

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Департамент мелиорации**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга"**



# **ВЕСТНИК МЕЛИОРАТИВНОЙ НАУКИ**

**Выпуск 2**

Коломна 2018

ЕДИНСТВЕННОЕ СРЕДСТВО УДЕРЖАТЬ ГОСУДАРСТВО В СОСТОЯНИИ НЕЗАВИСИМОСТИ – ЭТО СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО.

ОБЛАДАЙТЕ ВЫ ХОТЬ ВСЕМИ БОГАТСТВАМИ МИРА, НО ЕСЛИ ВАМ НЕЧЕМ ПИТАТЬСЯ, ВЫ ЗАВИСИТЕ ОТ ДРУГИХ.

ТОРГОВЛЯ СОЗДАЕТ БОГАТСТВО, НО СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО ОБЕСПЕЧИВАЕТ СВОБОДУ.

Ж.Ж. Руссо

## МНЕНИЯ АВТОРОВ СТАТЕЙ МОГУТ НЕ СОВПАДАТЬ С ПОЗИЦИЕЙ РЕДАКЦИИ

Периодическое издание Депмелиорации Минсельхоза России и ФГБНУ ВНИИ «Радуга»	№ 2 2018	Научно-практический журнал « <b>ВЕСТНИК МЕЛИОРАТИВНОЙ НАУКИ</b> »
---	-------------	--

Адрес редакции: 140483, Московская область, Коломенский р-н., пос. Радужный, 38, тел. 8(496)617-0474

ISSN 2618-9496

УДК 631.6(082)  
ББК 40.6я43

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

<i>Евсенкин К.Н., Нефедов А.В., Иванникова Н.А.</i> Экономическая эффективность применения мелиоранта и подпочвенного увлажнения для повышения урожайности сельскохозяйственных культур	4
<i>Терпигорев А.А., Грушин А.В., Гжибовский С.А.</i> Стационарно-сезонная система аэрозольного орошения КАУ-1М	10
<i>Гостищев В. Д., Пономаренко Т. С., Бреева А. В.</i> Анализ современного состояния водохозяйственной обстановки в бассейне р. Сал	18
<i>Ильинский А.В.</i> Теоретические аспекты фиторемедиации почв, загрязнённых комплексом тяжёлых металлов	28
<i>Лавренко С.О., Максимов М.В., Лавренко Н.Н.</i> Влияние технологических приемов выращивания чечевицы на физические свойства почвы при различных условиях влагообеспечения	34
<i>Митяева Л. А., Домашенко Ю. Е., Васильев С. М.</i> Установка для многокомпонентного дозирования и смешивания композиции из влагосорбентов перед внесением в почву	42
<i>Насрулин А.Б., Чембарисов Э.И., Лесник Т. Ю., Беликов И.В.</i> История развития мелиоративных систем агроландшафтов Сурхандарьинской области Республики Узбекистан	49
<i>Погодин Н.Н., Болбышко В.А., Латушкина Г.В.</i> Техническое обслуживание закрытой дренажной сети	56
<i>Усманов И.А., Мусаева А.К., Ходжаева Г.А.</i> Проблемы сельского водоснабжения из подземных водоисточников в среднем течении реки Сырдарья	61
<i>Юсупова Ф.М.</i> Основные направления устойчивого развития Ассоциаций водопотребителей	67

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛИОРАНТА И ПОДПОЧВЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

*К.Н. Евсенкин, к.т.н., ведущий научный сотрудник,  
А.В. Нефедов, к.с.-х.н., старший научный сотрудник,  
Н.А. Иванникова, научный сотрудник*

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Рязань, Россия*

Ключевые слова: удобрительный мелиорант, подпочвенное увлажнение, шлюзование, вико-овсяная смесь, микробиологический процесс.

Краткая аннотация: дается оценка влияния удобрительного мелиоранта и подпочвееого увлажнения на урожайность вико-овсяной смеси, плодородие почв, активность микробиологических процессов в почве.

Торфяные почвы, особенно низинные, обладают высоким потенциальным плодородием. Они содержат до 90% органического вещества и 3–4% азота; благодаря высокой влагоемкости в них создается большой запас влаги необходимой растениям. Это и другие агромелиоративные мероприятия жизнеобеспечения сельскохозяйственных культур дают возможность значительно повысить их плодородие.

Однако интенсивная и длительная эксплуатация мелиорируемых торфяных почв привела к деградации (значительной сработки органического вещества торфа), а также и изменению их водно-физических, агрохимических и биологических свойств, что ухудшило их продуктивность.

Другой особенностью сработанных торфяных почв является неустойчивость водного режима корнеобитаемого слоя, что обусловлено следующими причинами: обеспеченностью вегетационного периода атмосферными осадками, режимом почвенно-грунтовых вод, водоудерживающими свойствами остаточного слоя торфа, разрывом капилляров на границе с подстилающей породой.

Важным направлением в решении проблемы повышения плодородия деградированных почв является разработка приемов и средств комплексного воздействия на факторы его формирования. Для этих целей во ВНИИГиМе проводятся исследования по разработке удобрительно-мелиорирующих смесей, внесение которых позволяет существенно повысить плодородие малопродуктивных почв за счет улучшения их вещественно-энергетического состояния [1,2,3,4,5,14]. Одним из технологических приемов повышения продуктивности сработанных торфяных почв является применение органических удобрений на фоне подпочвенного увлажнения [7,8,13].

Целью работы является разработка технологии восстановления плодородия и повышение продуктивности сработанных торфяных почв при применении нового удобрительного мелиоранта на фоне регулирования водного режима подпочвенным увлажнением методом шлюзования.

Проблема регулирования рационального содержания органического вещества, восстановление почвенного потенциала плодородия имеет значение и заслуживает внимание. Восстановление плодородия достигается применением различных агротехнических приемов и мелиоративных мероприятий.

Экспериментальные исследования проводились на осушенном опытном поле мелиоративной системы «Тинки-2» ОПХ «Полково» в Рязанской области. Полевой опыт заложен весной 2011 года. Почвенный покров участка представлен длительно используемыми (более 50 лет) сработанными торфяными почвами. Длительное использование торфяных почв в травопропашном севообороте привело к уменьшению мощности торфяного слоя (более чем в 2 раза), почти в 2,5 раза увеличились степень разложения и зольность торфа и почти в 2 раза снизилась влагоёмкость почв. Агрохимические показатели следующие: почва характеризуется слабокислой реакцией (рН- 5,0), плотностью 1,1-1,2 т/м<sup>3</sup>; хорошо обеспечена подвижным фосфором (213 мг/кг) и незначительно обменным калием (72,5 мг/кг).

В качестве органического удобрения был разработан и опробован удобрительный мелиорант (УМ) на основе отходов семяочистительного завода [6].

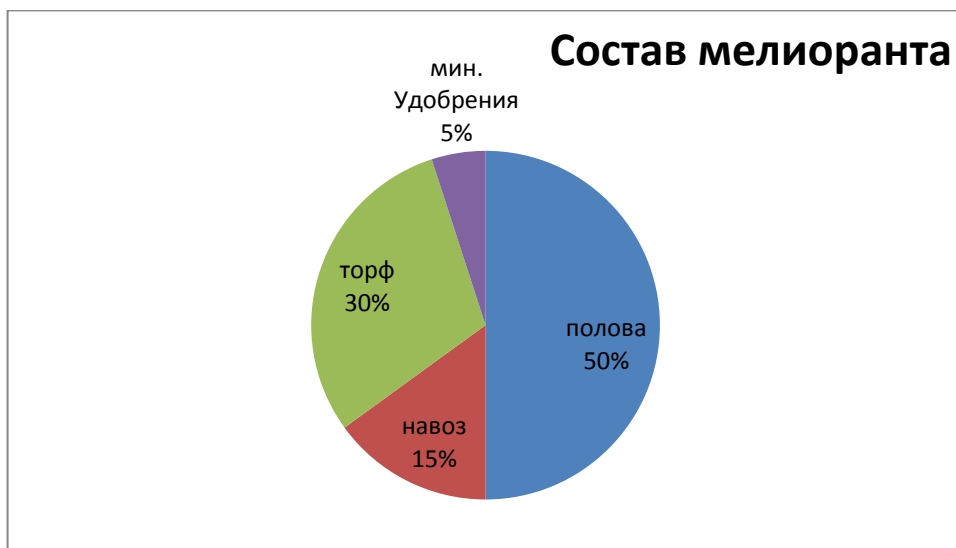


Рис 1. Состав удобрительного мелиоранта

НРК - из расчёта азота 30, фосфора- 45 и калия- 60 кг д.в./га. Дополнительно в качестве микроэлемента была внесена медь (25 кг/га), для нейтрализации кислотности почвы использовали известь в норме 1 т/га.

Схема полевого опыта предусматривает систематическое размещение вариантов в трехкратной повторности в одном ярусе [10]. Варианты: 1) -контроль без удобрений; 2) -  $N_{30}P_{45}K_{60}$  - фон; 3) - фон + УМ 40т/га; 4) - фон + УМ 60т/га; 5) - фон + УМ 80т/га.

Размер опытных делянок составляет 25 м<sup>2</sup>. Культурой реагентом является вико-овсяная смесь на зеленый корм.

Критериями оценки подпочвенного увлажнения являются УГВ и влажность почвы. В этой связи замеры уровня грунтовых вод и влажности почвы следует производить через 3-5 дней в зависимости от метеоусловий и выращиваемой культуры. Измерения уровня грунтовых вод в течение вегетационного периода осуществлялись в наблюдательных скважинах с периодичностью один раз в пять дней.

Параллельно с измерением уровня грунтовых вод проводили измерения влажности почвы электрометрическим методом, при помощи влагомера для почвы «TENSIOMETRO» (модель 46909) [11].

За период проведения исследований наблюдался практически полный спектр изменения метеорологических условий. Вегетационный период с мая по август 2011 года - сухой по осадкам (90% обеспеченности), жаркий, по влажности воздуха - сухой; 2012 года - средне влажный по осадкам (40% обеспеченности), теплый с пониженной влажностью воздуха; 2013 года - средне влажный по осадкам (35% обеспеченности), теплый с пониженной влажностью воздуха; 2014 года средне сухой по осадкам (75% обеспеченности), теплый с пониженной влажностью воздуха; 2015 год характеризуется влажным по осадкам, теплым с пониженной влажностью воздуха; 2016 год характеризуется как влажным по осадкам, теплым с повышенной влажностью воздуха.

Регулирование водного режима осуществлялось подъемом или снижением уровня воды в магистральном канале. Продолжительность подпора воды или время пребывания шлюза (фото 1) в закрытом состоянии определяется расположением уровня грунтовых вод и влажностью почвы в пределах опытных делянок. Оптимальные значения для вико-овсяной смеси УГВ 60 – 100 см; влажность почвы 70 – 90 % НВ в зависимости от фаз развития растений.



Фото 1. Шлюз-регулятор мелиоративной системы «Тинки – II», ОПХ «Полково»

Режим увлажнения должен обеспечивать благоприятное развитие факторов жизни растений. Как избыток, так и недостаток воды в корнеобитаемом слое почвы угнетает жизнедеятельность микроорганизмов разлагающих органику, что замедляет процессы минерализации органических веществ, при этом снижается интенсивность обменных процессов между почвой и растениями, ухудшается их питательный режим.

Наблюдения за динамикой грунтовых вод и влажностью почвы показали, что в периоды вегетации 2011 – 2015 годы формируется благоприятный водный режим на участке – уровень грунтовых вод изменялся в пределах от 65 до 100 см, а влажность почвы колебалась в пределах 72-90 % НВ.

В эти годы влажность почвы и УГВ находились в оптимальных параметрах для роста и развития растений. В сухой и жаркий 2011 г уровень воды в магистральном канале резко понизился, что не позволило набрать необходимого количества воды для увлажнения почвы. В результате чего УГВ понизился до 124 см, а влажность почвы упала ниже 60 % НВ, что отрицательно повлияло на урожай вико-овсяной смеси. Поддержание шлюзом-регулятором оптимального водного режима в 2011 – 2015 гг. эффективно сказалось на урожае. Урожайи вико-овсяной смеси на зеленый корм по вариантам опыта за 2011-2015 гг. представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси по вариантам опыта за 2011-2015 гг, т/га; % прибавка урожая

Вариант	2011 г		2012 г		2013 г		2014 г		2015 г	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Контроль	4,8	-	15,7	-	12,5	-	12,7	-	12,5	-
Фон	10	108,3	19,5	24,2	14	12	14,5	14,2	14,0	12,0
Фон+40	11,5	139,6	24,6	56,7	17	36	17,5	37,8	17,0	36,0
Фон+60	12,5	160,4	27,3	73,9	19,5	56	20,9	64,6	19,5	56,0
Фон+80	15	212,5	30,2	92,4	22,5	80	22,7	78,7	22,5	80,0

По данным таблицы видно, что самый высокий урожай вико-овсяной смеси на зеленой корм, как в первый, так и в последующие годы получен на варианте с внесением удобрительного мелиоранта 80 т на гектар. Урожай составил соответственно: 15,0; 30,2; 22,5; 22,7 и 22,5 т/га, что в 2 - 3 раза больше чем на контроле. Максимальная урожайность вико-овсяной смеси получена на всех вариантах во второй год исследований, что связано с благоприятными погодными условиями в период вегетации. Значительный урожай зеленой массы вико-овсяной смеси получен также на варианте фон+60 т/га удобрительного мелиоранта. Который составил по годам: 12,5; 27,9; 19,5, 20,9 т/га, что дало прибавку от 56 до 160,4%. В

среднем за четыре года по этому варианту прибавка составила 75,9%. По экономическим показателям вариант фон+60 т/га удобрительного мелиоранта является наиболее эффективным. Расчет эколого-экономической эффективности был выполнен в соответствии с РД-АПК 3.00.01.003-03 по оценке общественной эффективности, которая учитывает, наряду с повышением урожайности от внесения УМ, экологические последствия реализации мелиоративных мероприятий по восстановлению плодородия малопродуктивных и деградированных почв [12]. Дисконтированное сальдо приростного потока за 4 года функционирования опыта показал наибольшую эффективность варианта фон+60 т/га. За весь период исследований получено превышение урожайности всех вариантов норм внесения УМ по сравнению с контролем, что подтверждает перспективность применения разработанного удобрения-мелиоранта для восстановления плодородия деградированных длительно используемых торфяных почв.

В результате применения удобрительного мелиоранта и поддержание оптимального водного режима шлюзованием показало, что наибольшую прибавку к урожаю зелёной массы вико-овсяной смеси дал вариант с внесением 80 т/га по всем четырем годам, а наиболее экономически эффективной дозой внесения в почву удобрительного мелиоранта является доза 60 т на гектар.

Таким образом, применение удобрительного мелиоранта и подпочвенного увлажнения на сработанных торфяных почвах повышает урожай вико-овсяной смеси на 20-40% и более.

#### **Список использованных источников**

1. Когут Б.М. Потери и воспроизводство органического вещества в пахотных почвах [Текст] /Лукин С.М., Масютенко Н.П., Шарков И.Н. / Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирование систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. Т. 1. – М.: Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева, 2013. – С. 369 – 382.
2. Яшин В.М. Повышение плодородия деградированных и малопродуктивных почв путём применения удобрительно-мелиорирующих смесей [Текст] / Кирейчева Л.В., Перегудов С.В., Евсенкин К.Н., Шилова Е.Ю. / Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. - № 5 – 6. – С. 26 – 31.
3. Кирейчева Л.В. Хохлова О.Б. Способ приготовления удобрительно мелиорируемой смеси на основе карбонатного сапропеля / Патент РФ №2286321 от 27.10.2006 г.
4. Кирейчева Л.В. Комплексные мелиорации - основа создания продуктивных и устойчивых агроландшафтов, Юбилейная конференция, Современные проблемы мелиорации и водного хозяйства, Том-1, М., 2009,с. 13-25.



5. Кирейчева Л.В. Использование биогумуса и удобрительно-мелиорирующей смеси для повышения плодородия длительно используемых почв выработанных торфяников. [Текст] Перегудов С.В., Яшин В.М., Евсенкин К.Н. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции ведущих специалистов, ученых, предпринимателей и производителей «Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: Проблемы, перспективы, достижения» Минск, 4-8 июня 2007г.
6. Томин Ю.А. Требования сельскохозяйственных культур к водному режиму «Рекомендации по эффективному использованию мелиорируемых земель Рязанской области», Рязань, 1977, с. 41-47.
7. Маслов Б.С. Эффективность и режим увлажнения с-х культур на торфяных почвах в засушливые годы. [Текст] Марчук Р.Н., Томин Ю.А. Экспресс-информация, серия 2, вып.5., «Осушение и осушительные системы», М., 1973, с. 8-11.
8. Добрачев Ю.П. Шлюзование – один из методов снижения загрязнения водных объектов минеральным азотом. Мелиорация и окружающая среда. [Текст] Евсенкин К.Н.// Юбилейный сборник научных трудов, т.1, Москва, 2004, с.225-226.
9. Перегудов С.В. Изучение приемов повышения продуктивности сработанных торфяных почв [Текст] Евсенкин К.Н., Перегудова А.В., Фомкин А.В. // Агрехимический Вестник. – 2014.- №2. С. 14-17.
- 10 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта - М.: «Колос», 1973. с. 15 - 40.
11. Нефедов А.В. Ресурсосберегающие и экологически безопасные режимы орошения многолетних трав в южной зоне Нечерноземья: Автореф.... канд. дисс. – Рязань, 2001. – 23 с.
12. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель. РД-АПК 3.00.01.003-03.
13. Пыленок П.И. Исследование природоохранного режима комплексной мелиорации осушаемой аллювиальной почвы при возделывании раннего картофеля. [Текст] Сидоров И.В., Сельмен В.Н., Ситников А.В., Родькина В.Н., Гавриков А.В. // Сб. науч. Тр. Выпуск 3- Рязань; Мещерский филмал ГНУ ВНИИГиМ, 2008, с.447-452.
14. Ильинский А.В. Очистка и детоксикация оподзоленных и выщелоченных черноземов, загрязненных тяжелыми металлами. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / ВНИИГиМ им. Костякова. М., 2003

## СТАЦИОНАРНО-СЕЗОННАЯ СИСТЕМА АЭРОЗОЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ КАУ-1М

*Терпигорев А.А. [taa@vniiraduga.ru](mailto:taa@vniiraduga.ru) зав. научно-исследовательским отделом,  
Грушин А.В. [gav@vniiraduga.ru](mailto:gav@vniiraduga.ru) ст. науч. сотрудник,  
Гжибовский С.А. [gsa@vniiraduga.ru](mailto:gsa@vniiraduga.ru) ст. науч. сотрудник  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно  
– исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»,  
г. Коломна*

Ключевые слова: аэрозольное орошение, дождевание, ирригационное оборудование, технология орошения, садовые насаждения, засуха, суховеи.

Аннотация: В статье рассмотрена система аэрозольного орошения (мелкодисперсного дождевания) разработанная ВНИИ «Радуга» КАУ-1М (Комплект аэрозольного увлажнения одногектарный модифицированный) для проведения освежительных поливов - поддержания микроклимата в наземной части растений в термически напряжённые периоды времени суток.

**Новизна выполняемой работы** состоит в разработке низкоэнергоёмкой и водосберегающей технологии мелкодисперсного увлажнения и стационарно-сезонного комплекта для защиты низкорослых садовых насаждений от засух и суховеев с автоматизацией импульсной водоподачи последовательной работой групп дождевателей по замкнутому циклу. В качестве автоматизированной системы управления будет использоваться электро-гидроавтоматическая система на стандартных сборочных единицах.

Разработанный ВНИИ «Радуга» комплект аэрозольного увлажнения предназначен для поддержания микроклимата наземной части сельскохозяйственных культур в т.ч. низкорослых садов, питомников, чайных плантаций и ягодных насаждений путём снижения температуры приземного слоя воздуха в термически напряжённый период на  $2,0...2,5$  °С и повышения его относительной влажности на  $6...7$  %, а также для защиты растений от заморозков за счёт периодического и многократного распыления дождя малой интенсивности ( $0,06...0,07$  мм/мин) [1].

Этот одногектарный комплект (КАУ-1М) применяется для оснащения оросительных систем и может быть использован в качестве дополнения к основным способам орошения (внутрипочвенному, капельному, поверхностному) или самостоятельно.

Основные данные комплекта (таб. 1), обеспечивающие стабильность показателей качества технологического процесса в условиях эксплуатации: давление на входе к

дождеобразующим устройствам 0,30...0,6 МПа; расход дождеобразующих устройств 0,1 л/с; диаметр капель дождя до 1,0 мм; высота распыления над растениями от поверхности земли 4...5 м; изменение относительной влажности воздуха на 6...7 %; понижение температуры воздуха на 2,0...2,5 °С при скорости ветра 5-15 м/с; подача мелкодисперсного дождя осуществляется многократными импульсами чередующимися длительными паузами [2].

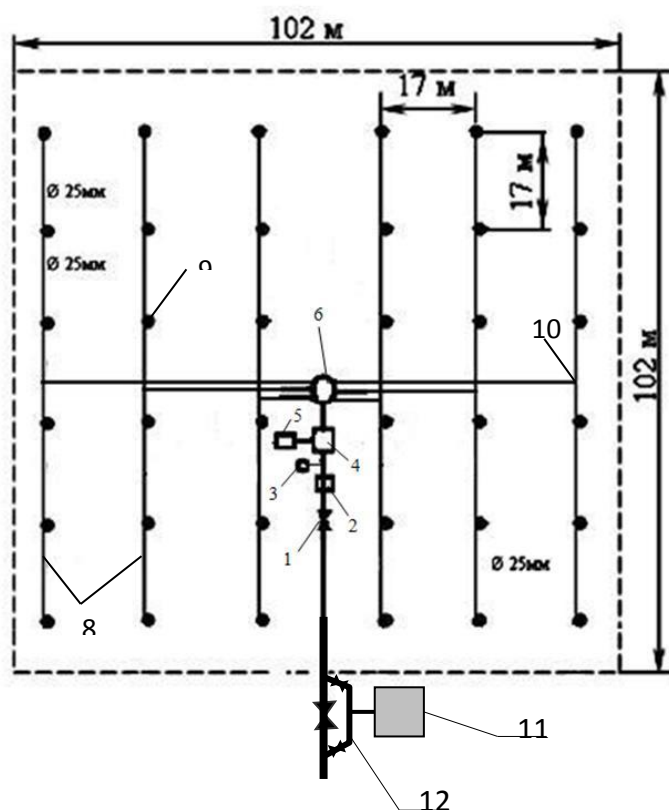
### Состав системы.

Комплект аэрозольного увлажнения КАУ-1М включает (рис. 1): входной кран 1, фильтр 2; манометр 3; электромагнитный клапан 4 с контроллером 5; распределительный клапан 6; распределительные трубопроводы 7; поливные трубопроводы 8; стояки с распыливающими насадками 9.

Комплект имеет оросительную площадь равную 1 га и является модулем для построения систем.

На входе в комплект устанавливается шаровой кран, фильтр, манометр и программируемый блок управления поливом, включающий электромагнитный клапан, компьютеризированный поливной контроллер-таймер и распределительный клапан.

Клапан электромагнитный постоянного тока серии 410 DC Galcon 1½" (рис. 2) выполнен из нейлона с добавлением натурального волокна. Максимальный расход 35 м<sup>2</sup>/ч, рабочее давление 0,07...1,0 МПа, максимальная температура до 80 °С, питание от батареек 9 V (2 шт.) при соленоиде AC RAIN. Исполнение – нормально закрытый, импульсный, двухходовой.



1 – входной кран; 2 – фильтр; 3 – манометр; 4 – электромагнитный клапан; 5 – контроллер; 6 – распределительный клапан; 7 – распределительные трубопроводы; 8 – поливные трубопроводы; 9 – стояк с насадками; 10 – отвод; 11 – ёмкость; 12 – узел ввода блокирующих растворов;

Рисунок 1 – Схема сети

Комплект КАУ-1М разработанный ВНИИ «Радуга» включает: мелкодисперсные дождеватели, установленные на мачтах, подводящий, распределительный и поливные трубопроводы, бак с раствором солей антагонистов, оснащённый эжектором, узел автоматического управления подачей воды и солей антагонистов, включающий гидроуправляемые клапана с программным обеспечением и насосной станцией [3].

Стойка дождевателя (мачта) предназначена для установки распылителей в зоне действия ветра и подвода к ней оросительной воды.

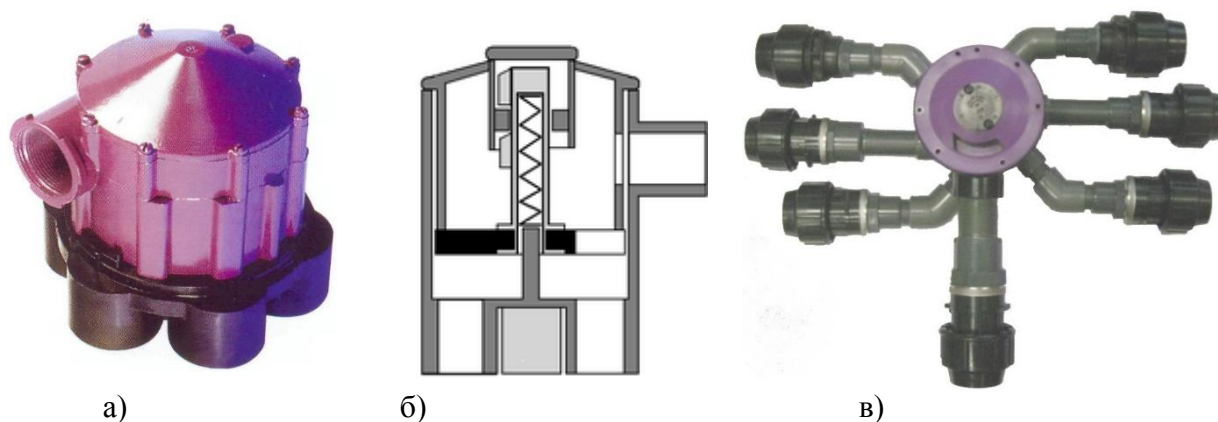
Мачта выполнена разборной из стальных труб. В нижней части мачта снабжена опорой в виде трубчатого стакана, зафиксированного в почве, для обеспечения её устойчивости. Стойка мачты служит для подачи воды от трубопроводной сети к насадкам, она состоит из набора труб переменного сечения. На верхней оконечности стойки установлены распыливающие насадки, обеспечивающие перевод воды в диспергированную влагу. С трубопроводной сетью дождеватель соединяется при помощи фитингов. Общая масса мачты не превышает 15 кг. Установка мачты занимает не более 10...15 минут. Для этого почвенным буром в почве пробуривается отверстие глубиной 700 мм, в неё вставляется трубчатое основание. Мачта в собранном виде поднимается двумя работниками и устанавливается в стакан основания в вертикальном положении и с помощью быстросборных фитингов соединяется с трубопроводной сетью.

Узел автоматического управления подачи - Контроллер-таймер DC-1S Galcon предназначен для автоматического действия системы полива. Водонепроницаемый корпус имеет пошаговое программирование на встроенном дисплее четырьмя кнопками. Работает от двух встроенных щелочных (щелочных) батареек 9V типа «Крона» до 1 года. Корпус водонепроницаемый. Программируемые параметры: продолжительность полива от 1 мин. до 12 ч, частота полива от 1 мин.



Рисунок 2 – Клапан электромагнитный DC

Распределительный клапан серии RCW 6000 (рис. 4) обеспечивает последовательное переключение по 6-ти каналам по сигналу падения расхода на входе. Функционирует при рабочем давлении 0,17...1,02 МПа, расходах 1,26...6,31 л/с. Входной и выходные диаметры 1½". Корпус из литого металла, рабочие части клапана из антикоррозионного ABS полимера.



а – общий вид клапана распределительного; б – разрез; в – клапан в сборе.

Рисунок 3 – Распределительный клапан серии RCW

Узел ввода солей предназначен для непрерывного забора концентрированного раствора солей антагонистов из ёмкости, подачу их требуемым расходом в распределительный трубопровод и разбавление их подаваемой в него оросительной водой до заданной концентрации.

Узел ввода включает: насос-эжектор, соединяемый через байпас с напорным трубопроводом, всасывающей трубы, оснащённой фильтром и ёмкости для концентрированного раствора. Насос-эжектор работает по принципу трубки Вентури, не имеет движущихся частей, не требует техобслуживания, нуждается в минимальном дифференциальном давлении и не требует источника энергии между всасывающей и расходной частью [4].

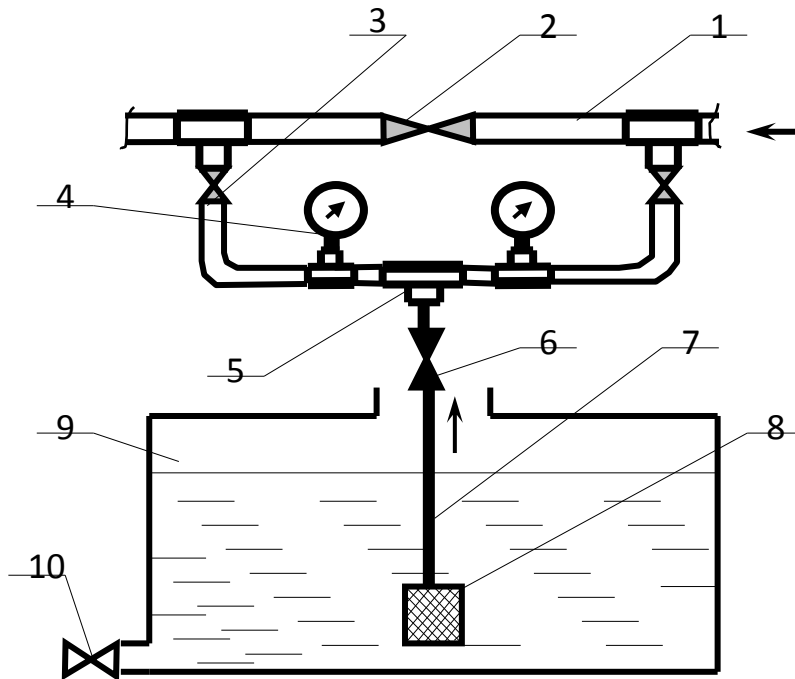
Схема узла ввода солей антагонистов и эжектора приведены на рис.5 и 6.

Насосная станция предназначена для создания рабочего давления на эжекторе, дождевателях и преодоления гидравлических потерь на длине трубопровода.

Оросительная вода в систему мелкодисперсного дождевания может подаваться из открытого водоисточника насосной станцией, непосредственно из напорного трубопровода существующей оросительной сети, а при недостаточном напоре с помощью насосной станции, подсоединённой к гидранту сети.

Трубопроводная сеть предназначена для распределения и подвода воды к распыливающим соплам дождевателей мелкодисперсных. Состоит из напорных полиэтиленовых труб и компрессионных фитингов.

Для подвода и распределения воды по модульному участку комплекта аэрозольного увлажнения используются напорные полиэтиленовые трубы низкого давления (высокой плотности) по ГОСТ 18599-2001 марки ПЭ 63 SDR 11 тяжёлого типа, рассчитанные на рабочее давление до 1 МПа.



1 – распределительный трубопровод; 2, 3 – вентиль; 4 – манометр;  
 5 – насос-эжектор; 6 – шаровой кран; 7 – всасывающая трубка;  
 8 – фильтр; 9 – ёмкость; 10 – кран сливной.

Рис. 4 Узел ввода удобрительно-мелиоративных смесей

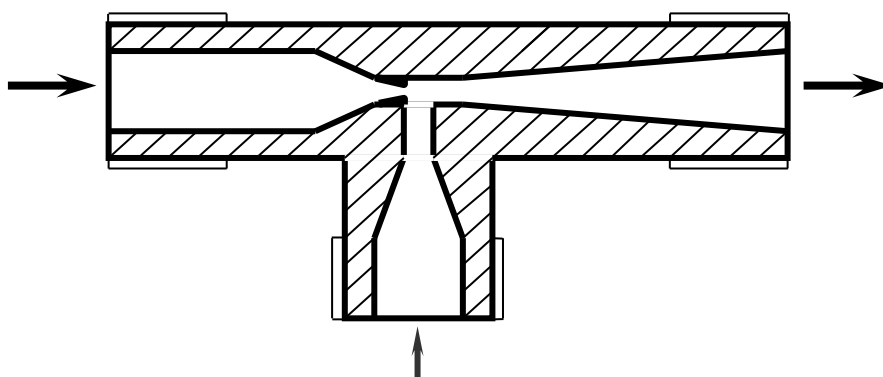


Рис. 5 Насос-эжектор

**Таблица 1 - Техническая характеристика системы**

Наименование показателя	Ед. изм.	Показатели
Тип		стационарно-сезонный
Режим работы		Циклический, автоматический
Тип системы управления		Электрогидравлическое, программное
Площадь	га	до 1
Расход комплекта	л/с	1,0
Расход воды на одну мачту	л/с	0,0654
Напор	м	до 60
Интенсивность	мм/мин	до 0,03
Диаметр капель	мкм	до 300
Количество групп	шт	6
Одновременно работающих групп	шт	1
Длительность полива, регулируемая	мин.	1...720
Длительность паузы	мин.	1...1440
Схема расстановки	м	17x17
Высота установки распылителей	м	5,1
Масса комплекта	кг	600

#### **Работа комплекта мелкодисперсного дождевания КАУ-1М**

Система работает следующим образом. Вода от насосной станции (см. рис. 15) через входной клапан 1 и фильтр 2, поступает по подводящему и магистральному трубопроводам к распределительному клапану 6. По заданной программе контроллер 5 подаёт сигнал электромагнитному клапану 4 на открытие или закрытие распределительного клапана 6. При открытии последнего вода по распределительному и поливным трубопроводам поступает к стояку 9, и по стойкам к насадкам, распыляется ими по принципу гидродинамического диспергирования и под действием ветра распространяется по орошаемой площади. При скорости ветра 3...6 м/с средняя интенсивность дождя составляет не более 0,06 мм/ч. При установке программы на контроллере необходимо руководствоваться тем, что время импульса водоподачи из-за инертности системы не может быть меньше 15 минут.

При подключении к сети растворного узла 12, представленного насосом-эжектором соединённого с ёмкостью для рабочих растворов 11, происходит подача с оросительной водой растворённых в ней химических реагентов, которые, оседая с каплями воды на листовой покров, поглощаются растениями, снижая при этом потребление подобных элементов из почвы корневой системой. Для подключения узла ввода удобрительно-мелиоративных смесей (рис. 4) необходимо вентилями 2 и 3 установить по манометрам 4 перепад давления на байпасе равный ижекционному расходу по инструкции насоса-эжектора 5 и открыть кран 6. В этом случае из ёмкости 9 через фильтр 8 по всасывающей трубке 7 насосом-эжектором 5 в распределительный трубопровод 1 будет вводиться солевой раствор требуемым расходом.

Наибольшая эффективность применения аэрозольного (мелкодисперсного) орошения проявляется, когда поданная на поверхность наземной части растений вода испаряется, снижая температуру. Увлажнение осуществляют с интервалами до 20 мин. Эффект снижения обеспечивает снижения температуры окружающего воздуха на 2...4 °С, повышения влажность приземного слоя воздуха на 15...20%. В отечественной практике применяются различные мелкодисперсные дождевальные машины и установки в том числе выполненные на базе турбогенераторов и переоборудованных дождевальных машин. Однако использования таких устройств при их ограниченной загрузки в течении сезона мало эффективно. [5]

Основными преимуществами мелкодисперсного способа дождевания являются:

- значительная экономия оросительной воды;
- возможно дождевание при неровном рельефе местности, включая уклоны свыше 0,1 вследствие чего, отпадает необходимость в предварительной планировке орошаемого участка;
- нет поверхностного стока воды, а, следовательно, исключается смыв и эрозия почвы;
- возможность строгого нормирования воды в соответствии с ежедневной ее потребностью растениями;
- возможность регулирования интенсивности дождя и размера капель;
- полностью исключается подъем уровня грунтовых вод и заболачивания орошаемых земель;
- полностью устраняется разрушение и даже идет упрочнение структурных агрегатов почвы;
- возможность полной автоматизации полива;
- заметное увеличение урожайности культур.

#### **Список использованных источников**

1. Проведение исследований, разработка технологий и обоснование параметров технических средств многоцелевого использования поливной техники при орошении сельскохозяйственных культур (внесение минеральных удобрений и средств защиты растений с поливной водой): отчёт о НИР (заключит.) / Всерос. науч.-исслед. ин-т систем орошения сельхозводоснабжения «Радуга»; рук. Темы Ольгаренко Г.В.; исполн. Терпигорев А.А., [и др]. Пос. Радужный, 2016. 104 с.
2. Гжибовский С.А. Влагоудерживающая способность листьев и распределение дождя при мелкодисперсном дождевании / С.А. Гжибовский // Новые инновационные технологии и экологическая безопасность в мелиорации: сборник научных докладов III-ей



Международной (7-ой Всероссийской) конференции молодых учёных и специалистов. – Коломна: ФГБНУ ВНИИ «Радуга». – С.23-26.

3. Гжибовский С.А. Мелкодисперсное дождевание как способ борьбы с засухами и суховеями / С.А. Гжибовский // Климат и природа. - 2012. - № 4 (5). С. 40-48.
4. Терпигорев А.А. Технические средства и конструкция автоматизированной стационарно-сезонной системы надкранового увлажнительного дождевания / А.А. Терпигорев, С.А. Гжибовский // Таврический вестник аграрной науки. - 2017. - № 3 (11). - С. 124-131.
5. Терпигорев А.А. Малоинтенсивные технологии орошения садов / А.А. Терпигорев, А.В. Грушин, С.А. Гжибовский // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. - Т. 51. - С. 333-340.

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОБСТАНОВКИ В БАССЕЙНЕ Р. САЛ

*В. Д. Гостищев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;*

*Т. С. Пономаренко, научный сотрудник;*

*А. В. Бреева, младший научный сотрудник*

*Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация*

**Аннотация.** Целью исследований являлось установление дефицитов располагаемых водных ресурсов на р. Сал. В статье представлены результаты расчетов водохозяйственного баланса более чем по 30 створам на наиболее характерных участках реки. Выполнен подробный анализ полученных результатов в части расходной составляющей водохозяйственного баланса.

**Ключевые слова:** водохозяйственный баланс; сток; бассейн реки; дефицит; расчетный створ; испарение; потери воды; безвозвратное изъятие; водохранилище.

**Annotation.** The aim of the research was to establish the deficit of available water resources on the river Sal. The article presents the results of calculations of water balance for more than 30 areas on the most characteristic parts of the river. A detailed analysis of the results in terms of the expenditure component of the water balance was performed.

**Keywords:** water balance; runoff; river basin; the deficit; the estimated target; evaporation; loss of water; a non-refundable withdrawal; reservoir.

**Введение.** Река Сал берет начало на западных склонах возвышенности Ергени в балке Джурак в Республике Калмыкии у границы с Ростовской областью и является левым притоком р. Дон. Общая длина составляет порядка 800 км [1], при этом площадь бассейна равна 21300 км<sup>2</sup>, из них в Ростовской области расположено 20150 км<sup>2</sup> [2].

Бассейн р. Сал находится в пределах семи юго-восточных районов Ростовской области: Орловского, Дубовского, Зимовниковского, Пролетарского, Ремонтненского, Мартыновского и Семикаракорского. На данной территории проживает порядка 236 тыс. чел. [3].

Для данной реки характерна большая степень зарегулированности стока, что напрямую связано с дефицитностью водных ресурсов в меженный период. На балках и русловых участках реки расположено большое количество водоподпорных ГТС (около 200) [4, 5].

В бассейне р. Сал за многолетний период сформировался сложный водохозяйственный комплекс (ВХК), включающий коммунально-бытовое, промышленное и сельскохозяйственное водоснабжение, орошаемое земледелие и обводнение пастбищ, прудовое рыбоводство, естественно-экологические потребности водных объектов [6, 7].

Введенная в эксплуатацию в 1965 г. Верхне-Сальская обводнительно-оросительная

система в годы советской власти (дореформенный период 1991 г.) позволяла решать большую часть этих вопросов путем переброски части стока р. Дон из Цимлянского водохранилища по Донскому магистральному каналу (ДМК) [8]. Однако в настоящее время система требует больших капиталовложений для ее реконструкции (порядка 3 млрд руб.), без чего ее функционирование невозможно. Кроме того, требуются ежегодные затраты на машинный водоподъем при транспортировке воды [9].

Основной целью исследования является установление дефицитов располагаемых водных ресурсов на р. Сал на основе водохозяйственных расчетов. Для достижения данной цели возникла необходимость в решении ряда задач, включающих определение следующих параметров: количественных показателей использования водных ресурсов, режимов и объемов их использования, дефицитов и относительных избытков воды на отдельных участках, характеристик деформации естественного стока, безвозвратных потерь и изъятия воды в разрезе расчетных участков и бассейна в целом [10, 11].

**Материалы и методы.** Водохозяйственная обстановка в бассейне р. Сал анализируется на основе методики расчета водохозяйственного баланса путем оценки и сопоставления приходных и расходных статей имеющихся водных ресурсов [12].

Водохозяйственные расчеты выполнялись в соответствии с методикой расчета водохозяйственных балансов водных объектов, утвержденной Приказом МПР РФ от 30.11.2007 № 314.

Так как в бассейне отсутствует фактор многолетнего регулирования стока, все расчеты выполнены для характерных по водности лет естественного стока: средневодного (50 % обеспеченности по стоку), среднемаловодного (75 % обеспеченности) и крайне маловодного (95 % обеспеченности). Исходные данные для расчета основных гидрологических характеристик получены из работы Л. Ф. Мухина [13], среднегодовые расходы рассчитаны с использованием методики, изложенной Т. С. Шмидтом [14], параметры внутригодового распределения стока определены по методике Г. В. Железнякова [15]. Водные ресурсы бассейна реки в среднем по водности году ( $P = 50\%$ ) составляют 341,3 млн м<sup>3</sup> [16].

Водохозяйственные расчеты выполнялись для оценки степени водообеспеченности сложившегося современного водопользования в бассейне р. Сал. Кроме того, учитывалась естественная проточность и поступление донской воды через ДМК.

За основной расчетный уровень проработки принят современный с учетом параметров и режимов водопользования основных участников ВХК, определенных в результате проведения исследований, а также отвечающих развитию на среднесрочную перспективу согласно принятому сценарию с учетом выполненных мероприятий и возможного восстановления орошения до уровня, отвечающего последнему году дореформенного периода.

При выполнении водохозяйственных расчетов в основу положены следующие материалы:

- ежегодная отчетность (формы 2-ТП (водхоз)) об использовании водных ресурсов в бассейне р. Сал;
- проект схемы комплексного использования и охраны объектов бассейна р. Дон [17];
- схема восстановления и поддержания экологического равновесия на реках бассейна р. Дон [18].

В приходной части водохозяйственных балансов учтен поверхностный сток с частной водосборной площади, подземные и грунтовые воды, возвратные воды на участок от водопользователей, деформация стока подземными водами, дотация подземных вод (внешние и внутрибассейновые переброски).

В приходной статье водохозяйственных балансов учитывалось поступление стока к расчетному створу с вышерасположенного участка и с частной водосборной площади, сработка прудов и водохранилищ, возвратные воды отраслей народного хозяйства, а также поступление коллекторно-дренажных и сбросных вод с государственных оросительных систем зоны влияния ДМК.

В расходной части водохозяйственных балансов учитывается подача воды для промышленного и коммунально-бытового водопользования, сельскохозяйственного водоснабжения и рыбного хозяйства, потери на испарение с водной поверхности прудов и водохранилищ, расположенных на расчетном участке, и фильтрацию из них, орошение при рассмотрении сценария перспективного развития.

За начало водохозяйственного года принято 1 февраля, а основным расчетным интервалом по времени принят один месяц.

**Результаты и обсуждение.** Водохозяйственные расчеты проводятся по многолетним рядам стока, их результаты оцениваются с помощью следующих показателей.

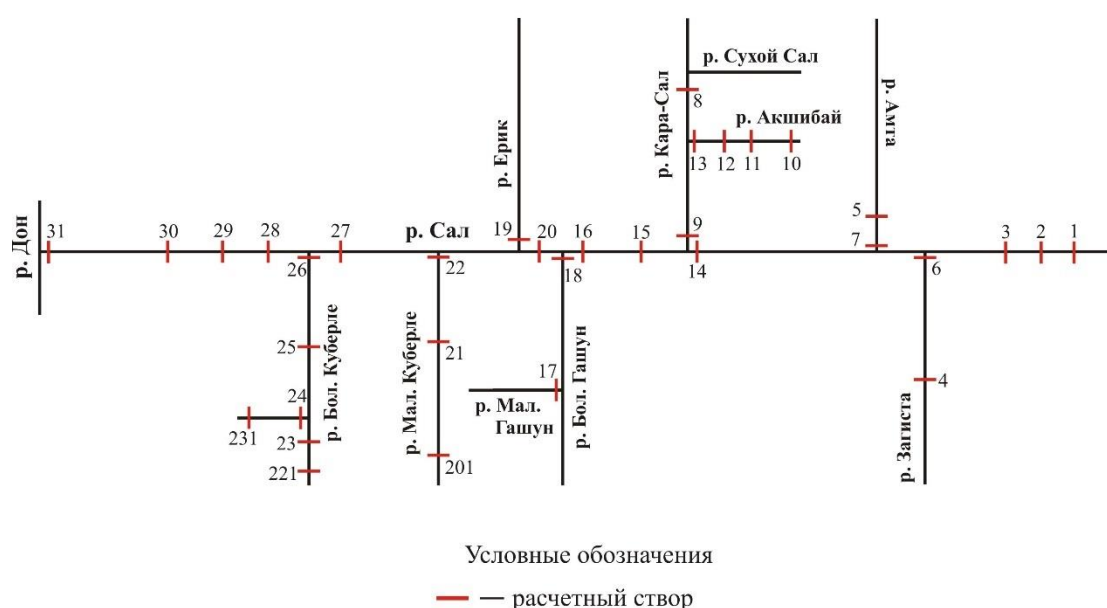
Основным показателем надежности обеспечения объемов водопотребления является показатель расчетной обеспеченности водоотдачи. Под расчетной обеспеченностью водоотдачи (отдачи) понимается вероятность обеспечения потребителя водой по соответствующей норме, выраженная процентом бесперебойных лет.

Считается, что если расчетный баланс для лет, близких к расчетным по обеспеченности водопользования, сводится без дефицитов, то указанная надежность водопользования, устанавливаемая на основе расчетной обеспеченности, достигается.

Бассейн р. Сал расположен на территории Ростовской области и Республики Калмыкии и согласно водохозяйственному районированию в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30 ноября 2006 г. № 728 «О гидрографическом и водохозяйственном районировании территории РФ и утверждении границ бассейновых округов», Приказом МПР РФ от 11 октября

2007 г. № 265 «Об утверждении границ бассейновых округов», «Методикой водохозяйственного районирования территории РФ», утвержденной Приказом Минприроды России от 25 апреля 2007 г. № 111 «Об утверждении Методики водохозяйственного районирования территории РФ», Приказом Федерального агентства водных ресурсов от 5 сентября 2007 г. № 173 «Об утверждении количества гидрографических единиц и их границ» относится к водохозяйственному району 3-8-5 бассейна р. Дон, ограниченному створами 25 – Цимлянский гидроузел и 28 – устье Дона (полный код водохозяйственного района АЗОДОН 0000 0333 0005).

Местоположение расчетных водохозяйственных створов в бассейне р. Сал назначено на границах административных районов, в устьях крупных притоков и рек, в крупных населенных пунктах (рисунок 1).



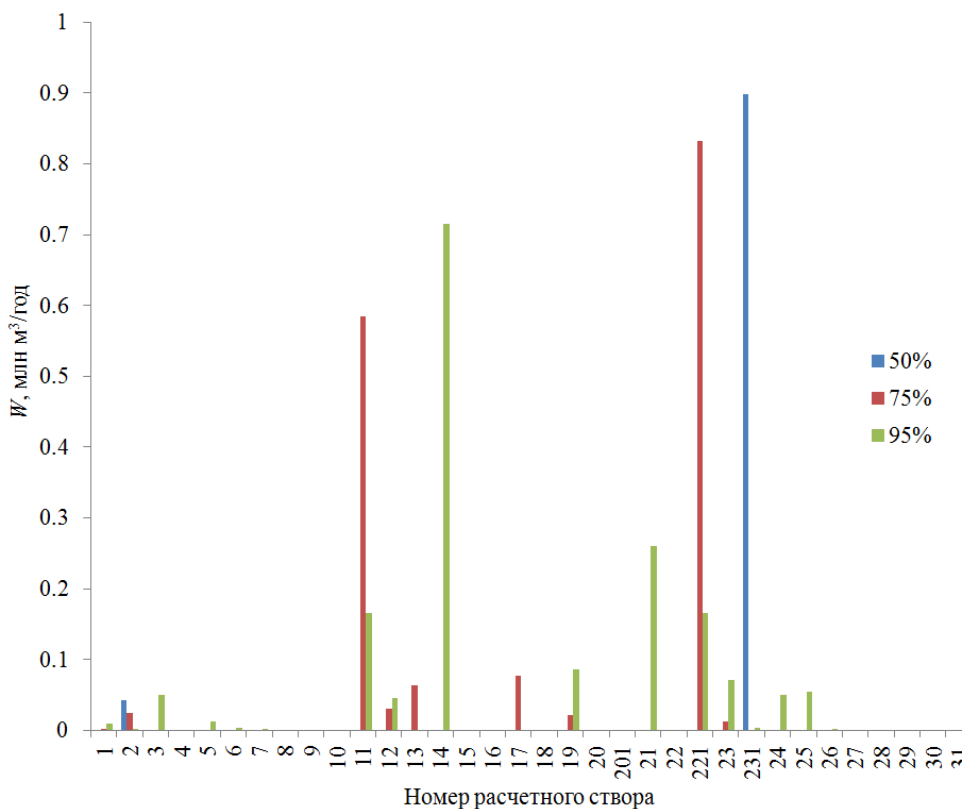
**Рисунок 1 – Схема местоположения расчетных створов**

Как показали водохозяйственные расчеты, выполненные авторами по расчетным годам 50, 75 и 95% обеспеченности в месячных интервалах времени по 34 расчетным створам, на современном уровне развития народного хозяйства в бассейне р. Сал отмечаются дефициты водных ресурсов (рисунок 2).

Дефициты в год 50 % обеспеченности незначительные и отмечаются только на двух участках в весенний период для р. Сал: от границы Калмыкии и Ростовской области в с. Ремонтном до балки Двойной, от истока до границы Орловского и Зимовниковского районов. Причина возникновения дефицита – заполнение в весенний период прудов и водохранилищ на водосборной площади и снижение половодного стока за счет его деформации и перевода в грунтовый из-за распашки земель. Так на участке между 2 и 3 расчетными створами расположено водохранилище № 19, которое является крупнейшим водохозяйственным объектом в бассейне р. Сал. Его полная ёмкость при НПУ равна 60 млн. м<sup>3</sup>, что составляет 45 %

от общей ёмкости прудов бассейна р. Сал. В настоящий момент фактический объем воды в этом водохранилище не превышает 3 млн. м<sup>3</sup>. Стоит отметить, что в настоящее время данный водный объект не эксплуатируется должным образом, что оказывает значительное негативное воздействие на экологию р. Сал и её притоков

Следствием указанного дефицита является несоблюдение экологического стока на участках рек, сток ниже минимально допустимого, принятого в размере 20 % от среднемесячного естественного.



**Рисунок 2 – Дефициты водных ресурсов в бассейне р. Сал**

Дефициты в год 75 % обеспеченности отмечаются на девяти участках бассейна. Причина возникновения дефицита та же – потери стока в весенний период для заполнения прудов, деформация стока подземными водами, а в летний период за счет существенных потерь на испарение из прудов.

На большинстве участков эти дефициты незначительны, за исключением участка р. Акшибай от границы Ростовской области до границы Калмыкии (0,585 млн м<sup>3</sup>). Причина дефицитов – большое количество прудов, их заполнение весенним стоком в объеме 1,942 млн м<sup>3</sup> и суммарные потери на испарение в объеме 2,28 млн м<sup>3</sup>. Дефицит также на участке р. Большая Куберле от истока до пос. Красноармейского (выше балки Зундова) в объеме 0,833 млн м<sup>3</sup>. Причина дефицитов – также большое количество прудов, их заполнение весенним стоком в объеме 1,309 млн м<sup>3</sup> и суммарные потери на испарение в объеме 2,128 млн м<sup>3</sup>, кроме

того, деформация стока подземными водами за счет распашки земель, которая составила 0,492 млн м<sup>3</sup> в марте и 0,188 млн м<sup>3</sup> в апреле, что ведет к значительному сокращению экологического стока в водотоках.

В год 95 % обеспеченности стока дефициты имеют место на половине участков бассейна р. Сал и вызваны теми же причинами. И хотя в абсолютном выражении в большинстве случаев они имеют незначительную величину, но это обусловлено в первую очередь небольшими установленными значениями минимального экологического стока для данного по обеспеченности года.

Ниже иллюстрируются основные факторы возникновения дефицитов за счет потерь воды на испарение и изъятия стока в весенний период с целью наполнения прудов и водохранилищ в разрезе расчетных створов (рисунки 3, 4).

Здесь выделяются участки 8, 14, 16, 17, 19, 21, 221. Общие потери на испарение в годы 50 и 75 % обеспеченности составляют 29–33 млн м<sup>3</sup>/год. В год 95 % обеспеченности суммарные потери составляют значительно меньше (около 12 млн м<sup>3</sup>), что обусловлено малым объемом их заполнения в крайне маловодный год.

Общая величина безвозвратного изъятия стока в бассейне р. Сал (рисунок 5) в настоящее время составляет около 35 млн м<sup>3</sup>/год, при этом основной фактор – потери воды на испарение из прудов и водохранилищ (83–94 %).

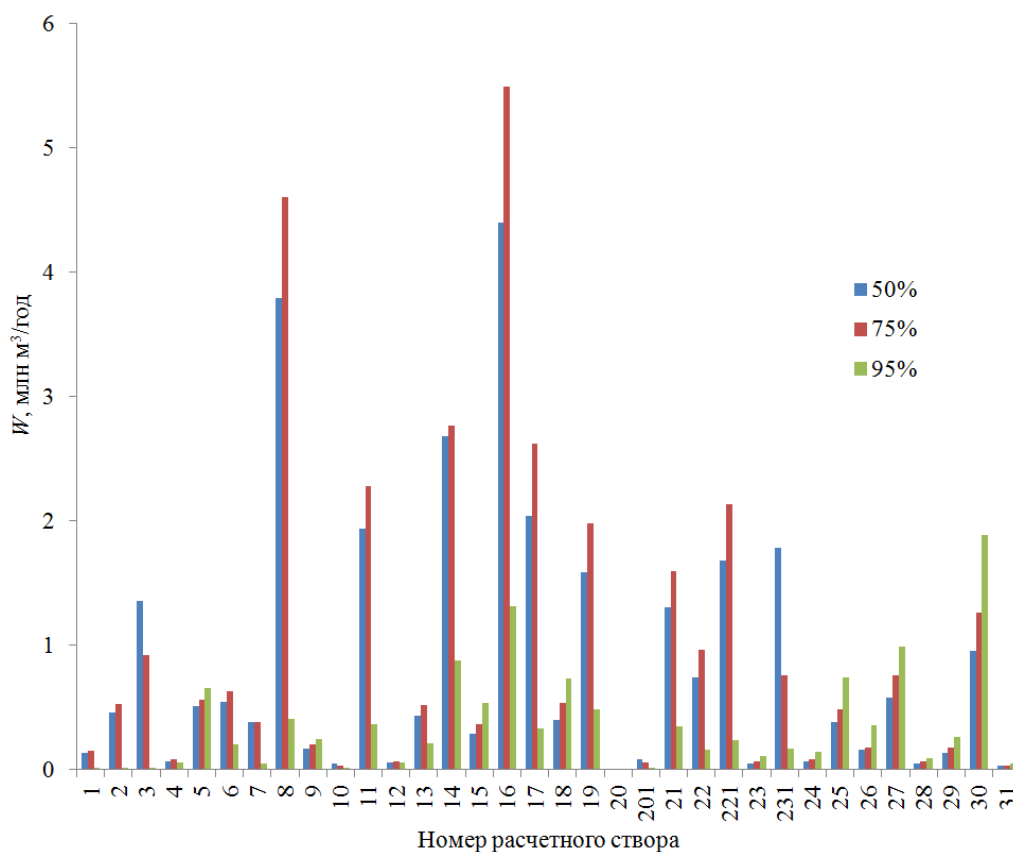
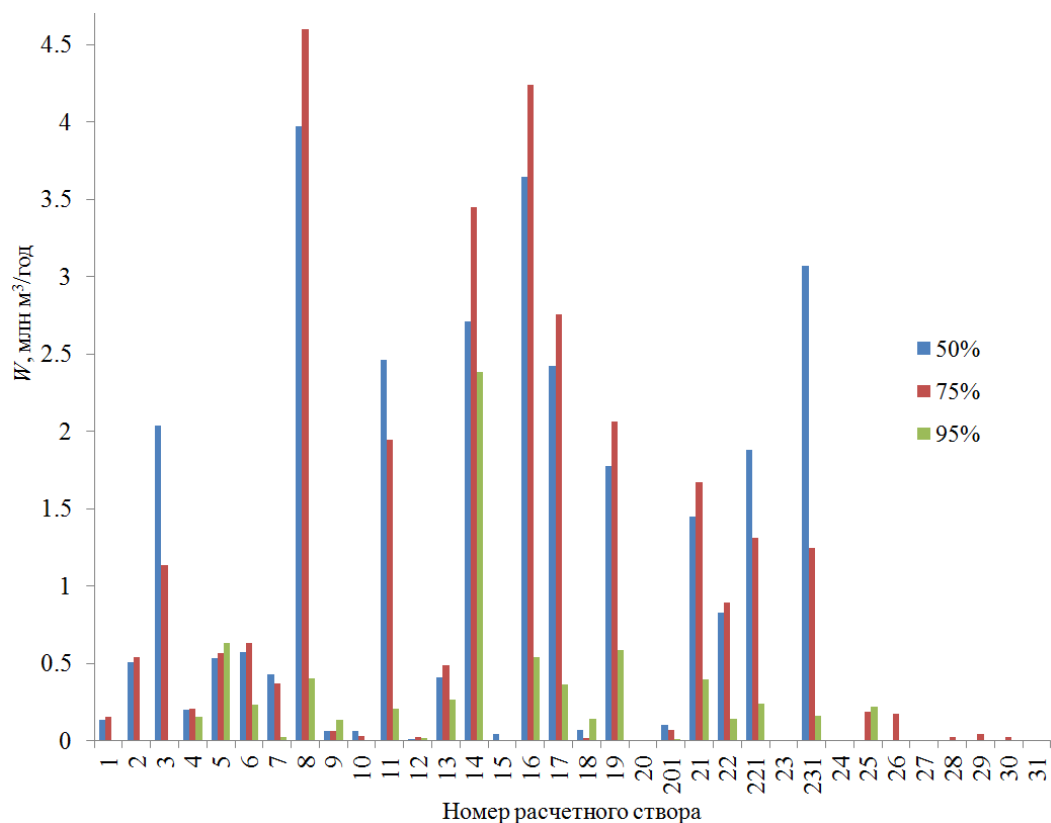
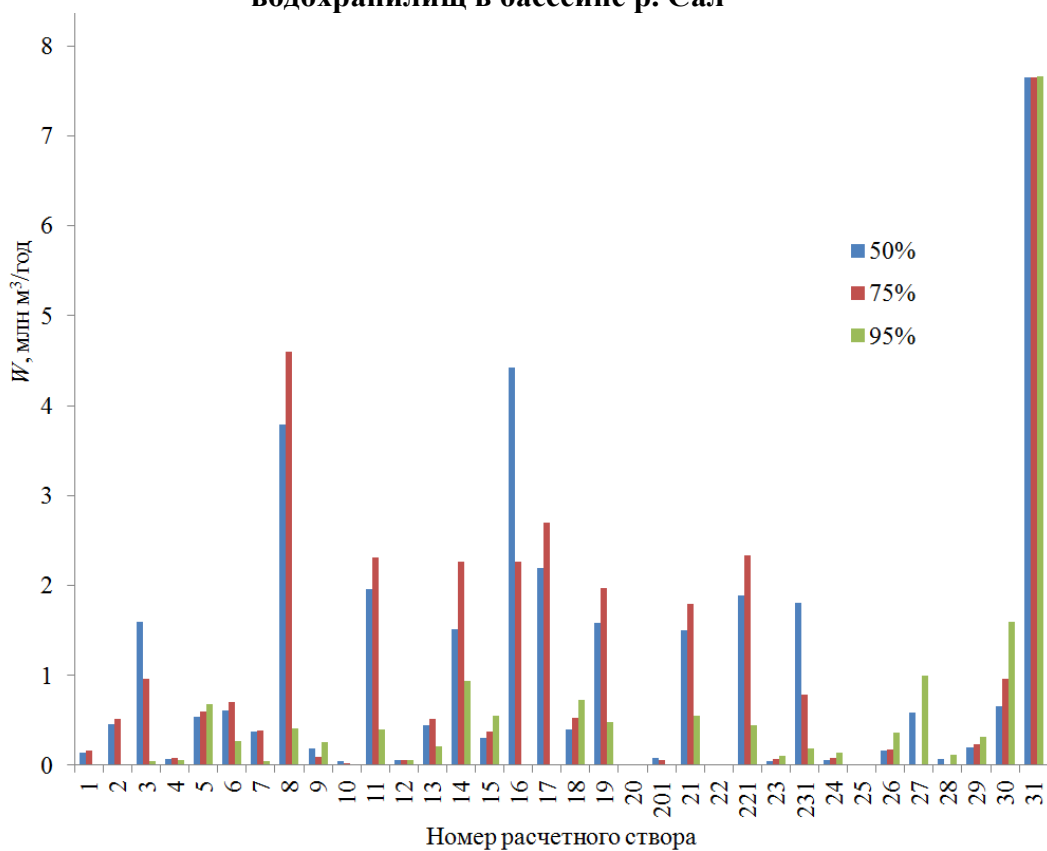


Рисунок 3 – Суммарные потери воды на испарение в бассейне р. Сал



**Рисунок 4 – Суммарное изъятие стока в весенний период для наполнения прудов и водохранилищ в бассейне р. Сал**



**Рисунок 5 – Безвозвратное изъятие стока в бассейне р. Сал**

В ходе исследования выявлены факторы, которые в значительной степени способствовали ухудшению водного и санитарного состояния реки:



- стихийность в регулировании стока р. Сал и ее притоков, выражающаяся в полном перехвате весеннего стока ГТС неинженерного типа без последующих попусков в летнюю межень (217 шт.);

- высокая распаханность водосбора (80 %);

- интенсивное применение удобрений и пестицидов в сельскохозяйственном производстве;

- водопой скота в русле р. Сал и ее притоков;

- низкая залесенность водосбора (до 5 %);

- наличие водной и ветровой эрозии почв.

### **Выводы**

1 Современная хозяйственная деятельность в бассейне определяется следующими участниками водохозяйственного комплекса: промышленно-коммунальным и сельскохозяйственным водоснабжением, земледелием, русловым и балочным регулированием стока, рыбным хозяйством, прочими видами.

2 Водные ресурсы бассейна реки в средний по водности год ( $P = 50\%$ ) составляют 341,3 млн м<sup>3</sup>. Потери стока на испарение с площади зеркала существующих прудов и водохранилищ составляют в среднем 47 млн м<sup>3</sup>. Уменьшение стока реки на величину объема заполнения прудов и водохранилищ составляет 132 млн м<sup>3</sup>. Агротехнические мероприятия и другие воздействия на поверхности водосбора бассейна реки уменьшают средний весенний сток на 15–20 %, или 58,0 млн м<sup>3</sup>.

3 Как показали водохозяйственные балансы, на современном уровне развития народного хозяйства в бассейне р. Сал отмечаются дефициты водных ресурсов. Причина возникновения дефицита – заполнение в весенний период прудов и водохранилищ на водосборной площади и снижение половодного стока за счет его деформации и перевода в грунтовый из-за распашки земель.

4 Снижение и устранение дефицитов водных ресурсов в большинстве створов возможно в результате ликвидации неинженерных прудов на боковой приточности и создания относительно крупных природоохранных прудов, предназначенных для перерегулирования весеннего стока с целью ликвидации дефицитов водопотребления и увеличения водности р. Сал.

5 Дополнительные водные ресурсы для осуществления попусков в р. Джурак-Сал могут быть накоплены в водохранилище № 19 Ремонтненского района, которое на настоящее время является единственным искусственным водоёмом, способным в перспективе являться источником для обводнения вододефицитных районов Ростовской обл. (Ремонтненский, Заветинский, Дубовский). При условии наполнения данное водохранилище может быть

использовано для осуществления попусков в межень период в р. Джурак-Сал, что повысит водообеспеченность ниже расположенных водных объектов и значительно улучшит экологическую обстановку в бассейне р. Сал. В результате исследования предусмотрены мероприятия по ликвидации 14 подпорных сооружений, с общим объемом около 7,475 млн. м<sup>3</sup> препятствующих притоку воды в водохранилище № 19, что повысит его водообеспеченность.

6 Повышение водообеспеченности и санитарной проточности реки Сал, а также ее притоков (Б. Куберле, Мал. Куберле, Б. Гашун и Мал. Гашун) может быть осуществлено за счет сброса воды на обводнение из государственных мелиоративных каналов и систем. Реконструкция и запуск в работу Верхне-Сальской обводнительно-оросительной системы позволит существенно улучшить водохозяйственную обстановку в наиболее засушливых восточных районах Ростовской области в бассейне р. Сал.

#### **Список использованных источников**

1. Сысоев, Д. Сал – левый приток Дона [Электронный ресурс] / Д. Сысоев. – Режим доступа: <http://tihiy-don-river.narod.ru/sal.html>, 2017.

2. Природные ресурсы Ростовской области: справочник / под ред. В. М. Остроуховой. – Ростов н/Д.: Новая кн., 2003. – 151 с.

3. Черняев, А. М. Вода России. Речные бассейны / под науч. ред. А. М. Черняева; ФГУП РосНИИВХ. – Екатеринбург: Аква-Пресс, 2000. – 536 с.

4. Плечко, Л. А. Водные маршруты СССР. Европейская часть / Л. А. Плечко, И. П. Сабанеева. – М.: Физкультура и спорт, 1973. – 184 с.

5. Мордвинцев, М. М. Речные водохозяйственные системы на малых степных реках / М. М. Мордвинцев. – Ростов н/Д.: СКНЦ ВШ, 2001. – 382 с.

6. Кувалкин, А. А. Экологически устойчивое управление природно-техническими системами бассейнов малых рек / А. А. Кувалкин, В. Л. Бондаренко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2012. – № 3(07). – С. 106–174. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=113&id=126>.

7. Ноздрюхина, Е. В. Современный водохозяйственный баланс малых рек бассейна Дона / Е. В. Ноздрюхина // Проблемы мелиорации и водного хозяйства: материалы науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых, посвящ. проблемам эффективности мелиорации на юге России, г. Новочеркасск, 12–16 апр. 2010 г. / М-во сел. хоз-ва РФ, ФГОУ ВПО «НГМА». – Новочеркасск: НГМА, 2010. – С. 133–138.

8. Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография: в 2 ч / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – 2 ч.

9. Шилер, Г. Г. Использование орошаемых земель на Верхне-Сальской обводнительно-оросительной системе / Г. Г. Шилер, В. А. Галкина, В. В. Макаров // Кадры и научно-технический прогресс в мелиорации: материалы Всерос. науч.-техн. конф., г. Новочеркасск, 25 сент. 1996 г. – 27 сент. 1997 г. / ФГОУ ВПО «НГМА». – Новочеркасск: НГМА, 1997. – С. 90–91.
10. Косиченко, Ю. М. Современные водохозяйственные проблемы на Нижнем Дону / Ю. М. Косиченко // Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2016»: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., г. Ростов-на-Дону, 5–7 окт. 2016 г. – Новочеркасск: Лик, 2016. – С. 23–30.
11. Гаврилюк, С. М. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов бассейна реки Сал / С. М. Гаврилюк, Г. А. Сенчуков, В. Д. Гостищев // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – Вып. 53. – С. 30–34.
12. Красов, В. Д. Оценка водообеспеченности территорий на основе водохозяйственного баланса / В. Д. Красов, А. Ю. Черемисинов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2011. – № 4. – С. 246–250. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17438394>.
13. Мухин, Л. Ф. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 7. Донской район / Л. Ф. Мухин. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 460 с.
14. Шмидт, Т. С. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / Т. С. Шмидт. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 444 с.
15. Железняков, Г. В. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока / Г. В. Железняков, Т. А. Неговская, Е. Е. Овчаров; под ред. Г. В. Железняка. – М.: Колос, 1984. – 205 с.
16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 7. Донской район / под ред. Д. Д. Мордухай-Болтовского. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 267 с.
17. Проект схемы комплексного использования и охраны объектов бассейна р. Дон / ФГУП РосНИИВХ. – Екатеринбург, 2010. – 343 с.
18. Схема восстановления и поддержания экологического равновесия на реках бассейна р. Дон. – Ростов н/Д.: Южгипроводхоз, 1992. – 116 с.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ КОМПЛЕКСОМ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

*А.В. Ильинский, к.с.-х.н., доцент*

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова»,  
Межсерский филиал, г. Рязань, пос. Солотча*

**Ключевые слова:** биологический барьер, загрязненность, поллютант, почва, санация, сельское хозяйство, толерантность, тяжёлые металлы, устойчивость, фиторемедиация, фитоэкстракция, экологическая безопасность, эффективность.

**Аннотация:** The work is devoted to the theoretical substantiation of the purification of soils polluted with heavy metals. Theoretical substantiation of soil phytoremediation with the help of growing tolerant agricultural plants is presented: they are able to accumulate pollutants intensively, forming a large phytomass; high-barrier plants capable of forming an ecologically safe crop of commercial products. The working hypothesis of cleaning agricultural lands contaminated with heavy metals is formulated in "in situ". The practical significance of the work lies in the possibility of using phytoremediation for the rehabilitation of agricultural lands contaminated with heavy metals in the territory of the Russian Federation.

Содержание в почве различных тяжёлых металлов во многом зависит от химического состава почвообразующих пород и воздействия человека, что выражается в поступлении в почву различных веществ при работе ТЭЦ, металлургических комбинатов, предприятий химической промышленности, автотранспорта, минеральных и органических удобрений, пестицидов и др. [1, 4]. Повышенное количество ТМ в продукции растениеводства создает опасность для здоровья человека и животных. Знание особенностей распределения ТМ в органах и тканях культурных растений помогает при решении вопросов очистки и реабилитации загрязнённых почв, получении экологически безопасной растениеводческой продукции [12]. Загрязнённость почв ТМ вызывает различную реакцию многих видов естественных фитоценозов и сельскохозяйственных культур [1, 5]. Наиболее ядовитыми для растений и ряда микроорганизмов являются ртуть, медь, никель, свинец, кобальт и кадмий [7]. Характерная особенность физиологии ТМ состоит в том, что, если некоторые из них в малых дозах и необходимы для роста растений: входят в состав биологически активных веществ, регулирующих нормальный ход жизнедеятельности организмов, то при высоких концентрациях они могут оказать токсичное действие на клетки, способны нарушать нормальный ход

биохимических процессов, влиять на синтез и функции многих активных соединений: ферментов, витаминов, пигментов [7, 12].

Добиться предотвращения негативных последствий загрязнения отдельных компонентов окружающей среды ТМ и реабилитации деградированных и техногенно загрязнённых земель возможно только с помощью разработки современных, высокоэффективных, экологически безопасных и экономически приемлемых отечественных мелиоративных технологий [1, 3, 6, 9, 10]. Становится очевидным, что при разработке приёмов очистки почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, требуется проработка регионального подхода, учитывающего особенности почвообразовательного процесса, свойства почв, природно-климатические особенности территории, специфичность сочетания тяжёлых металлов [1, 6].

В современных условиях растущего техногенного воздействия на природную среду при решении вопросов очистки и реабилитации загрязнённых комплексом тяжёлых металлов почв особый научный интерес и важное практическое значение приобретают так называемые «зелёные» технологии «in situ», к которым относится фиторемедиация. Современные технологии фиторемедиации могут основываться на разных методологических подходах и нуждаются в специальном рассмотрении [2, 9, 10]. В настоящее время наиболее распространённым методом фиторемедиации загрязнённых тяжёлыми металлами почв является фитоэкстракция, заключающаяся в поглощении растениями поллютантов из почвы и концентрировании их в надземных органах с последующей уборкой и утилизацией загрязнённой фитомассы [8, 10, 12]. Доступность применения фитоэкстракции связана с мобилизацией тяжёлых металлов под воздействием корневых выделений растений, способностью растений к аккумуляции и транслокации поллютантов, устойчивостью к их высоким концентрациям и урожайностью. Доступность металлов растениям может быть усилена с помощью различных мелиорантов [10]. Устойчивость к загрязнению как способность растений сохранять жизнедеятельность в условиях избытка элементов в почве (или окружающей среде) представляет собой общее свойство растений, проявляющееся у них неодинаково [1]. Среди внешних факторов устойчивости растений к загрязнённости почвы тяжёлыми металлами можно выделить низкую растворимость и низкую подвижность катионов в окружающей корни растений среде, а также антагонистическое действие ионов металлов [7]. Различные виды растений обладают неодинаковой способностью поглощать и накапливать тяжёлые металлы. Растения обладают защитными физиолого-биохимическими механизмами, препятствующими поступлению ТМ. Токсичные для растений концентрации ТМ в зависимости от свойств почв могут варьировать в значительной степени [1, 7, 8, 12]. Отдельные виды растений способны выдерживать достаточно высокие концентрации токсичных элементов в почве и поглощать их в процессе жизнедеятельности. Толерантные растения при отчуждении

их надземной массы могут способствовать очищению почв от токсичных элементов. Устойчивость растений к повышенному содержанию тяжёлых металлов в почве и их способность накапливать высокое количество поллютантов опасны, с точки зрения поступления в пищевые цепи загрязняющих почву веществ, но могут быть использованы в целях фиторемедиации [1]. Толерантность не представляет собой единый механизм, а включает в себя несколько метаболических процессов: селективное поглощение ионов; пониженная проницаемость мембран; иммобилизация ионов в корнях, листьях, семенах; удаление ионов из метаболических процессов путем отложения их в фиксированных или нерастворимых формах в различных органах и органеллах; изменение характера метаболизма; адаптация к замещению физиологического элемента токсичным в энзиме; удаление ионов из растений при вымывании через листья, соковыделении, сбрасывании листьев и выделении через корни [7]. По механизму поглощения металлов толерантные растения А.Л. Ковалевский (1969) подразделил на безбарьерные и барьерные. Для фиторемедиации почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, целесообразно использовать безбарьерные и низкобарьерные толерантные растения, способные интенсивно накапливать поллютанты, формируя при этом большую фитомассу. Вместе с тем, выращивание на загрязнённых тяжёлыми металлами почвах средне- и высокобарьерных толерантных растений позволят получать растениеводческую продукцию, удовлетворяющую санитарно-гигиеническим нормативам [1, 6, 7]. В этой связи, изучение толерантности сельскохозяйственных растений к загрязнённости почв комплексом поллютантов приобрело особую актуальность.

Интенсивность поглощения ТМ характеризуется отношением количества элемента в золе растений к его количеству в почве или горной породе. Химический состав сельскохозяйственной культуры зависит от его систематической принадлежности, возраста, места обитания, индивидуальных особенностей жизни и многих других причин. В процессе эволюции, смены поколений этот состав закрепился наследственностью и приобрел черты относительных биохимических констант. Виды растений, сформировавшиеся в гумидных ландшафтах, где преобладают кислые почвы, энергично накапливают катионогенные микроэлементы (Pb, Zn, Cu, Ni, Co и др.) и слабее - анионогенные (Mo, V, Cr, As и др.). В аридных ландшафтах почвы нейтральные и щелочные, в них легче мигрируют анионогенные микроэлементы и слабее – катионогенные, поэтому виды растений, возникшие в аридных ландшафтах, энергичнее накапливают анионогенные микроэлементы. Закрепляясь наследственностью, гумигокатность может проявиться и в аридных ландшафтах (при миграции гумидокатных видов), а ариданитость – в гумидных [11]. Средние коэффициенты биологического поглощения, кларки концентрации элементов в растениях представлены в

таблице 1. При  $A_x > 1$  элементы накапливаются в растениях, а при  $A_x < 1$  только захватываются.

Таблица 1. Ряды биологического поглощения (по А.И. Перельману и Н.С. Касимову, 1999)

Ряды биологического накопления и захвата	Коэффициенты биологического поглощения						
	$A_x$	1000	100	10	1	0,1	0,01
Энергичного накопления	I	Br	Cl	S			
Интенсивного и среднего накопления			B	P	As	Sn	Zn
			Mo	Ag			
			Cd	Hg			
			Au	Sb			
Слабого накопления и сильного захвата					Mn	Ca	Ga
					Cu	Pb	Ni
					K	Mg	Na
					Ca	Sn	Rb
Среднего, слабого и очень слабого захвата							V
							Be
							Cr
							Fe
							F
							Si
							U
							Li
							Al
							Zr
							Th
							Sc

Знание неравномерности распределения ТМ в растениях позволяет разрабатывать систему мероприятий, обеспечивающих получение экологически безопасной продукции при различном уровне загрязнения. Зная распределение ТМ в органах растений, можно оценить их потенциальную и реальную опасность, проводить механическое удаление опасной части растения [12]. Фитоэкстракция наиболее эффективна для почв с невысоким уровнем загрязнённости рядом легко доступных растениям, потенциально токсичных металлов и металлоидов, например, Ni, Zn, Cu, Pb, Cd [1, 8, 9]. Накопление тяжёлых металлов в растениях зависит не только от концентрации и формы соединений каждого из них, но и от всего поступающего комплекса, которому присущи антагонистические и синергические взаимоотношения [1, 6, 7]. Для очистки загрязнённых почв до достижения ПДК или ОДК ТМ с помощью фитоэкстракции требуется обычно продолжительное время, измеряемое единицами и десятками лет [10]. К несомненным достоинствам фиторемедиации следует отнести экономическую эффективность, экологическую безопасность, эстетическую привлекательность и общественное признание [6, 8, 9]. Однако прогресс в области коммерциализации фитоэкстракции тормозится недостаточным пониманием сложных взаимоотношений в ризосфере и механизмов транслокации и аккумуляции металлов в растениях. При подборе фиторемедиантов для фитоэкстракции большое значение имеют приспособленность растений к местным почвенно-климатическим условиям, толерантность к высоким концентрациям тяжёлых металлов, способность к быстрому росту и производству большой биомассы, наличие

мощной корневой системы, эффективность транспорта из корней в побеги, сопротивляемость болезням и вредителям, возможности агротехнической обработки и уборки [9, 10].

В заключении хочется отметить, что хотя биологическая очистка почв с помощью фитомелиорантов и является «мягким» и экстенсивным методом санации, тем не менее, она основана на биологическом круговороте элементов в природе и поэтому является экологически безопасным и относительно дешевым мелиоративным мероприятием. Как один из возможных вариантов утилизации загрязненной фитомассы следует рассматривать приготовление удобрительных смесей на основе золы от фиторемедиантов и торфа с обязательным контролем за содержанием тяжёлых металлов.

#### Список используемых источников

1. Бурлакова, Л.М. Экотоксиканты в системе «почвы-растения-животные» (на примере отдельных зон Алтайского края) [Текст] / Л.М. Бурлакова, О.И. Антонова, Н.Г. Деев, Г.Г. Морковкин и др. Монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. – 236 с.
2. Галиулин, Р.В. Очистка почв от тяжелых металлов с помощью растений [Текст] / Р.В. Галиулин, Р.А. Галиулина // Вестник Российской академии наук. – 2008. – Т. 78. – № 3. – С. 247–249.
3. Евсенкин К.Н. Применение удобрительного мелиоранта и подпочвенного увлажнения для повышения урожайности однолетних трав / К.Н. Евсенкин, С.В. Перегудов, А.В. Нефедов, Н.А. Иванникова // Мелиорация и водное хозяйство проблемы и пути решения. Материалы международной научно-практической конференции (Костяковские чтения) ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова». Т. 2. М., 2016., с. 109-114.
4. Ильинский, А.В. Актуальные аспекты круглогодичного выращивания экологически безопасной растениеводческой продукции в условиях техногенеза с использованием защищенного грунта [Текст] / А.В. Ильинский, В.Н. Сельмен // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. II Международная научно-практическая Интернет-конференция / Составление Н.А. Щербакова / ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». с. Солёное Займище. - 2017. – С. 70-75.
5. Ильинский, А.В. Исследование толерантности сои при выращивании на почве, загрязнённой комплексом тяжёлых металлов [Текст] / А.В. Ильинский, Г.В. Побединская, В.А. Игнатенок // Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур: материалы Международной научно-практической конференции, РГАТУ, Рязань, 3-4 марта 2016. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 96–103.



6. Ильинский, А.В. Устойчивость ярового ячменя к загрязнённости почвы комплексом тяжёлых металлов [Текст] / А.В. Ильинский // Современные тенденции развития аграрного комплекса: материалы международной научно-практической конференции / с. Солёное Займище. – 2016. – С. 463–468.
7. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. [Текст] / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
8. Кирейчева Л.В. К вопросу фиторемедиации почв, загрязнённых комплексом тяжёлых металлов [Текст] / Л.В. Кирейчева, А.В. Ильинский, В.М. Яшин и др. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2016. – № 4. – С. 8–13.
9. Копцик, Г.Н. Проблемы и перспективы фиторемедиации почв, загрязнённых тяжёлыми металлами (обзор литературы) [Текст] / Н.Г. Копцик // Почвоведение. – 2014. – № 9. – С. 1113–1130.
10. Копцик, Г.Н. Современные подходы к ремедиации почв, загрязнённых тяжёлыми металлами (обзор литературы) [Текст] / Н.Г. Копцик // Почвоведение. – 2014. – № 7. – С. 851–868.
11. Перельман, А.И. Геохимия ландшафта [Текст] / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М., 1999. – 763 с.
12. Соколов, О.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 1. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды [Текст] / О.А. Соколов, В.А. Черников. – Пушкино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ЧЕЧЕВИЦЫ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВЛАГООБЕСПЕЧЕНИЯ**

*С.О. Лавренко, к.с.-х.н., доцент, М.В. Максимов, к.с.-н.н., Н.Н. Лавренко, к.с.-х.н.*

*Государственное высшее учебное заведение «Херсонский государственный аграрный университет», Украина, г. Херсон*

**Key words:** lentils, mineral fertilizers, primary tillage, crop density, moisture conditions.

The represents the results of the estimation of basic component parts of the agrotechnical complex of growing lentils under different moisture conditions of the Southern Steppe of Ukraine which allows obtaining high and qualitative grain yields. The research analyzes the impact of mineral fertilizers, tillage, plant density and moisture on the physical properties of soil.

Согласно медицинских норм - суточная потребность человека в белках составляет 90 г, но фактически в мире она колеблется от 25 до 90 г. В настоящее время дефицит животного белка составляет 25% от потребности. Также в одной кормовой единицы корма должно содержаться 110-115 г переваримого протеина, но к сожалению фактически он составляет 85-87% от нормы. В связи с чем, Генеральная Ассамблея ООН объявила 2016 год «Международным годом зернобобовых» для повышения осведомленности о многочисленных преимуществах бобов, увеличение их производства и товарооборота, а также поощрение новых и рациональных методов использования на протяжении всей пищевой цепи. Основным лозунгом является «Зернобобовые - питательные зерна устойчивого будущего» [5].

Зернобобовые культуры – важнейшие звенья агроценозов, которые не имеют аналогов по сбору белка и жира с единицы площади [7, 11]. Они являются доступной альтернативой более дорогого животного белка, что делает их идеальными для улучшения рациона питания людей. Белок, который поступает из молока, в пять раз дороже, чем белок, который может быть получен из зернобобовых. Также переработка бобов обеспечивает дополнительные экономические возможности. Зернобобовые не только полезны для человека, но и способствуют улучшению здоровья животных и плодородия почв, поддержанию биоразнообразия [3, 5].

Чечевица имеет большой генетический потенциал урожайности, высокую питательную ценность, а также является пластической культурой в переменных погодных условий [6]. Она, вместе с другими зернобобовыми культурами, играет важную роль в увеличении ресурсов азота в земледелии, повышении плодородия почвы, обеспечении экологической устойчивости

мелиорированных агроландшафтов, биологизации сельскохозяйственного производства [8, 10]. За период вегетации чечевица способна аккумулировать в симбиозе с клубеньковыми бактериями до 40-90 кг/га экологически безопасного азота, что делает ее хорошим предшественником в севооборотах, а семян - экологически чистым продуктом питания. Однако чечевица в мировом земледелии не может быть отнесена к культурам массового распространения [1, 4].

Несмотря на высокую потребительскую ценность культуры, площади посевов под чечевицей являются нестабильными, а урожайность низка, что обуславливает незначительный ареал распространения чечевицы, а его увеличение зависит от внедрения в производство приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям, технологий выращивания.

Внедрение в структуру посевных площадей чечевицы позволит обеспечить создание и поступление на рынок растительного белка, что пополнит важную часть продовольственной корзины человека, а усовершенствованные элементы ее выращивания обеспечат устойчивое товарное производство и его развитие.

Исследования по усовершенствованию элементов технологии выращивания чечевицы проводили путем постановки четырехфакторного полевого опыта на территории сельскохозяйственного кооператива «Радянська земля» Белозерского района Херсонской области.

В полевых опытах изучали следующие факторы и их варианты:

Фактор А – основная обработка почвы: отвальная на глубину 20-22 см; отвальная на глубину 28-30 см.

Фактор В – фон питания: без удобрений;  $N_{45}P_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}$ .

Фактор С – густота растений, млн/га: 2,0; 2,5; 3,0.

Фактор D – условия увлажнения: без орошения; орошение.

Полевые опыты были заложены в четырехкратной повторности. Расположение вариантов осуществляли методом расщепленных участков с частичной рендомизацией. При проведении исследований руководствовались общепризнанной методике полевых опытов [2, 9].

Проведение опытов сопровождалось анализом образцов почвы, наблюдениями за растениями и метеорологическими условиями. Все учеты и наблюдения проводили в двух несмежных повторениях.

Почва опытных участков темно-каштановый солонцеватая с четкой дифференциации почвенного профиля. Глубина гумусового горизонта 50-55 см с содержанием гумуса 2,5%. Вскипание от НС1 происходило с глубины 60-70 см.

Орошение земель в хозяйстве осуществляется водами Ингулецкой оросительной

системы. Поливная вода Ингулецкой оросительной системы относится по агрономическим показателям до II класса (ограниченно пригодна), а по экологическим - к I классу.

Агротехника выращивания чечевицы была общепризнанной для зернобобовых культур в условиях Южной Степи Украины. После уборки предшественника (озимая пшеница на зерно) проводили двукратное дискование стерни на глубину 6-8 и 10-12 см. Основную обработку почвы выполняли согласно схемы опытов. Под основную обработку вносили минеральные удобрения сеялкой СЗ-3,6 нормой согласно схемы опытов. С целью дополнительного уничтожения сорняков и выравнивания почвы выполняли сплошную культивацию на глубину 12-14 см. При наступлении физической спелости почвы весной проводили боронование БЗСС-1,0. Предпосевную культивацию выполняли на глубину заделки семян. Посев проводили на глубину 5-7 см трактором John Deere 8400 с сеялкой John Deere 740А. Норму высева устанавливали согласно схемы опытов. Семена за 1-2 часа до посева обрабатывали биопрепаратами селекционных высокоэффективных штаммов клубеньковых бактерий (ризобифит чечевичный + фосфозентерин + биополицид в пропорции 1:10) при расчетной дозе инокулюма  $10^6$  бактерий /1 семя. После посева поле прикатывали кольчато-шпоровыми катками. Для борьбы с сорняками до всходов культуры вносили почвенный гербицид Гезагард 500 FW к.с. нормой 3,0 л/га. Против вредителей в фазу «бутонизация - начало цветения» использовали инсектицид Нурел Д нормой 1,0 л/га.

Влажность в активном слое почвы (0-50 см) на вариантах орошения поддерживали на уровне 75-80%НВ. Полив осуществляли с помощью дождевальной машины «Кубань».

Уборку проводили прямым комбайнированием при полном созревании бобов.

В настоящее время сельскохозяйственные товаропроизводители недостаточно внимания уделяют физическим свойствам почвы. Нерациональная и необоснованная обработка создает неблагоприятные условия для роста, развития и формирования урожая культуры, приводит к деградации почв, снижения плодородия, и т.п.. Поэтому, одной из главных задач является оптимизация агротехнологических мероприятий для создания оптимальных физических свойств и соотношение всех фаз и режимов почвы. Такой подход к технологиям выращивания культур в севообороте даст возможность предприятиям значительно повысить эффективность производства. Это мнение разделяют многие отечественные и зарубежные ученые, отмечая, что перед внедрением в производство новых технологических приемов выращивания нужно уделять значительное внимание именно физическим свойствам почвы и его мелиоративным показателям.

Весной плотность сложения почвы в посевном слое семян чечевицы имела оптимальные показатели за обеих глубин обработки почвы в неорошаемых условиях – 1,04-1,05 г/см<sup>3</sup> (табл. 1).

**Плотность сложения почвы на посевах чечевицы в зависимости от исследуемых факторов, г/см<sup>3</sup>**

Среднее за 2013-2015 гг.

Основная обработка почвы (Фактор А)	Условия увлажнения (Фактор D)	Слой почвы, см (Фактор E)	Срок определения	
			при всходах	при уборке
Отвальная на глубину 20-22 см	Без орошения	0-10	1,04	1,16
		10-20	1,13	1,24
		20-30	1,21	1,32
		<b>0-30</b>	<b>1,13</b>	<b>1,24</b>
Отвальная на глубину 28-30 см		0-10	1,05	1,15
		10-20	1,13	1,21
		20-30	1,17	1,30
		<b>0-30</b>	<b>1,11</b>	<b>1,22</b>
Отвальная на глубину 20-22 см	Орошение	0-10	1,16	1,24
		10-20	1,22	1,33
		20-30	1,30	1,39
		<b>0-30</b>	<b>1,23</b>	<b>1,32</b>
Отвальная на глубину 28-30 см		0-10	1,16	1,25
		10-20	1,21	1,30
		20-30	1,27	1,36
		<b>0-30</b>	<b>1,21</b>	<b>1,30</b>
НСР <sub>05</sub> за годы исследований колебалось, г/см <sup>3</sup>	A, D	0,008-0,011	0,008-0,010	
	E	0,010-0,013	0,009-0,012	
	AD	0,012-0,015	0,011-0,014	
	AE, DE	0,014-0,019	0,013-0,017	
	ADE	0,020-0,027	0,019-0,024	

Поэтому в начале вегетации растения чечевицы имели благоприятные условия для формирования высокого урожая. В этой фазе разница была отмечена только на глубине 20-30 см, который при обработке на глубину 20-22 см обрабатывался лишь частично. Так, в слое почвы 0-30 см при обработке на глубину 20-22 см плотность сложения составляла 1,13 г/см<sup>3</sup>, а при обработке на 28-30 см – меньше на 1,8% - 1,11 г/см<sup>3</sup>. В орошаемых условиях динамика изменений физических свойств почвы была аналогичной. При посеве плотность сложения в 0-10 см слое почвы составляла 1,16 г/см<sup>3</sup> и не отличалась за исследуемыми глубинами обработки в отличие от 0-30 см слоя почвы, где при отвальной обработке на 20-22 см она составляла 1,23, а на 28-30 см – 1,21 г/см<sup>3</sup>. Такая разница в физических свойствах при различных условиях увлажнения объясняется тем, что на вариантах орошения агрономически ценные частицы пахотного слоя почвы дополнительно разрушаются под действием воды, причем низкого

качества.

При уборке зерна чечевицы, под действием внешних и внутренних факторов растений произошло уплотнение почвы по всему пахотному слою. В среднем по опыту, плотность сложения увеличилась от 7,1 до 11,5% по разным слоям почвы.

Наибольшее уплотнение наблюдалось на неорошаемых вариантах, что объясняется меньшим развитием корневой системы при дефиците влаги во время онтогенеза чечевицы. В этих условиях при вспашке на глубину 20-22 см почва уплотнилась в слое 0-30 см на 9,7% - до 1,24 г/см<sup>3</sup>. При отвальной обработке почвы на глубину 28-30 см плотность сложения в 0-30 см слое составила на конец вегетации 1,22 г/см<sup>3</sup>, что меньше на 1,6% по сравнению с соответствующими показателями предыдущей обработке.

В орошаемых условиях, благодаря развитию более мощной корневой системы, которая разрыхлила почву, уплотнение за время вегетации было меньшим и составляло от 7,3 до 7,4% в слое 0-30 см. Так, при отвальной обработке на глубину 28-30 см плотность сложения в слое 0-30 см составляла - 1,30, а при 20-22 см – 1,32 г/см<sup>3</sup>.

Для активной работы почвенной микрофлоры необходим воздух, который является одним из главных показателей физического состояния почвы - показателем общей пористости.

При всходах чечевицы общая пористость почвы имела оптимальные показатели (табл. 2). Так, в неорошаемых условиях и вспашке на глубину 20-22 см в слое почвы 0-30 см показатель составлял 57,2%, а с глубины 28-30 см – был большим, составив в итоге – 57,7%. Эта разница объясняется большим уплотнением почвы в слое 20-30 см при обработке на 20-22 см. Аналогичная ситуация отмечалась и в орошаемых условиях, где разница составляла 0,5% в пользу глубокой обработки почвы на 28-30 см (53,9%).

Взаимосвязь плотности сложения почвы и пористости очень плотный и обратный. То есть увеличение (или уменьшение) одного показателя приводит к уменьшению (или увеличению) другого. Таким образом, уплотнение почвы за время онтогенеза культуры уменьшало общую пористость, достигая минимальных значений при уборке. В эту фазу роста и развития чечевицы в неорошаемых условиях общая пористость при вспашке на глубину 20-22 см в слое 0-30 см составляла 52,8, а 28-30 см – 53,6% - и характеризовались удовлетворительными показателями.

При орошении показатели общей пористости имели предельные показатели между удовлетворительными и неудовлетворительными, колеблясь от 47,3 до 52,5%. Худшие условия на конец вегетации были при отвальной обработке на глубину 20-22 см, что характеризовалось показателем 49,7 в слое почвы 0-30 см. Но при рыхлении слоя 20-30 см благодаря вспашке на 28-30 см обеспечило в пахотном слое удовлетворительные показатели – 50,5%. Разница между

показателями, которые анализируем, составляла 1,6 процентных пунктов.

Таблица 2

**Общая пористость почвы на посевах чечевицы в зависимости от исследуемых факторов, %**

Среднее за 2013-2015 гг.

Основная обработка почвы (Фактор А)	Условия увлажнения (Фактор D)	Слой почвы, см (Фактор E)	Срок определения	
			при всходах	при уборке
Отвальная на глубину 20-22 см	Без орошения	0-10	60,2	55,5
		10-20	57,2	52,9
		20-30	54,2	50,1
		<b>0-30</b>	<b>57,2</b>	<b>52,8</b>
Отвальная на глубину 28-30 см		0-10	60,0	56,0
		10-20	57,2	53,8
		20-30	55,8	50,9
		<b>0-30</b>	<b>57,7</b>	<b>53,6</b>
Отвальная на глубину 20-22 см	Орошение	0-10	55,7	52,5
		10-20	53,5	49,3
		20-30	50,9	47,3
		<b>0-30</b>	<b>53,4</b>	<b>49,7</b>
Отвальная на глубину 28-30 см		0-10	55,9	52,4
		10-20	53,8	50,6
		20-30	52,1	48,4
		<b>0-30</b>	<b>53,9</b>	<b>50,5</b>
НСР <sub>05</sub> за годы исследований колебалось, %	A, D	0,32-0,41	0,29-0,37	
	E	0,39-0,50	0,35-0,45	
	AD	0,45-0,58	0,41-0,52	
	AE, DE	0,55-0,71	0,50-0,64	
	ADE	0,77-1,01	0,71-0,91	

**Выводы.** Лучшие физические свойства на посевах чечевицы по основным показателям были в слое почвы 0-30 см при выращивании культуры в различных условиях увлажнения при отвальной обработке на глубину 28-30 см: в неорошаемых условиях – плотность сложения 1,11 (всходы) – 1,22 (уборка) г/см<sup>3</sup>, а общая пористость – 57,7 и 53,6%, соответственно; при орошении – 1,21-1,30 г/см<sup>3</sup> и 53,9-50,5%.

**Список используемых источников**

1. Варлахов М.Д. Влияние сроков сева на элементы структуры урожая чечевицы / М.Д. Варлахов, Л.И. Котляр, Ю.И. Коноплев // Труды IV Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». – М., 2001. - Т. II. - С. 56-58.

2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов [5-е изд., доп. и перераб.]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Кононенко, С.И. Нетрадиционные зерновые компоненты в рационах свиней / С.И. Кононенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ. - 2012. – № 79. – С. 402-414. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/05/pdf/06.pdf>
4. Коноплев, Ю.И. Влияние биологических и агротехнических факторов на формирование продукционного процесса и повышение урожайности семян новых сортов чечевицы: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур РАСХН «Орловский государственный аграрный университет» / Ю.И. Коноплевич. - Орел, 2004. - 24 с.
5. От лимской фасоли до голубиноного гороха: ООН запускает Международный год зернобобовых. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.fao.org/news/story/ru/item/343653/icode/>
6. Тарасенко, А.И. Чечевица – ценная зернобобовая культура / В.М. Самаров, А.И. Тарасенко // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Тенденции сельскохозяйственного производства в современной России». - Кемерово, 2010. – С. 125-126.
7. Тарасенко, А.И. Чечевица в Самарской области / В.М. Самаров, А.И. Тарасенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул, 2011. - Вып. 2. – С. 23-25.
8. Ушкаренко, В.А. Эффективность выращивания чечевицы в орошаемых севооборотах на юге Украине / В.А. Ушкаренко, С.О. Лавренко, М.В. Максимов // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: [сб. науч. тр.] / ФГБОУ ВПО РГАТУ; Под ред. Н.В. Бышова. – Рязань, 2013. – С. 684-689.
9. Ушкаренко, В.О. Методика польового досліду (зрошуване землеробство): [навчальний посібник] / В.О. Ушкаренко, С.В. Коковіхін, Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 448 с.
10. Щигорцова, О.Л. Вирощування бобових культур – чини, сочевиці, гороху, нуту в Криму без застосування азотних добрив / О.Л. Щигорцова // Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України» (16-18 червня 2009 р.). – Херсон: ІЗПР УААН, 2009. – С. 161-163.



11. Hoque, M. Rhisobial inoculation and fertilization of lentil in Bangladesh / M. Hoque, Hag H. Farlul // Lens news fett. - 1994. - Vol. 21. - №2. - P.29-30.

**УСТАНОВКА ДЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ДОЗИРОВАНИЯ И СМЕШИВАНИЯ  
КОМПОЗИЦИИ ИЗ ВЛАГОСОРБЕНТОВ ПЕРЕД ВНЕСЕНИЕМ  
В ПОЧВУ**

*Л. А. Митяева, Ю. Е. Домашенко, канд. техн. наук, С. М. Васильев, д. техн. наук, доцент*

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», Ростовская обл., г. Новочеркасск*

**Ключевые слова:** сыпучий материал, шнековый смеситель, композиция из влагосорбентов, смешивание, дозирование, орошаемые участки.

**Аннотация:** проведен патентный поиск и анализ перспективных устройств для дозирования и смешивания сыпучих компонентов. Предложена установка для дозирования и смешивания четырехкомпонентной композиции из влагосорбентов с одновременной загрузкой в транспортные средства. Устройство улучшает качество получаемой смеси, сокращает время смешивания и снижает энергозатраты. Предложен график для определения времени смешивания композиции из влагосорбентов на установке в зависимости от размера частиц влагосорбентов. Разработана функциональная схема управления процессом для приготовления композиции из влагосорбентов к внесению в почву с использованием средств информационно-технологической поддержки.

**Key words:** granular material, a screw mixer, composition of water sorbents, mixing, dosing, irrigated plots.

**Abstract:** patent search and analysis of advanced devices for mixing and dosing of loose components. The proposed device for mixing and dosing of four-part compositions of with simultaneous loading it into the vehicle. The device improves the quality of the mix reduces mixing time and reduces energy consumption. A schedule is proposed for determining the mixing time of the composition on the installation depending on the size of the particles of composition of water sorbents. Developed a functional diagram of the control process for the preparation of composition of water sorbents before entering soil of information technology support.

Сыпучие материалы используются практически во всех отраслях промышленности и в сельском хозяйстве. Процесс смешивания является одной из ключевых операций многих технологических процессов. Смешивание всегда сопровождается процессом дозирования компонентов, поэтому эти два процесса целесообразно рассматривать вместе [1].

Цель исследования – разработка установки для многокомпонентного дозирования и смешивания композиции из влагосорбентов перед внесением на деградированные орошаемые участки.

В результате выбора, уточнения направления работ и проведения исследований проводился поиск необходимой информации в центральной научной сельскохозяйственной библиотеке (ЦНСХБ). Патентный поиск осуществлялся с целью анализа перспективных российских установок для эффективности смешивания компонентов для реализации разработанного способа.

В настоящее время известно достаточно большое разнообразие устройств для дозирования и смешивания сыпучих материалов, а также передвижных (мобильных) комплексов, предназначенных для смешивания сыпучих материалов с их дозировкой.

**Барабанные смесители** наиболее распространенный тип смесителя для смешивания только сухих материалов или с небольшим количеством жидкости. Эти смесители представляют собой вращающийся барабан, внутри которого могут быть смонтированы перемешивающие устройства (горизонтальные полосы, параллельные оси барабана), улучшающие смешение в осевом направлении. Недостатком данных смесителей является низкая эффективность процесса перемешивания и, как следствие, значительные затраты времени на выполнение этого процесса.

**К смесителям с перемешивающими устройствами**, в которых перемешивание частиц смеси осуществляется перемешивающими устройствами в радиальном и аксиальном направлениях относятся смесители со шнековыми, ленточными и лопаточными перемешивающими устройствами [2-3]. Известен шнековый смеситель сыпучих материалов, состоящий из бункера с загрузочным приемником и разгрузочным клапаном, шнека и охватывающего его кожуха, на нижнем торце шнека закреплена лопастная мешалка, а на верхнем торце кожуха шнека установлен рассеиватель в виде усеченного конуса. Недостатком этого устройства является то, что оно имеет сложную конструкцию. Кроме того, надежное крепление патрубков с элементами ленточной спирали к полуму валу шнека затруднительно.

Для реализации разработанного в ФГБНУ «РосНИИПМ» способа рекультивации нарушенных орошаемых земель была предложена установка для четырехкомпонентного смешивания и дозирования композиции из влагосорбентов [4-5].

Установка для смешивания композиции из влагосорбентов до внесения в почву входит в состав передвижного (мобильного) комплекса для смешивания сыпучих материалов. Процесс приготовления включает в себя непрерывную загрузку, дозирование, смешивание и выгрузку в транспортные средства. Главная задача: повышение эффективности смешивания материалов и реализация устройства для разработанного способа.

Каждый из влагосорбентов загружается непрерывно, без прерывания процесса смешивания в интегрированные нержавеющие бункеры. Количество, размер и расположение накопительных бункеров изготавливаются в соответствии с известным оптимальным составом каждого из влагосорбентов, т.е. бункер для гидрогеля и ракушечника с объёмом каждый по 1 м<sup>3</sup>, бункер

для глауконитового песка с объёмом 2 м<sup>3</sup> и бункер для сапропеля 5 м<sup>3</sup>. Каждый из бункеров представляет собой сварную конструкцию коробчатого типа. В верхней части бункера закреплена решетка, предотвращая попадание в бункер крупногабаритных предметов. Для предотвращения зависания насыпной массы на наклонных стенках бункера закреплён вибратор. Для увеличения объёма насыпной массы на стенках верхней части бункера закреплены откидные борта, которые в транспортном положении складываются на решетку. Интегрированные в установку для смешивания накопительные бункеры могут заполняться ковшовыми погрузчиками непрерывно, даже в процессе смешивания и разгрузки. Ручная дозировка и возврат остатков на склад исходных материалов не требуется.

Для регулировки подачи объёма насыпной массы из бункера на ленту дозатора в нижней части бункера имеется задвижка. Электромеханический дозатор представляет собой сварную конструкцию из швеллеров. На раме дозатора крепятся приводной и натяжной барабаны, а также электродвигатель с редуктором. Движение транспортной ленты осуществляется цепной передачей через редуктор от электродвигателя. Крепится дозатор на направляющих к нижней части бункера.

В отличие от систем с порционной загрузкой, в непрерывных смешивающих установках возможно бесступенчато за одну рабочую операцию создавать необходимую дозу композиции из влагосорбентов для полей с различной интенсивностью процессов деградации. Догрузка бункеров может выполняться бесперебойно, в независимости от процесса дозирования и смешивания. Смешивающее устройство представляет собой бункер цилиндро-конической формы с загрузочным приёмником и выгрузной горловиной, а также вертикального шнека. Основной задачей процесса смешивания является получения однородной массы композиции из отдельных влагосорбентов.

Конвейер ленточный представляет собой механизм непрерывного действия, у которого несущей и тяговой частью является циклично замкнутая гибкая лента. Скорость движения массы готовой продукции до 400 тонн в час на расстояния до 500 метров.

Весь комплекс, кроме ленточного конвейера длиной 10 м, монтируется на полуприцеп АПС 554420 (или аналог) транспортируемый автомобилем МАЗ/КАМАЗ, кроме того предусмотрена возможность работы комплекса с грунтового покрытия (площадки).

Принцип работы установки для приготовления композиции из влагосорбентов следующий: бункер 1 загружается гидрогелем, бункер 2 глауконитовым песком, бункер 3 сапропелем, бункер 4 ракушечником с учётом оптимального состава. В зависимости от оптимального состава приоткрываются задвижки 5 на определённый объём подачи компонентов на ленты дозаторов 6 из бункеров 1, 2, 3, 4. Затем по загрузочным приёмникам 7 каждый из влагосорбентов попадает в бункер для смешивания 8 послойно при закрытой заслонке 9

горловины 10. Включается привод вертикального шнека 12 и лопастная мешалка 11 производит перемешивание компонентов и подачу к спирали вертикального шнека 12 перемещает влагосорбенты вдоль кожуха 13 вверх. Шнек захватывает смесь и перемещает её вверх к конусному рассеивателю 14, откуда она осыпается вниз. Затем с помощью мешалки 11 и шнека 12 смесь снова поднимается к рассеивателю 14 и опять осыпается вниз. Открыв заслонку 9 через горловину 10 готовая композиция из влагосорбентов поступает на ленточный конвейер 15, затем по выгрузочному конвейеру 16 поступает в кузов транспортного средства 17 (рисунок 1).

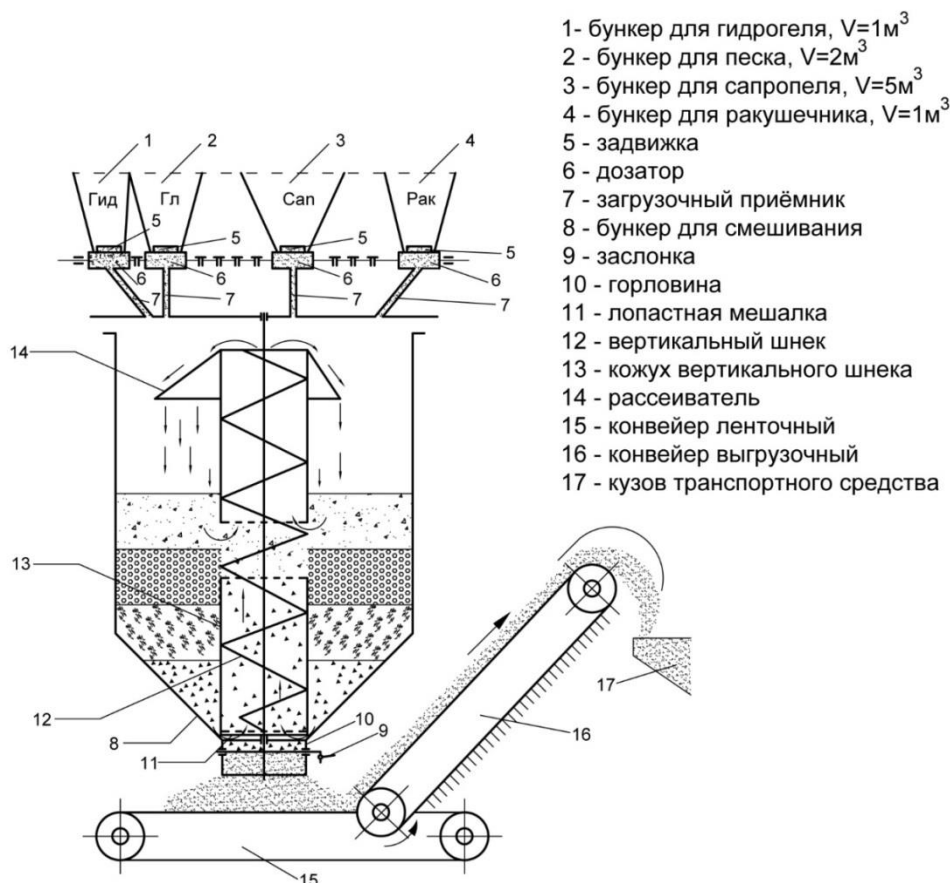


Рисунок 1 – Схема установки для дозирования и смешивания композиции из влагосорбентов перед внесением в почву

При сухом смешивании композиция из влагосорбентов должна сохранять сыпучесть, неслеживаемость и гранулометрический состав в процессе транспортировки к деградированным орошаемым полям и при хранении насыпью в течение 6 месяцев. Содержание влаги не должно превышать 3,5 %. Разрушение гранул при смешивании не более 3 %, прочность их не менее 2 МПа ( $20 \text{ кгс/см}^2$ ).

Уровень требований к физико-химическим свойствам композиции из влагосорбентов определяется рядом факторов: объёмами смешивания, сроками и методами приготовления, схемой перевозки композиции до поля и др. Устройство улучшает качество получаемой смеси,

сокращает время смешивания и снижает энергозатраты. Время смешивания установки определяется в зависимости от размера частиц влагосорбентов (рисунок 2).

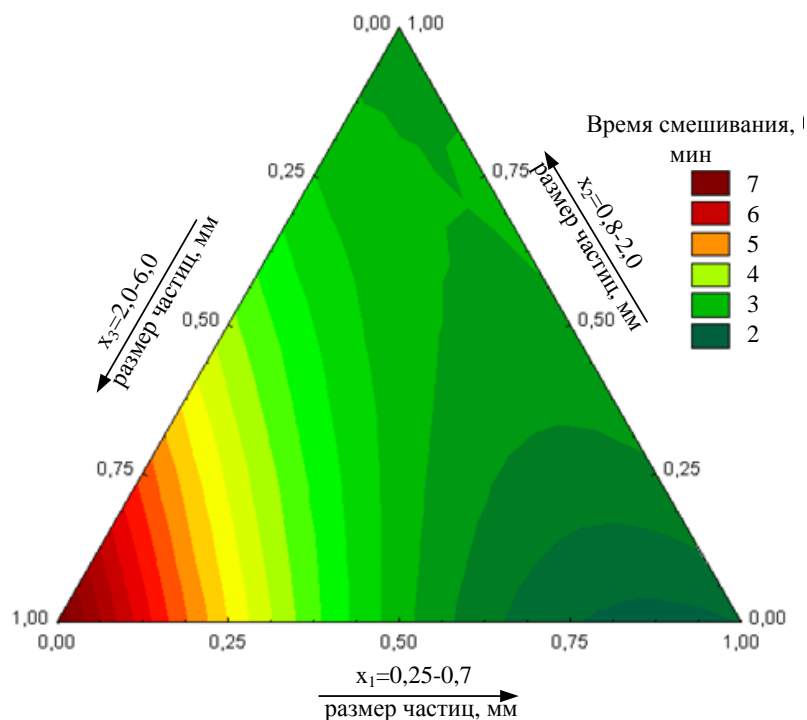


Рисунок 2 – Время смешивания композиции из влагосорбентов на установке в зависимости от размера частиц влагосорбентов

Функциональная схема управления процессом для приготовления композиции из влагосорбентов к внесению в почву с использованием средств информационно-технологической поддержки представлена на рисунке 3.

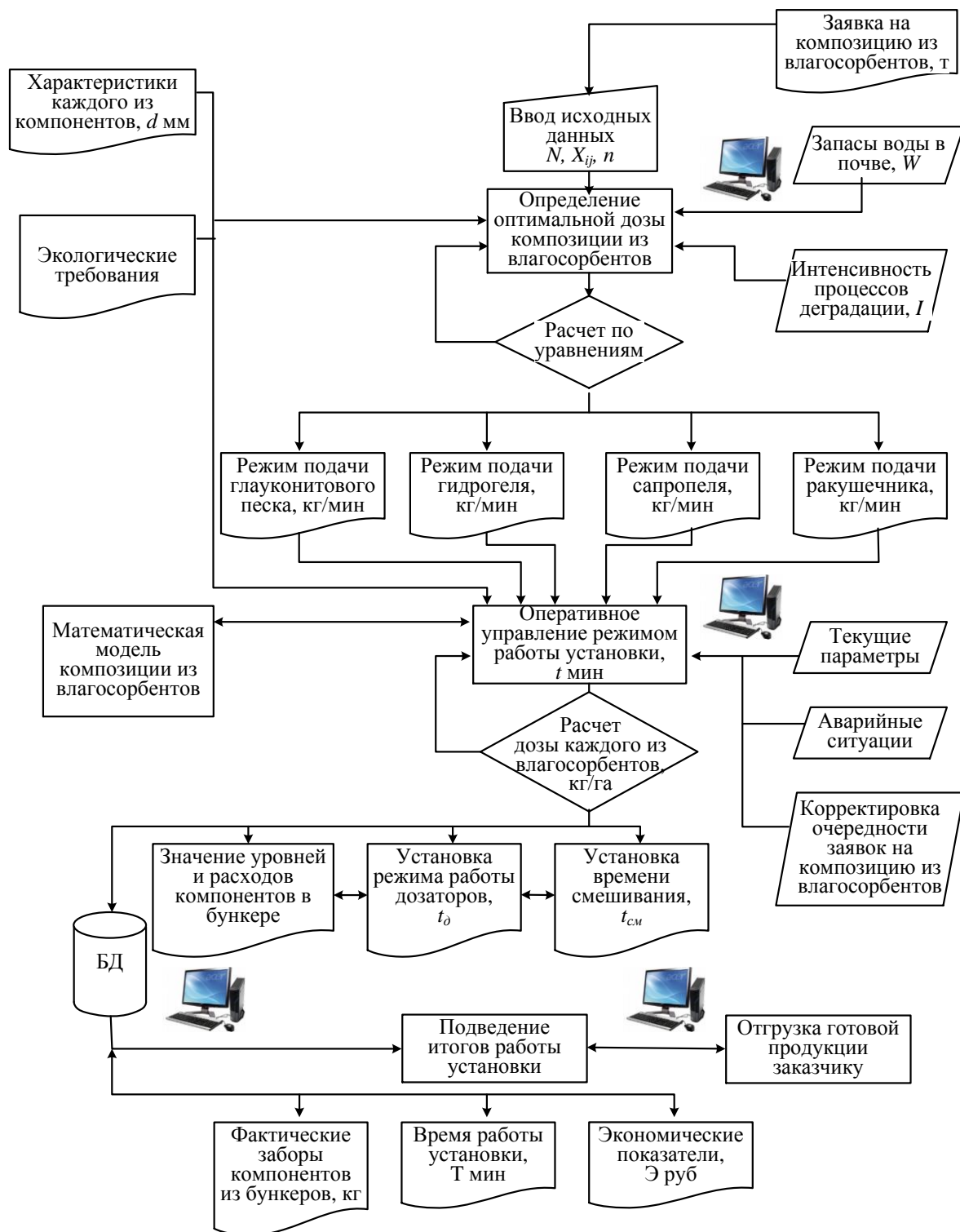


Рисунок 3 – Функциональная схема управления процессом

для приготовления композиции из влагосорбентов к внесению в почву с использованием средств информационно-технологической поддержки

Таким образом, проведенный анализ перспективных устройств для дозирования и смешивания сыпучих компонентов позволил предложить установку для реализации разработанного в ФГБНУ «РосНИИПМ» способа рекультивации деградированных орошаемых участков.

### Список используемых источников

1. Осипов, А. А. Дозирование и смешивание сыпучих материалов: краткий обзор российских научных исследований [Электронный ресурс] / А. А. Осипов, С. В. Першина // Современные проблемы науки и образования. – Электрон. журн. – Москва, 2014. – № 6. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16105>.

2. Пат. 119641 Российская Федерация, МПК (51) B01F 7/24 (2006.01). Шнековый смеситель сыпучих материалов / Адигамов К. А., Черненко Г. В., Петренко С. С., Байбара С. Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса» – № 2012118797/11; заявл. 04.05.2012; опубл. 27.08.2012, Бюл. 24. – 4 с.: ил.

3. А.с. 1613403 СССР, МПК B65G 33/24, B65G 33/26. Винтовой конвейер для переработки сыпучих материалов / Н. П. Аникин, З. К. Галиакберов, Р. Х. Ишмухаметов, Ю. И. Махотин (СССР). - № 4647906/27-03; заявл. 19.12.88; опубл. 15.12.90, Бюл. № 46. – 4 с.

4. Пат. 2430952 Российская Федерация, МПК (51) C 09 K 17/14. Композиция из влагосорбентов для защиты почв от водной эрозии / Щедрин В. Н., Васильев С. М., Митяева Л. А., Пацера А. А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации». – № 2010105352/05; заявл. 15.02.10; опубл. 15.02.10. – 6 с.

5. Васильев, С. М. Экологическая концепция оценки воздействия оросительных систем на ландшафты Нижнего Дона: монография // С. М. Васильев, В. Ц. Челахов, Е. А. Васильева. – Ростов н/Д.: СКНЦ ВШ, 2005. – 308 с.



## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ АГРОЛАНДШАФТОВ СУРХАНДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

*А.Б. Насрулин, к.г.н.<sup>1</sup>, Э.И. Чембарисов, д.г.н., профессор<sup>1</sup>,*

*Т. Ю. Лесник, к.г.н.<sup>1</sup>, И.В. Беликов<sup>2</sup>*

*1 Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, г. Ташкент, Узбекистан*

*2 НИЦ МКВК, г. Ташкент, Узбекистан*

**Key words:** basin of the river Surkhandarya, meliorative systems, agrolandscapes, water quality.

**Abstract:** the analysis of reclamation systems and agrolandscapes of the Surkhandarya region of Uzbekistan is carried out, the history of their development and the state of the chemical composition of surface waters.

Особенность сельского хозяйства Узбекистана заключается в том, что значительная часть посевных площадей занята под орошаемыми территориями, которые обслуживаются мощной государственной ирригационной системой. С учетом важности и огромного значения этого вопроса для хозяйственной деятельности в республике приняты ряд законодательных актов о воде и водопользовании, выделяется большой объем капиталовложений на водохозяйственное строительство, освоение новых орошаемых земель, реконструкцию и совершенствование существующей ирригационной мелиоративной системы. Современная ирригационная система характеризуется наличием густой сети каналов различного порядка. Поэтому, для изучения истории развития мелиоративных систем агроландшафтов, была выбрана Сурхандарьинская область, как пример древнего оазисного земледелия.

**Сурхандарьинская область.** В VIII—VI в. до н. э. на территории Сурхандарьинской области существовало могучее Бактрийское государство, основой экономики которого было поливное земледелие, связанное со строительством плотин и крупных каналов. Столица Бактрии— Балх наряду с Самаркандом, Неврашем и Гератоном был крупнейшим городом, находился он на левом берегу р. Сурхандарья в 50—60 км от Термеза [1,2].

Как и вся территория Средней Азии, это государство подвергалось многочисленным нашествиям завоевателей. В IV в. до н.э. Бактрия была покорена Александром Македонским, в VIII в. н.э. завоевана арабами, а в начале XIII в.—монголами. В результате разрушений, причиненных завоевателями, государство уже не смогло достигнуть прежнего расцвета. В середине XV в. рассматриваемая территория относилась к Бухарскому ханству, а в 1868 г. была присоединена к России.

О развитии древнейшего орошения свидетельствуют сохранившиеся следы канала, забиравшего воду из р. Сангардака. Проходя по высокому правому берегу р. Сурхандарьи, он пересекал большое количество оврагов по каменным акведукам, один из которых («Македонский мост») сохранился до настоящего времени. Разделяясь выше г. Джаркургана на две ветки, канал орошал земли Шерабадской степи на правом и левом берегах р. Карасу и территорию Термезского района.

Северная зона бассейна р. Сурхандарьи орошалась веером арыков из Дашнабада, Туполанга, Сангардака. Постоянные паводки создавали здесь значительные районы заболачивания, в частности на территории Денауского и Юрчинского районов.

Южная зона, напротив, испытывала недостаток в оросительной воде. Земли низовий р. Сурхандарьи орошались за счет остатков воды в ней. В верхней части Шерабадской долины при помощи арыков из р. Шерабада орошалось 6 тыс., в нижней — 3 тыс. га.

Кроме отдельных арыков, орошавших небольшие участки земли, имелось четыре оросительных системы: Джаркурганская (канал Занг) и Термезская—на правом берегу р. Сурхандарьи, Кокайдыйская и Янгиарыкская—на левом. Они были несовершенными с примитивным забором воды дамбами из местных материалов (сипайными, каменно-хворостяными и т. п.). В качестве головного регулятора использовалось сооружение из круглых балок-кольев—«юги». Распределение воды осуществлялось пропорционально площадям орошаемых земель устройством «кунда» (бревно) поперек арыка, служившим водосливом. Для определения времени полива применялся «кузасу» — глиняный кувшин с маленьким отверстием в конусообразном дне, выполнявший роль песочных часов.

Проводившиеся царским правительством мероприятия по орошению земель существенно не повлияли на сложившуюся схему водопользования, поскольку в основном сводились к реконструкции ирригационных сооружений, причем только на территории Термезского района.

Первой инженерной системой, строительство которой связано с деятельностью военного ведомства, была Термезская, предназначенная для снабжения водой г. Термеза и орошения прилегающих земель. Работы начались в октябре 1900 г. и только лишь в мае 1906г. состоялось ее официальное открытие. Водозабор из р. Сурхандарьи осуществлялся при помощи свайно-каменной захватной шпоры с шестью промывными отверстиями перед головным регулятором. Трехпролетный головной регулятор из каменной кладки на свайной ростверке и бетонном тьюфяке подавал воду в магистральный капал расходом около  $5 \text{ м}^3/\text{с}$ . Для защиты от наносов в головной части были устроены два осадочных бассейна (впоследствии их число доведено до семи).

Кроме магистрального канала протяженностью около 11 км и распределителей, система включала 8 шлюзов из каменной кладки, 22 моста, эстакаду из 671 сваи для защиты от подмыва. Общая орошаемая площадь 4 тыс. дес., стоимость строительства системы 280 тыс. руб. Позже на магистральном канале была построена насосная станция с четырьмя центробежными насосами общей мощностью 120 л. с., что позволило увеличить орошаемую площадь до 12 тыс. дес.

В 1910 г. военный инженер А.Г.Ананьев занялся выявлением элементов земельно-водного баланса Шерабадской степи. При содействии генерал-губернатора Туркестанского края А.Г.Ананьевым, а также уполномоченным эмира в 1912 г. был подписан договор, в котором предусматривалось орошение 72,5 тыс. дес. в Шерабадском и Байсунском бекствах отводом воды из р. Сурхандарьи в вегетационный период 90 м<sup>3</sup>/с и 40—в невегетационный [1-3].

Выполненные после подписания договора проектно-изыскательские работы определили элементы схемы орошения: предусматривалось построить плотину на р. Сурхандарье около кишлака Джаркурган с двумя головными регуляторами для забора воды на правый и левый берег, а также левобережный и правобережный магистральные каналы с комплексом сооружений. Правобережный канал, пересекая территорию Шерабадской степи, должен был впадать в р. Амударью.

В 1913 г. для реализации договора было создано акционерное общество «Шерабад», в задачу которого, кроме непосредственной аренды земель, входила переработка и продажа полученной продукции. В 1916 г. выполнены некоторые подготовительные и изыскательские работы, незавершенные в связи с гражданской войной. В 1918г. акционерное общество прекратило существование.

Вопросами развития орошения долины с 1924г. после образования Узбекской ССР стали заниматься организации Управления водного хозяйства республики. Широкое развитие хозяйства области на социалистической основе определили декреты, принятые Чрезвычайной сессией ЦИК Узбекской ССР 2 декабря 1925 г. «О национализации земли и воды», а в 1928 г. «О земельно-водной реформе». В годы первых пятилеток проводились мероприятия по организации водораспределения на строгих началах коллективного водопользования и осуществлялось строительство новых систем.

В 1931 —1938 гг. построены крупные инженерные системы каналов Кумкурган а Хазарбаг общей площадью орошения около 30 тыс. га, где созданы три хлопковых совхоза: «Сурхан», им. 30-летия ВЛКСМ и «Хазарбаг». Началось развитие орошения колхозных земель, было осуществлено осушение Денау-Юрчинских болот.

В 1940 г. началось строительство 1-й очереди канала Кафирниган — Варзоб — Каратаг (Большой Гиссарский канал — БГК) на участке Варзоб (Дюшанбинка) — Каратаг, намеченное проектными проработками 1939—1940 гг. В 1948—1949 гг. был расширен канал Занг и построена Талимаранская ветка для орошения новых земель на Тали-маранском массиве. В 1952 г. вступила в строй 1-я очередь БГК- Составленные в 1953—1956 гг. проекты строительства 2-й очереди не были осуществлены.

Для более полного использования стока реки построены наливные водохранилища— Учкызылское объемом 160 млн. м<sup>3</sup> в системе канала Занг (1953-1967) и Дегресское объемом 13 млн. м<sup>3</sup> в системе канала Хазарбаг.

Широко развернулись работы по развитию орошения, особенно в южной зоне области с громадным фондом пригодных к орошению земель, после строительства Южно-Сурханского водохранилища в 1960—1967 гг., эксплуатация которого при частичном наполнении (до 150 млн. м<sup>3</sup>) началась в 1962 г. Динамика орошаемых площадей (агрolandшафтов) Сурхандарьинской области приведена в табл.1 [4].

Таблица 1 - Динамика орошаемых площадей (агрolandшафтов) Сурхандарьинской области.

Год	Орошаемая площадь, тыс. га						
	всего	хлопчатник	люцерна	зерновые	рис	сады и виноградники	прочие
1930	95,8	56,0	3,9	20,1	2,1	6,7	7,0
1940	122,6	47,1	18,9	34,8	2,8	4,1	14,9
1945	114,5	42,9	12,3	39,0	2,4	3,0	14,9
1950	121,5	58,5	19,1	29,4	2,0	4,1	8,4
1955	137,2	82,2	18,3	23,1	1,3	4,3	8,0
1960	152,3	95,0	12,8	24,0	1,4	6,0	13,1
1965	168,0	109,0	8,9	24,9	4,0	6,1	15,1
1970	195,4	119,3	13,8	31,4	3,2	9,2	18,5
1975	225,1	138,1	--	—	3,8	10,7	—
1990	230,3	149,5	17,9	55,5	4,5	12,2	53,7
2012	249	111,6	7,7	108,1	4,5	15	2,1

В последние годы среди суммарной посевной площади агроландшафтов в Сурхандарьинской области хлопчатник занимает 44,8 %, зерновые- 43,4%, из них колосовые 40,8%, рис-1,8%, кукуруза 0,7 % , овощи, картофель, бахча- 5,9 %, люцерна- 3,1%, кукуруза на силос 1,8 % и прочие посевы –0,2 % .

В 1930 г. в данном бассейне коллекторно-дренажная сеть отсутствовала. Однако недостаточная дренированность бассейна обусловила здесь интенсивное строительство коллекторно-дренажной сети. Она начала строиться в 1940-е годы. В 1969г. протяженность магистральных коллекторов составляла 759 км, а в 2009 г. – 1117 км.

Значительное число магистральных коллекторов впадает в Сурхандарью. Наибольшие расходы воды наблюдаются в коллекторах К-1, К-2, К-5, в среднем за год они равны 0,71 — 1,62 м<sup>3</sup>/с. Средняя минерализация коллекторных вод меняется от 0,36 (К-2) до 1,90 г/л (Мехнатрохат-1). Однако при освоении новых засоленных земель минерализация воды в коллекторах может достигать и больших величин — от 6,2 г/л (К-2-2) до 42,9 г/л (К-2-3-2-2). При этом состав воды становится хлоридным — натриевым (Х—Н).

Ниже по течению Сурхандарьи для орошения новоосваиваемых земель правого берега построены каналы Шерабадский и Занг: оба берут начало из р. Сурхандарьи. Начало канала с головным водозабором из Южно-Сурханского водохранилища построено в 1966 г. Длина этого участка составляет 27 км. Ниже канал разделяется на Левую ветку (длина 30 км) и правую ветку, которая обеспечивает подпитку орошаемых земель в системе р. Шерабад. Магистральный канал Занг был построен еще в далеком прошлом. В годы Советской власти он постепенно расширялся и удлинялся. Из канала Занг осуществляется наполнение Учкызылского водохранилища. Из других каналов следует отметить следующее: Сурхан (правый берег), Кокайзы и Янги (левый берег) (рис.1).

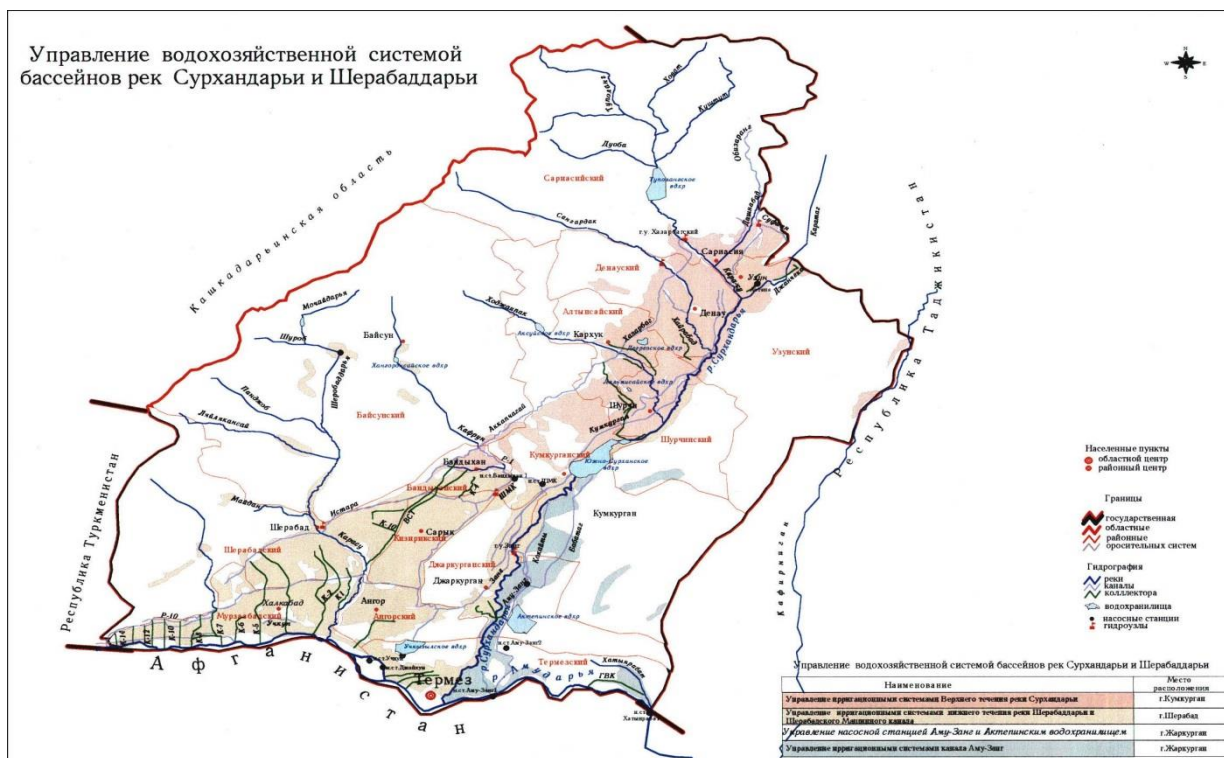


Рисунок 1- Административное положение Сурхандарьинской области Республики Узбекистан

### Выводы:

- в последние годы среди суммарной посевной площади агроландшафтов в Сурхандарьинской области хлопчатник занимает 44,8 %, зерновые- 43,4%, из них колосовые 40,8%, рис-1,8%, кукуруза 0,7 % , овощи, картофель, бахча- 5,9 %, люцерна- 3,1%, кукуруза на силос 1,8 % и прочие посевы –0,2 % :

- для улучшения функционирования дренажной сети путем повышения ее пропускной способности, улучшения водоотведения с орошаемой зоны, снижения засоленности почв, совершенствования мониторинговых работ над мелиоративным, состоянием орошаемых земель в рассматриваемом речном бассейне необходимо выполнять краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные мероприятия. Например, в краткосрочном плане, необходимо совершенствовать деятельность Сурхандарьинской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции, включая выполнение камеральных работ, обеспечение компьютерных программ, построение различных карт, введение мелиоративного кадастра с применением ГИС-технологий для своевременной оценки ситуации и принятия первоочередных мер по предупреждению ухудшения мелиоративного состояния орошаемых земель.

### Список используемых источников

1. Материалы для статистики Туркестанского края. Выпуск 1. под редакцией Маева Н.А. «Петербург», 1872.
2. Шахназаров А.И. Сельское хозяйство в Туркестанском краю-С-Петербург, 1908.
3. Шмит К.И., Дорант Ф.Б. Гидрографические исследования на Аму-Дарье. Тр. Аму-Дарьинской экспедиции, т IV, СПб., 1878.
4. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т. Генезис, формирование и режим поверхностных вод Узбекистана и их влияние на засоление и загрязнение агроландшафтов (на примере бассейна реки Амударьи) // г.Нукус, издательство «Qaraqalpaqstan» 2016, 188 с.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЗАКРЫТОЙ ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ

*Н.Н. Погодин, В.А. Болбышко, Г.В. Латушкина*

*Кандидаты технических наук*

*РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь*

**Ключевые слова:** закрытая дренажная сеть, коллектор, устье, оценка состояния, устройство, ресурсосбережение.

**Keywords:** the closed drainage network, collectors, the mouth, state assessment, the device, resource savings.

**Аннотация:** Разработаны новые ресурсосберегающие приемы и элементы технологии промывки дренажных коллекторов. Приведены статистические результаты обследования коллекторов с предложением мероприятий по их обслуживанию. Представлено оборудование для оценки состояния, очистки и промывки закрытого дренажа и двухэтапная технология очистки дренажной сети от заиления снижающая простои машин.

**Summary:** Development of new resource-saving techniques and elements of technology washing drainage collectors. The statistical results of the survey collectors. The measures on their service. Presented equipment for the assessment of cleaning and flushing of subsurface drainage and two-stage drainage network cleaning technology from silting that reduces downtime of machines.

### Введение

Общая площадь мелиорированных сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь составляет 2,9 миллиона гектар, из них закрытым дренажем осушено 2,23 млн. га. Отвод избыточной воды с этой территории обеспечивают около 957 тыс. км закрытых дренажных линий, в том числе 177 тыс. км коллекторов и порядка 780 тыс. км дрен. В большинстве своем мелиоративные системы построены в 70-80 годах минувшего столетия. С течением времени, по причине естественного старения и накопления повреждений, сложность и капиталоемкость обслуживания закрытой мелиоративной сети возрастает. В связи с этим, особую актуальность приобретает разработка и освоение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий выполнения ремонтно-эксплуатационных работ, обеспечивающих максимальный срок службы мелиоративных систем без их реконструкции. Возрастает роль достоверной оперативной оценки состояния закрытых мелиоративных систем, выполняемой с применением диагностического оборудования, что позволяет своевременно и качественно устранять повреждения с минимальными затратами.



## Основная часть

В настоящее время основным, и при этом дорогостоящим, способом очистки закрытой дренажной сети от заиления является промывка с применением дренопромывочной машины и дополнительного оборудования агрегируемого с тракторами. Решение о промывке дренажных коллекторов принимается по вторичным признакам, на основании визуальной оценки мелиоративного состояния земель. При этом внутреннее состояние коллекторов, в первую очередь степень заиления, не учитывается, что в ряде случаев приводит к завышению объемов планируемых работ по промывке.

Для оценки внутреннего состояния закрытой дренажной сети и очистки ее от заиления в РУП «Институт мелиорации» разработано устройство ОД-100 (патент ВУ 7219) (рисунок 1).



Рисунок 1. Устройство ОД-100.

Устройство ОД-100 включает тележку с барабаном, закрепленный на барабане стеклопластиковый стержень длиной 100 (150) м с набором специальных цилиндрических контрольных головок (патент ВУ 7138) и насадок, которые в необходимой очередности монтируются на конце стеклопластикового стержня [1].

Для очистки устьевой части от заиления используют совковую и винтовую насадки, а удаления корней растений корневую (патент ВУ 9411) насадку (рисунок 2).

При очистке устья на расстоянии до 3,0 м, одна из насадок закрепляется на телескопической штанге, а свыше 3,0 м, на стеклопластиковом стержне устройства ОД-100. При использовании устройства ОД-100 работу выполняют двое рабочих, при этом один задействован на очистке, а второй регулирует разматывание стеклопластикового стержня.



Рисунок 2. Очистка коллектора от корней растений корневой насадкой МК-1.

После очистки устьевой части, оценивается состояние коллектора на предмет его заиления с применением устройства ОД-100 оснащенного цилиндрическими контрольными головками. При диаметре коллектора 75, 100, 125 и 150 мм используются головки соответственно диаметром 60, 80, 100 и 125 мм. Свободный проход данных головок в полость трубопровода означает, что заиление не превышает 25% его площади сечения, то есть состояние коллектора согласно Правилам эксплуатации мелиоративных систем, удовлетворительное, а водопрopusкная способность коллектора в данном случае снижается всего на 20%.

При встрече контрольной головкой препятствия (продвижение стеклопластикового стержня прекращается) определяется место ее остановки с применением поискового устройства типа ПУ-2 (разработка РУП «Институт мелиорации») или «TRASKA». Для этого контрольная головка извлекается из коллектора и заменяется на поисковую (генератор подачи сигнала). Стеклопластиковый стержень с поисковой головкой помещается в устье коллектора и проталкивается до места нахождения препятствия. Продвигаясь по трассе коллектора с приемником поискового устройства находят место остановки головки, в данном месте отрывается шурф и выполняются ремонтные работы по восстановлению коллектора. Дальнейшая оценка состояния коллектора выполняется из шурфа, при этом подача стержня с контрольной головкой выполняется через муфту промывочную МПГ-1(патенты ВУ 10256, ВУ 16259), которая устанавливается вместо одной снятой коллекторной трубки [1].

Обследование 273 коллекторов общей протяженностью 45,8 км, с применением устройства ОД-100, на ряде объектов реконструкции, показало, что заиление до 25% наблюдалось на участках протяженностью 18,2 км, что составляет 40% от общего количества коллекторов, подлежащих, согласно проектной документации, промывке.

При обследовании так же было выявлено 5,3 км коллекторов (12% от общего количества) закупоренных корнями растений и кустарника, а так же с недостаточной глубиной заложения по причине осадки торфа. Промывка коллекторов с данными повреждениями не эффективна и они подлежат переустройству.

При наличии дренажного стока, очистка коллекторов заиленных до 35%, а в ряде случаев и до 50%, возможна механическим способом с применением устройства ОД-100 оснащенного специальными насадками. При этом, если стоимость прямых затрат на очистку 100 м коллекторной сети по существующей технологии, с использованием дренопромывочной машины, при заборе воды из канала, составляет около 13,2 у.е., то механическим способом – примерно 3,2 у.е., т.е. стоимость очистки уменьшается более чем в четыре раза.

Предварительное обследование закрытой коллекторной сети с использованием устройства ОД-100, а также применение способа механической очистки на объектах реконструкции и ремонта, как следует из вышеизложенного, позволяет значительно сократить объем выполняемых работ по очистке сети от заиления и существенно снизить ее стоимость.

Действующая технология промывки коллекторной сети предусматривает одновременное использование установки промывки дренажа УПД-120 и одноковшового экскаватора на объекте. При этом, в процессе промывки коллектора установкой УПД-120 одноковшовый экскаватор простаивает и наоборот, происходит простой дренопромывочной машины при отрывке шурфов и устранении неисправностей. В ряде случаев, суммарные простои механизмов, составляют до 50% рабочего времени.

Снижение простоев механизмов и повышение производительности труда обеспечивает разработанная в РУП «Институт мелиорации» двухэтапная технология производства работ с использованием средств малой механизации, таких как: направляющее устройство УНТ-6, устройство для забора воды ЗУ-2 (патент ВУ 14628), головки промывочные ГП -4, ГП -6 [1].



Рисунок 3. Дренопромывочная машина УПД-120 с направляющим устройством УНТ-6.

Двухэтапная технология предусматривает предварительную оценку внутреннего состояния коллектора с применением устройства ОД-100. При обнаружении неисправностей, определяется их точное расположение с использованием разработанного в институте поискового устройства ПУ-2, далее выполняется отрывка шурфов одноковшовым экскаватором и выполнение ремонтных работ по ликвидации неисправностей. Промывка коллектора выполняется только после оценки его состояния и ликвидации при обнаружении неисправностей.

В результате разнесения во времени использования механизмов и снижения их вынужденных простоев, а также повышения производительности работ в связи с применением средств малой механизации, разработанная технология, по сравнению с действующей, обеспечивает снижение затрат труда рабочих примерно на 17% , а эксплуатацию механизмов на 30%.

### **Выводы**

1. Предварительное обследование внутреннего состояния дренажной сети с применением устройства ОД-100 позволяет исключить из обслуживания коллектора в удовлетворительном состоянии, не требующие очистки от заилиения, а также выявить подлежащие переустройству, что обеспечивает существенное снижение объема работ по очистке и промывке сети, в особенности на объектах реконструкции.

2. При наличии дренажного стока, эффективным способом очистки сети от заилиения является механический с применением устройства ОД-100, оснащенного специальными очистными насадками.

3. Разработанная технология очистки дренажных коллекторов от заилиения дренапромывочной установкой, с предварительной оценкой их внутреннего состояния и устранением неисправностей, позволяет за счет разнесения во времени технологических операций и повышения производительности работ существенно снизить затраты труда и эксплуатацию механизмов.

### **Список использованных источников**

1. Технологический регламент очистки от наносов труднодоступных элементов линейных и гидротехнических сооружений на открытой и закрытой мелиоративной сети с использованием средств малой механизации. Мн. РУП «Институт мелиорации» - 39 с.

## ПРОБЛЕМЫ СЕЛЬСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ СЫРДАРЬИ

*Усманов И.А., д.м.н., Мусаева А.К., Ходжаева Г.А.*

*Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, г. Ташкент, Узбекистан*

**Key words:** Underground waters of the river basin Akhangaran, underground waters of the river basin Chirchik, main sources of groundwater pollution, water quality of underground water sources, nitrogen compounds, metal ions.

**Annotation:** The article is devoted to the study of the quality of groundwater, intended to use as a source of centralized water supply for the rural population in the middle reaches of the Sir Darya river basin. Based on the conducted studies, methodical instructions were developed to monitor the quality of groundwater used for rural water supply, approved by the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan.

В последние годы в условиях постоянного роста народонаселения республики, интенсивного развития промышленности, сельского хозяйства наиболее ярко проявилась ограниченность ресурсов пресных вод питьевого качества и, в частности, важнейшей их части – подземных вод. Экономически нецелесообразное и нерациональное отношение к подземным водам, главному источнику питьевого водоснабжения, может привести к существенному сокращению их запасов и, как результат, к непоправимым последствиям. Решение вопросов охраны подземных вод, используемых для водоснабжения сельского населения республики, является одной из наиболее актуальных, народнохозяйственных и социальных проблем, требующих безотлагательного решения [1].

Речные долины Узбекистана являются основными поставщиками пресных подземных вод питьевого качества. Они сосредотачивают основную массу их ресурсов и рассматриваются, прежде всего, как действующие и резервные источники хозяйственно-питьевого водоснабжения. Наличие значительных запасов поверхностных и подземных вод привело к развитию в их пределах населенных пунктов, промышленных предприятий, орошаемого земледелия. Если потребности сельского хозяйства удовлетворяются в основном за счет поверхностных вод, дефицит которых в период вегетации погашается регулированием стока рек, водохранилищами, то потребности промышленного и хозяйственно-питьевого водоснабжения удовлетворяются преимущественно за счет эксплуатации подземных вод, запасы которых ограничены [3].

Особенно актуальны и требуют незамедлительного решения вопросы охраны подземных водоисточников от загрязнения сточными водами в районах расположения предприятий химической промышленности и цветной металлургии на которых образуется значительное количество промышленных стоков, содержащих различные загрязняющие ингредиенты. Накапливаясь в водоносных горизонтах и мигрируя в них токсичные элементы могут достигать водозаборных сооружений, делая непригодной каптируемую ими воду и приводить к потере отдельных участков или даже месторождений пресных подземных вод как источников хозяйственно-питьевого водоснабжения [2].

В связи с составлением в республике генеральной схемы использования и охраны водных ресурсов на период 2016-2020 г.г. одной из главных задач органов государственного санитарного надзора за водными объектами является обоснование комплекса мероприятий, которые необходимо осуществить в различных районах Узбекистана для рационального решения этой важной народно-хозяйственной проблемы. С этой целью необходимо проведение анализа и обобщения материалов многолетних наблюдений за качеством воды подземных водоисточников, являющихся основными источниками сельского населения.

Предприятия химической и металлургической промышленности потребляя значительные объемы воды на технические и хозяйственно-бытовые нужды, как правило, располагаются вблизи поверхностных водотоков. К их долинам приурочены обладающие значительными запасами месторождения пресных подземных вод питьевого качества. В пределах приречных месторождений выделяют:

а) Грунтовые воды речных долин, приуроченные к древним и современным руслам, сложенным гравийно-галечниковыми, гравийно-песчаными отложениями аллювиального генезиса. Формирование их происходит за счет инфильтрации поверхностных вод. Область питания совпадает с областью распространения. Водоносные отложения перекрыты суглинками, супесями, мощность которых от русла реки к бортам долины изменяется от 0 до 5 метров. Слабая естественная защищенность и значительные скорости грунтового потока, как правило, характерны для аллювиальных отложений, способствуют проникновению загрязняющих веществ в подземные воды и переносу их на значительные расстояния.

б) Грунтовые воды конусов выноса. Они залегают в переслаивающихся гравийно-галечниковых, песчаных, суглинистых, глинистых отложениях. В некоторых случаях могут обладать местным напором, что затрудняет поступление загрязнителей. Однако, в целом, невыдержанность по простиранию перекрывающих водоносный горизонт отложений обуславливает значительную опасность проникновения загрязнителей в подземный поток.

В целях удовлетворения потребностей хозяйственно-питьевого водоснабжения грунтовые воды эксплуатируются одиночными и групповыми скважинами, а также колодцами. Функционирование промышленных предприятий в пределах месторождений ведет к ухудшению качественных характеристик каптируемых вод, создает угрозу здоровью населения.

Предприятие СП «Максам-Чирчик» расположено на правом берегу реки Чирчик в пределах Чирчикского месторождения грунтовых вод. Загрязняющие вещества поступают в подземный поток в результате инфильтрации загрязненных стоков из прудов накопителей, транспортирующих коллекторов, арыков, каналов, водных объектов, принимающих сточные воды. Наблюдения, проведенные на этом участке показывают, что несовершенство очистных сооружений и применяемых методов утилизации отходов химической промышленности на фоне слабой естественной защищенности обусловили значительное загрязнение грунтового потока. С вводом в действие накопительных технологических сооружений, лишенных противодиффузионного экрана, загрязняющие ингредиенты беспрепятственно мигрируют в водоносный горизонт грунтовых вод, эксплуатируемых Чирчикским, Кибрайским хозяйственно-питьевым водозаборами и одиночными скважинами отдельных водопользователей [3].

Алмалыкский горно-металлургический комбинат (АГМК) расположен в долине реки Ахангаран, в пределах Ахангаранского месторождения грунтовых вод. Загрязняющие ингредиенты попадают в грунтовый поток с территорий промышленных площадок, включающих различного рода технологические емкости, коллектора, а также с площадей складирования отходов – отвалов, шлакоотвалов, хвостохранилищ.

Хвостохранилище АГМК площадью 800 га расположено в средней части долины реки Ахангаран в 3 км от комбината. Наличие в основании хвостохранилища хорошо проницаемых галечников не защищенных противодиффузионным экраном послужило причиной интенсивной инфильтрации жидкой фазы стоков в водоносный горизонт. В результате ниже хвостохранилища сформировался ореол загрязненных грунтовых вод [4].

Загрязнение подземных вод в районах расположения промышленных предприятий осуществляется:

- выщелачиванием загрязняющие веществ из сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, твердых отходов и горюче-смазочных материалов на участках разгрузки и складирования атмосферными, иногда поверхностными водами, фильтрующимися в подземную гидросферу;
- утечками загрязненных промышленных стоков с их последующей инфильтрацией;
- фильтрацией сточных вод по трассам отводящих коллекторов;

- сбросом сточных вод в поверхностные водотоки, фильтрация из которых обуславливает загрязнение питаемых ими водоносных горизонтов;
- фильтрацией концентрированных сточных вод из шламохранилищ и хвостохранилищ;

Оценка уровня загрязнения подземных вод выполнена на основе анализа и обобщения результатов санитарно-химических анализов качества воды выполненных гидрометеослужбой, санэпидслужбой республики, институтом ГИДРОИНГЕО, лабораторией гидроэкологии и охраны водных ресурсов НИИИВП в период 2005-2016 г.г.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в настоящее время на некоторых участках месторождений произошло заметное ухудшение качественного состава грунтовых вод. Так, в долине реки Чирчик на участке ниже Чирчикского промышленного комплекса произошло значительное увеличение содержания соединений азота. В пробах воды, отобранных в интервале глубин 11,5-43,0 м аммонийный азот содержался в количествах от 69 до 87 мг/дм<sup>3</sup>, количество нитратов варьировало в пределах 650-900 мг/ дм<sup>3</sup>. Ореол загрязнения грунтовых вод прослеживается на расстоянии 2,5 км от мест сбросов промышленных стоков. Как результат – ухудшилось качество грунтовых вод каптируемых правобережной ветвью Кибрайского водозабора, которым осуществляется водоснабжение города Ташкента. В 19 скважинах из 25 содержание нитратного азота превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК) в среднем в 2 раза.

В долине реки Ахангаран процесс загрязнения грунтовых вод наиболее ярко проявляется ниже промышленных площадок АГМК в её левой прибортовой части. На участке от Накпайся до Ташканала в результате интенсивного антропогенного воздействия к настоящему времени минерализация грунтовых вод возросла с 0,3-0,4 до 1,3-1,7 г/ дм<sup>3</sup>, при этом тип грунтовых вод изменился с гидрокарбонатно-сульфитного до сульфатного и сульфатно-гидрокарбонатного.

В пределах прибортовой части Ташского хозяйственно-питьевого водозабора в результате процессов естественного выщелачивания элементов из отвалов некондиционных руд рудников Кальмакыр и Кургашинкан АГМК отмечается увеличение минерализации с интенсивностью 10-30 мг/ дм<sup>3</sup> в год. Образующийся в отвалах фильтрат с общей минерализацией до 400 г/ дм<sup>3</sup> попадает в русло Накпайся, смешивается с грунтовым потоком и выносится в долину реки Ахангаран.

Определенную опасность качеству грунтовых вод Геджикентской ветви долины реки Ахангаран представляет хвостохранилище АГМК. В результате фильтрации жидкой фазы складированной пульпы через его основание в поток грунтовых вод попадают загрязняющие ингредиенты. В результате ниже хвостохранилища сформировался ореол загрязнения, характеризуемый повышенными значениями сухого остатка до 2 г/ дм<sup>3</sup> и содержанием марганца до 2-4 ПДК. В аварийных ситуациях из хвостохранилища возможны утечки



пульпы, которая частично распределяется по поверхности прилегающей территории, частично уходит вниз по долине по оросительной сети. Толщина слоя пульпы в зоне затопления достигала 0,3-0,4 м. При авариях, в результате инфильтрации жидкой фазы пульпы, качество грунтовых вод может ухудшаться. Ионы металлов, присутствующие в хвостах, в силу высокой сорбируемости задерживаются в верхних слоях почвы и в грунтовых водах фиксируются в незначительных количествах. Из общего количества металлов, содержащихся в стоках, в грунтовых водах ниже промышленных площадок АГМК в концентрациях, сопоставимых и превышающих ПДК встречаются: медь, марганец, железо, свинец и цинк.

С целью предотвращения дальнейшего загрязнения подземных вод, нами были составлены методические указания «Основные требования к организации охраны от загрязнения подземных водоисточников в условиях Узбекистана», утвержденные Минздравом республики за №012-3/0107 от 8 октября 2016 года.

На предприятиях необходимо внедрять новые прогрессивные методы оборотного водоснабжения, максимально сокращать удельные расходы воды на единицу выпускаемой продукции, предусмотреть замену высокотоксичных реагентов на менее токсичные, осуществлять локализационные меры при ухудшении качественного состава подземных вод и опасности формирования ореола загрязнения.

Контроль за технической эффективностью очистки сточных вод предприятий химической промышленности и цветной металлургии должен проводиться лабораториями предприятий и органами по регулированию использования и охране вод системы мелиорации и водного хозяйства. Эффективность водоохраных мероприятий, периодичность контроля, пункты отбора проб и объем анализов устанавливается органами государственного санитарного надзора и геологического контроля с учетом конкретной ситуации.

#### **Список используемых источников:**

1. Абдуллаев Б.Д. Современное состояние и перспективы развития гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии // Материалы международной научно-технической конференции «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и пути их решения». – Ташкент. - 2015. - С. 8-13.
2. Ильинский И.И. Некоторые перспективные направления научных исследований по гигиене водоснабжения, санитарной охране водных ресурсов в Узбекистане // Материалы VIII съезда гигиенистов Узбекистана.-Ташкент. - 2005. - С. 56-61.
3. Махмудов И.Э. Вопросы охраны подземных водоисточников в районах расположения предприятий химической промышленности и цветной металлургии // Материалы

международной научно-технической конференции «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и пути их решения». – Ташкент. - 2015. - С. 256-258.

4. Сергеев В.В. Гидрогеологическое обоснование охраны грунтовых вод речных долин от загрязнения промышленными стоками на примере участка долины реки Ахангаран: Автореф. дис. канд. геол. минер. Наук. – Ташкент. - 1996. - 21 с.

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АССОЦИАЦИЙ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ

**Ф.М. Юсупова, соискатель**

*Научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства  
при Ташкентском государственном аграрном университете  
г. Ташкент, Узбекистан*

**Ключевые слова:** ассоциация водопотребителей, эффективное управление, водные ресурсы, правовая база, финансовая устойчивость.

**Annotation:** This article reviews the main purpose of the establishment and functioning of water consumer' associations and their role in sustainable water resources management. Author is given an analysis of the current state of WCA. Legal and economic measures for the sustainable development of water consumer' associations are proposed.

После обретения независимости, ускоренная ликвидация нерентабельных коллективных хозяйств и создание многочисленных самостоятельных производственных единиц – фермерских и дехканских хозяйств, привела к образованию вакуума в управлении и содержании внутрихозяйственной ирригационной и дренажной систем, которая прежде была ответственностью ширкатных хозяйств. С целью заполнения этого вакуума в 1999-2000 гг. на территории реорганизованных хозяйств для оказания водохозяйственных услуг фермерским и дехканским хозяйствам были созданы организации нового типа – ассоциации водопотребителей (АВП) [1].

Дальнейшее развитие процесс образования АВП получил после принятия постановления Кабинета Министров № 8 от 5 января 2002 г. «О мерах по реорганизации сельскохозяйственных предприятий в фермерские хозяйства», в котором был также изложен «Порядок регулирования водохозяйственных взаимоотношений на территории реорганизуемых сельскохозяйственных предприятий».

Основной целью создания и функционирования АВП послужило вовлечение землепользователей в процесс управления водными ресурсами для достижения оптимальных показателей по доставке и распределению оросительной воды, улучшение технического уровня оросительной и коллекторно-дренажной сети и соответственно мелиоративного состояния орошаемых земель, что, в конечном итоге, позволит повысить продуктивность земель и рентабельность производства.

На сегодняшний день ассоциации водопотребителей являются одной из основных организаций, которые обеспечивают водой фермерские хозяйства.

В соответствии со ст. 2<sup>1</sup> и 18<sup>2</sup> Закона «О воде и водопользовании», ассоциация водопотребителей является негосударственной некоммерческой организацией, создаваемой водопотребителями – юридическими лицами на добровольной основе для координации их деятельности в области водных отношений, а также представления и защиты их общих интересов. Создаются они преимущественно по гидрографическому принципу, обеспечивающему рациональное управление и использование водных ресурсов.

Ассоциация водопотребителей осуществляет свою деятельность согласно законодательству Республики Узбекистан, учредительному договору и уставу, за счёт денежных и материальных взносов своих членов. Для осуществления своей деятельности АВП может привлекать денежные и материальные средства и источники в установленном законом порядке. Потенциальными членами АВП являются все водопотребители, которые объединяют свои финансовые, материальные, технические и человеческие ресурсы в целях эксплуатации и технического обслуживания ирригационной и коллекторно-дренажной сети в рамках своих законных полномочий с пользой для каждого из членов. Членство в АВП оформляется договорами, заключаемыми между АВП и её членами.

Водные отношения между ассоциацией водопотребителей и ее членами, находящимися в зоне ее обслуживания, а также другими органами сельского и водного хозяйства и иными юридическими и физическими лицами регулируются на договорной основе. [2].

Деятельность АВП направлена на эффективное управление водными ресурсами на внутрихозяйственном уровне, гарантированную подачу воды водопотребителям, а так же содержание в технически исправном состоянии внутрихозяйственной оросительной и коллекторно-дренажной сети и их эксплуатацию (рис.1).

Анализ данных Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан свидетельствуют о том, что в республике количество и обслуживаемая площадь АВП с каждым годом увеличивается. В 2016 году количество АВП увеличилось на 1,7 раз по сравнению с 2005 годом. Особо высокий прирост количества АВП отмечается в Андижанской (3,5 раз), Наманганской (3,4 раза) и Ташкентской (3,3 раза) областях. Это связано с приростом обслуживаемой площади в данных областях. Кроме того, площадь обслуживания АВП в 2016 году увеличилась на 52,9 % или 1280,5 тыс. га (рис. 2). Следует отметить, что в 2016 г. наблюдается уменьшение количества членов АВП по сравнению с 2010 г., это связано с оптимизацией земельных участков фермерских хозяйств, т.е. уменьшением её членов, а также объединением АВП.



Рис. 1 - Основные задачи деятельности АВП<sup>1</sup>

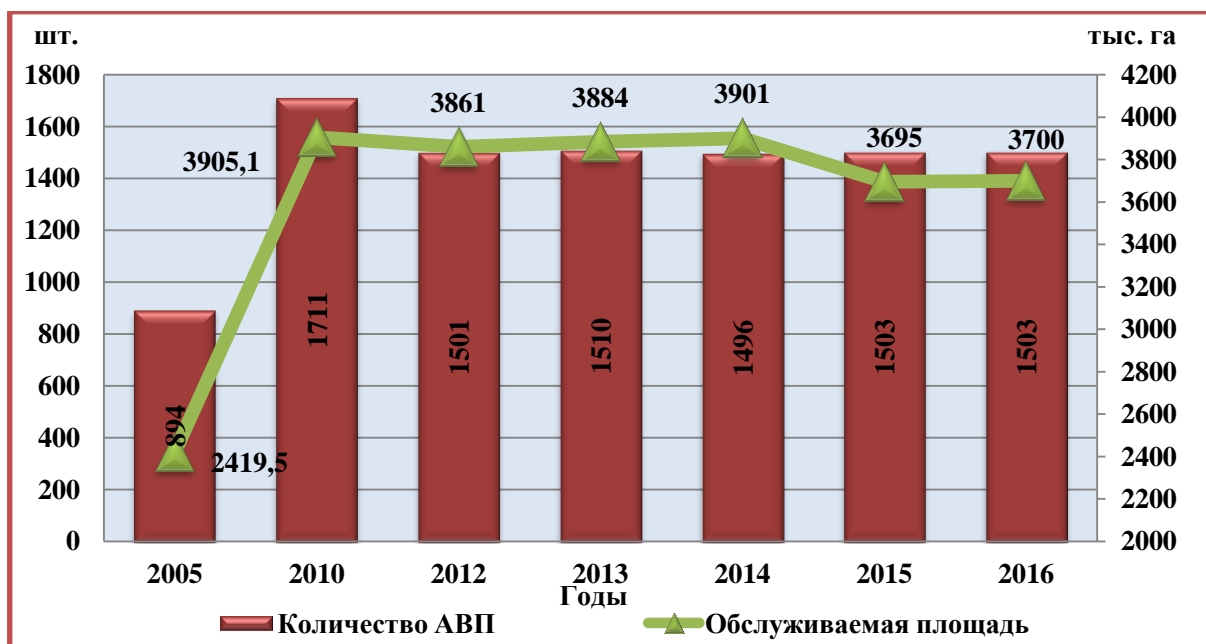


Рис. 2 – Динамика количества и обслуживаемой площади АВП<sup>2</sup>

В течение 2015 года со стороны АВП водопотребителям оказано услуг на сумму 48,9 млрд. сум [3].

<sup>1</sup> Составлено автором по результатам исследования

<sup>2</sup> Составлено автором по материалам Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан

По состоянию на 1 января 2017 года для эффективного управления водой, а также подачи воды водопотребителям успешно функционируют 1503 ассоциации водопотребителей, обслуживающих фермерские хозяйства на площади 3,7 млн. га. [4].

Проведенный анализ указывает на то, что в целом АВП имеют потенциал для выполнения своих основных функций по водоснабжению и обслуживанию ирригационной сети на внутрихозяйственном уровне, но нуждаются в постоянном обучении, консультациях, сервисных услугах и соответствующей правовой базе, что позволит им эффективно функционировать.

Для эффективного функционирования Ассоциаций водопотребителей целесообразно разработать Концепцию и программу устойчивого развития АВП, на краткосрочный и долгосрочный период.

Дальнейшее совершенствование деятельности АВП во многом будет зависеть от его юридического статуса. Для четкого определения юридического статуса АВП необходимо принять Закон об АВП, который четко определит положение прав, обязанностей и ответственности АВП и его членов в рациональном использовании водных ресурсов и содержание в технически исправном состоянии ирригационных систем.

Учитывая, что устойчивая деятельность АВП зависит от материально-технической базы, которая позволяет содержать в технически исправном состоянии внутрихозяйственную оросительную и коллекторно-дренажную сети, целесообразно привлечение инвестиций международных финансовых учреждений, поддержание со стороны государства – субсидирование, льготное кредитование приобретения технической базы АВП.

Так как основным источником финансирования АВП являются взносы водопотребителей за доставку оросительной воды, необходимо исследовать возможность получения прибыли АВП за счет участия в агробизнесе. В этой связи, целесообразно подготовить проекты по рассмотрению АВП не только как поставщика и распределителя водных ресурсов и ответственных за удовлетворительное состояние ирригационных систем в пределах обслуживания, но и оказывать консультативные услуги, способствовать внедрению инноваций, так как она является наиболее близкой институциональной структурой для сельхозпроизводителей.

Кроме того, для поддержания и развития общего видения АВП среди участвующих сторон необходимы семинары и встречи, пилотные проекты, исследования, ознакомительные поездки, участие в международных встречах, займовые программы и консультации от международных финансовых учреждений, кампании по росту общественной осведомленности и т.д.

Для оказания поддержки и содействия устойчивому развитию АВП, выработки предложений по дальнейшему совершенствованию законодательной базы в области развития АВП,

укрепления материально-технической базы, представления и защиты интересов членов АВП необходимо создать на областном и республиканском уровне Советы АВП.

На сегодняшний день востребовано стимулирование внедрения водосберегающих и ресурсосберегающих технологий, а также агротехнических мероприятий позволяющих эффективно и рационально использовать земельно-водные ресурсы. АВП в этом случае должно не только распределять водные ресурсы между фермерскими хозяйствами, но и активно содействовать водопотребителям в совершенствовании способов и методов орошения путем внедрения водосберегающих технологий и прогрессивной техники полива, улучшении мелиоративного состояния орошаемых земель.

Резюмируя все вышесказанное, следует отметить, что последовательная реализация вышеперечисленных мер обеспечит стабильное развитие АВП.

#### **Список используемых источников**

1. Распределение оросительной воды на уровне АВП. Руководство для специалистов водного хозяйства и ассоциаций водопользователей. ИВМИ, НИЦ МКВК. – Т., 2008. – 34 с.
2. Закон Республики Узбекистан «О воде и водопользовании» № 837-ХІІ от 06.05.1993 г. // Собрание законодательства Республики Узбекистан. – 2016. – № 52. URL: <http://lex.uz/>
3. Информация о работе, проведенной в системе водного хозяйства республики в 2015 года. Материалы официального сайта Министерства сельского и водного хозяйства. – URL: <http://agro.uz/>
4. Информация о работе, проведенной в системе водного хозяйства республики в 2016 году. Материалы официального сайта Министерства сельского и водного хозяйства. – URL: <http://agro.uz/>

Ответственные за выпуск: Банникова А.И.

ФГБНУ ВНИИ «Радуга»

Коломна

2018

72