/га, что на 25–28 % больше, чем люцерны в чистых посевах. Урожайность зеленой массы козлятника достигает максимума только к третьему году пользования при средней урожайности 45,7 и 48,9 т/га, что на 2,5 т/га, или 5 %, ниже, чем бобово-злаковых трав.



Таблица 8

Урожайность зеленой массы многолетних трав различного видового состава при умеренном увлажнении посевов в зависимости от УГВ

УГВ, м	Видовой состав трав	Урожайность, т/га				Выход к. ед., т/га	Содержание протеина, г/к.ед.
		2004 г.	2005 г.	2006 г.	Средняя		
> 5	Люцерна	44,6	43,1	24,8	37,5	6,00	212
	Люцерна + козлятник	46,3	49,3	49,1	48,2	8,19	166
	Козлятник	39,5	48,2	49,5	45,7	8,22	230
2,5–3,0	Люцерна	47,3	48,7	26,9	40,9	6,54	212
	Люцерна + козлятник	51,7	51,2	50,9	51,3	8,72	166
	Козлятник	40,9	48,6	50,1	46,5	8,37	230
	Люцерна	42,1	25,1	17,1	28,1	4,50	205
1,5–2,0	Люцерна + козлятник	43,7	40,6	37,3	40,5	6,88	160
	Козлятник	38,0	35,9	32,6	35,5	6,39	225
	НСР <sub>05</sub>						
	Фактор А	1,8	2,2	2,5			
	Фактор В	1,2	1,1	1,4			

При близком УГВ (1,5–2,0 м), в связи с неблагоприятными условиями увлажнения и аэрации корней трав, продуктивность люцерны на вторые и третьи годы пользования резко снижалась до 17–25 т/га. В этих условиях люцерно-козлятниковая травосмесь сохраняла стабильную продуктивность в связи с мощным развитием корневищ козлятника безостого в верхнем метровом слое почвы. Средняя урожайность за три года составила 40,5 т/га, что на 44 % выше, чем чистых посевов люцерны. Козлятник также снижал урожайность зеленой массы до уровня 35,5 т/га.

Сравнительный анализ показал, что при ухудшении состояния орошаемых земель урожайность зеленой массы многолетних трав снижается на 11–12 т/га, или на 24–31 %.

Применение интенсивного режима орошения на посевах люцерно-козлятниковой травосмеси обеспечивало наибольшую прибавку урожая до 6 т зеленой массы с 1 га, или на 12 %, по сравнению с умеренным режимом орошения только в условиях глубокого УГВ (5–5,5 м). С поднятием УГВ до критического (2,5–3,0 м), а затем до близкого (1,5–2,0 м) эффективность

интенсивного режима орошения в повышении урожаев трав снижается. Поэтому при критическом УГВ возрастает целесообразность применения ресурсосберегающего умеренного режима орошения, а при близком УГВ – жесткого.

**Выход и качество кормов.** Наибольший выход кормовых единиц обеспечивался при выращивании люцерно-кострецовой травосмеси и козлятника восточного в условиях глубокого (5–5,5 м) – 8,2 т/га и критического (2,5–3,0 м) УГВ – 8,7 и 8,4 т/га. Поднятие уровня грунтовых вод до 1,5–2,0 м снижало продуктивность этих трав до 6,9 и 6,4 т к. ед. с 1 га. Содержание переваримого протеина в 1 к. ед. на посевах бобовых трав люцерны и козлятника составило 212 и 230 г. При возделывании высокоурожайных бобово-злаковых трав этот показатель уменьшился до 166 г/к. ед. Ухудшение экологических условий возделывания многолетних трав снизило содержание протеина в кормовой единице на 5–12 г.

**Агроэнергетическая и экономическая оценка выращивания многолетних трав.** Экономическая оценка выращивания многолетних трав показала, что на староорошаемых землях наиболее эффективно выращивание люцерно-кострецовой травосмеси и козлятника восточного, которые при глубоком (5–5,5 м) и критическом (2,5–3,0 м) УГВ обеспечивают условный чистый доход 9,6 и 8,8 тыс. руб. с 1 га при уровне рентабельности 99 и 91 % и высоком коэффициенте энергетической эффективности – 3,9 и 3,5. В условиях близкого УГВ (1,5–2,0 м) уровень рентабельности посевов люцерно-кострецовой травосмеси составил 72 %, коэффициент энергетической эффективности 3,4. Эффективность выращивания козлятника восточного и люцерны в неблагоприятных мелниоративных условиях была значительно ниже.

Применение интенсивного режима орошения на посевах бобово-злаковых трав было высокорентабельным (76 %) и энергетически эффективным (3,3) только в условиях с глубоким УГВ (5,0–5,5 м). При критическом УГВ наиболее эффективным было использование водосберегающего умеренного режима орошения, в условиях близкого УГВ – жесткого режима орошения. Уровень рентабельности выращивания трав повышался соответственно экологическим условиям до 100–102 и 83 % с энергетической эффективностью 3,9–4,0 и 3,7.

## ВЫВОДЫ

1. Подъем уровня грунтовых вод, дегумификация почв и снижение их плодородия в результате интенсивного использования орошаемых земель Саратовской области в течение 30–40 лет вызвали необходимость восстановления уровня плодородия деградированных орошаемых почв такими малозатратными и экологически обоснованными приемами, как возделывание в течение трех-четырёх лет в составе севооборота многолетних трав, адаптивных к экологическим условиям орошаемых почв.

2. Интенсивный режим орошения многолетних трав обеспечивал в условиях глубокого уровня залегания грунтовых вод (5–5,5 м) получение высоких урожаев зеленой массы – 54 т/га, но привел к большим до 3600 м<sup>3</sup>/га затратам оросительной воды, фильтрационным потерям и ежегодному поднятию УГВ.

3. Применение на посевах люцерно-кострецово-травосмеси водосберегающего умеренного режима орошения с эрозивно безопасной поливной нормой 400 м<sup>3</sup>/га снизило оросительную норму на 800 м<sup>3</sup>/га, или на 22 %, предотвратило фильтрацию воды и подъем грунтовых вод, уменьшило долю оросительной воды в суммарном водопотреблении.

4. В условиях критического уровня залегания грунтовых вод (2,5–3,0 м) происходит использование до 537–664 м<sup>3</sup> грунтовых вод на 1 га многолетними травами, снижение оросительной нормы на 400 м<sup>3</sup>/га и ежегодная сработка уровня грунтовых вод около 0,40–0,45 м. С поднятием грунтовых вод до близкого уровня (1,5–2,0 м) оросительная норма уменьшилась на 800 м<sup>3</sup>/га, а ее доля в суммарном водопотреблении – до 25 %, использование грунтовых вод повысилось до 983–1051 м<sup>3</sup>/га и сработка УГВ – до 0,68–0,69 м.

5. Длительное интенсивное орошение и возделывание однолетних сельскохозяйственных культур ухудшило эколого-мелиоративную обстановку. На участках с критическим УГВ (2,5–3,0 м) увеличилось накопление водорастворимых солей в метровом слое почвы с 0,08 до 0,11 %, а с близким УГВ (1,5–2,0 м) содержание солей достигло 0,23 % и по содержанию Na<sup>+</sup> в ППК – 6,9 %.

6. Четырехлетнее возделывание многолетних трав в составе севооборотов улучшило состояние орошаемых земель. Биоме-

мелиоративное действие их на орошаемые почвы возросло с повышением уровня грунтовых вод. В условиях критического УГВ (2,5–3,0 м) ежегодная сработка уровня грунтовых вод составила 0,40–0,47 м, снизилось содержание водорастворимых солей в метровом слое почвы с 0,11 до 0,08 %. При близком УГВ (1,5–2,0 м) снижение его достигло 0,63–0,69 м, рассоление почв уменьшилось с 0,23 до 0,18–0,19 % от массы сухой почвы, то есть отмечено восстановление мелиоративного состояния почв с переходом из слабой степени засоления в незасоленные.

7. Применение интенсивного режима орошения на посевах бобово-злаковых трав привело к инфильтрационным потерям оросительной воды. Умеренный и жесткий водосберегающие режимы орошения исключают инфильтрацию влаги, усиливают процесс использования грунтовых вод растениями и увеличивают ежегодную сработку УГВ.

8. Возделывание однолетних культур на староорошаемых землях приводило к дегумификации почв и ежегодному отрицательному балансу гумуса до 0,4–0,5 т/га. Многолетние травы в течение четырех лет способствовали накоплению гумуса в почве до 8–10 т/га и повышению его содержания с 2,7 до 2,90–2,92 % и нитрификационной способности с 19–20 до 31–34 мг на 1 кг почвы, то есть переходу на уровень повышенной обеспеченности растений азотом.

9. Длительное орошение однолетних культур привело к деструктурированию почв: содержание агрономически ценных агрегатов (0,25–10 мм) снизилось до 20,3 %, а при поднятии УГВ – до 10–17 % с низким коэффициентом структурности почв (0,11–0,21). Четырехлетнее возделывание бобово-злаковых многолетних трав способствовало восстановлению ценных агрегатов в условиях глубокого УГВ с 20,3 до 52,0 %, критического с 17,1 до 52,6 %, близкого с 10,1 до 39,0 % и повышению коэффициента структурности орошаемых почв до 1,1 ед. Водосберегающий режим орошения снизил распад структурных агрегатов (>0,25 мм) на 8–12 % и повысил коэффициент структурности орошаемых почв.

10. Люцерна синегридная как биомелиорант в орошаемых севооборотах развивала высокую плотность стеблей около

450–500 шт./м<sup>2</sup> только в первые два года пользования. На третий год снижались способность вегетативного возобновления на 45–47 % и высота травостоя. При посеве люцерно-кострецовой травосмеси проявилась лучшая адаптация бобово-злаковых трав к экологическим условиям орошаемых земель.

11. В условиях близкого УГВ (1,5–2,0) люцерна сильно изреживалась со второго года пользования. Кострец безостый как многолетний корневищный злак лучше адаптируется к условиям повышенной влажности почвы. В связи с этим бобово-злаковые травы обеспечивали в течение трех лет высокую плотность травостоя – на уровне 600 шт./м<sup>2</sup>. Козлятник восточный с корнеотпрысковой системой снижал интенсивность стеблеобразования на тяжелых почвах в связи с близостью залегания минерализованных грунтовых вод.

12. При выращивании многолетних трав на орошаемых землях с критическим УГВ (2,5–3,0 м) стабильно высокую урожайность в течение трех лет обеспечивала люцерно-кострецовая травосмесь – 51 т зеленой массы, или 8,7 т к. ед. с 1 га. Содержание переваримого протеина в 1 к. ед. достигло 166 г. В условиях близкого УГВ (1,5–2,0 м) в связи с вымоканием и гибелью люцерны урожайность зеленой массы бобово-злаковых трав снизилась до 40,5 т/га с выходом 6,9 т к. ед. при наименьших – 46–49 м<sup>3</sup> затратах оросительной воды на единицу урожая.

13. Использование на староорошаемых землях с критическим и близким уровнем минерализованных грунтовых вод люцерно-кострецовой травосмеси в качестве биомелиоранта почв обеспечивало в течение трех-четырёх лет восстановление плодородия деградированных почв, создание 6,9–8,7 т к. ед. с 1 га, наибольшую экономическую (уровень рентабельности 72–99 %) и агроэнергетическую (3,4–3,9) эффективность.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В целях восстановления плодородия и улучшения мелниоративного состояния староорошаемых деградированных темно-каштановых почв в условиях поднятия грунтовых вод до критического (2,5–3,0 м) и близкого (1,5–2,0 м) уровня необходимо выращивание в течение трех-четырёх лет в составе орошаемого

севооборота люцерно-кострецовой травосмеси, что обеспечивает ежегодное снижение грунтовых вод на 0,45–0,69 м, повышение содержания гумуса на 8–10 т/га и нитрификационной способности почв на 41–45 %, оструктуривание и рассоление слабозасоленных почв, получение высокой продуктивности (51,3 и 40,5 т/га) и увеличение уровня рентабельности (99 и 72 %) производства кормов. Козлятник восточный целесообразно выращивать в качестве биомелиоранта почв на незасоленных орошаемых землях с глубоким залеганием грунтовых вод.

2. Для снижения процессов деградации почвы, увеличения сработки уровня близлежащих грунтовых вод и экономии расхода оросительной воды на формирование урожая следует применять при критическом УГВ (2,5–3,0 м) ресурсосберегающий умеренный режим орошения и при близком УГВ (1,5–2,0 м) жесткий режим орошения многолетних трав.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **В изданиях, рекомендованных ВАК РФ**

1. *Туктаров, Б. И.* Биологическая мелиорация деградированных орошаемых земель / Б. И. Туктаров, В. М. Попеко, Д. В. Чадин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2009. – № 6. – С. 39–42.

2. Фитомелиорация для улучшения эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель Заволжья / В. А. Нагорный, Б. И. Туктаров, Д. Ш. Рамазанов, В. М. Попеко, Д. В. Чадин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 3. – С. 31–33.

### **В прочих научных изданиях**

3. Биомелиоративное действие многолетних трав на орошаемых землях Саратовского Заволжья / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный, Д. Ш. Рамазанов, В. М. Попеко, Д. В. Чадин // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Вавиловские чтения – 2007». – Саратов, 2007. – С. 184–185.

4. Трансформация плодородия орошаемых почв при биомелиоративном действии многолетних трав / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный, Д. Ш. Рамазанов, В. М. Попеко, Д. В. Чадин // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Вавиловские чтения – 2007». – Саратов, 2007. – С. 190–191.

5. Особенности восстановления эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель с близким залеганием грунтовых вод при выращивании многолетних трав / Б. И. Туктаров, В. А. Нагорный, Д. Ш. Рамазанов, В. М. Попеко, Д. В. Чадин // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Вавиловские чтения – 2008». – Саратов, 2008. – С. 224–225.

6. Особенности водосберегающего режима орошения на темно-каштановых террасовых почвах Саратовского Заволжья / В. А. Нагорный, Д. Ш. Рамазанов, В. М. Попеко, Д. В. Чадин // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Вавиловские чтения – 2009». – Саратов, 2009. – С. 198–199.

7. Туктаров Б. И. Биомелиоративное действие многолетних трав на орошаемых землях / Б. И. Туктаров, В. М. Попеко, Д. В. Чадин; ФГНУ «Волжский НИИГиМ» // Проблемы повышения эффективности использования водных и земельных ресурсов Поволжья : сб. науч. тр. – Саратов, 2011, – С. 203–208.

Подписано в печать 19.05.2011

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100. Заказ 177/2011

---

Типография ООО «Орбон»

410031, г. Саратов, ул. Московская, 62

тел.: (8452) 23-60-18

23