

**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 1**

Коломна 2019

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»	№ 1 2019	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.
<b>Гинатуллина Е.Н., Сагдуллаева Б.О.</b> Оценка экологической безопасности водопользования в Каршинской степи Узбекистана, находящейся под влиянием насосной ирригации	4
<b>Митяева Л.А., Арискина Ю.Ю.</b> Особенности применения подземных вод в оросительных мелиорациях	12
<b>Петров А.А., Садиев У.А.</b> Модель прогнозирования долговечности жизнеспособности конструкций гидротехнических сооружений с антикоррозионным и герметизирующим защитным покрытием	23
<b>Усманов И.А., Мусаева А.К., Ходжаева Г.А.</b> Состояние функционирования систем питьевого водоснабжения сельского населения в Узбекистане	27
<b>Шадских В.А., Кижаева В.Е., Пешкова В.О.</b> Ресурсосбережение при возделывании нута на орошении в Поволжье	33
<b>Хамарова З.Х., Тхакахова Д.М., Алиев И.Н.</b> Лесомелиорация земель нарушенных при добыче полезных ископаемых в Кабардино-Балкарской Республике	40
<b>Рязанцев А.И., Агейкин А.В.</b> Регулирующие расходно – напорные характеристики шланговых дождевателей барабанного типа на продольном уклоне	48
<b>Погодин Н.Н., Анженков А.С., Болбышко В.А.</b> Ресурсосберегающие технологии обслуживания закрытой дренажной сети	55
<b>Лихацевич А.П., Латушкина Г.В.</b> Перспективы развития орошения в Беларуси – региона со значительным опытом осушительных мелиораций	60
<b>Капустина Т.А., Замаховский М.П., Цекоева Ф.К., Медведева Е.В.</b> Оценка результатов и потенциальных возможностей мелиоративного фонда Северного Кавказа	65
<b>Шадских В.А., Кижаева В.Е., Рассказова О.Л.</b> Влияние способов ресурсосберегающей обработки почвы на ее агрофизические свойства и плодородие	73
<b>Тетерин В.С., Мельничук Д.С., Пестряков Е.В.</b> Разработка системы интеллектуального полива на базе дождевальной установки позиционного действия	80

УДК: 626.811/816

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В КАРШИНСКОЙ СТЕПИ УЗБЕКИСТАНА, НАХОДЯЩЕЙСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ НАСОСНОЙ ИРРИГАЦИИ

*Гинатуллина Е.Н., ст. науч. сотр., канд. биол. наук, Сагдуллаева Б.О., аспирант*

*НИИ санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний (НИИ СГПЗ) Минздрава  
Узбекистана, Лаборатория экологии воды и почвы и микробиологических исследований,  
г. Ташкент*

**Аннотация.** В статье приведен анализ собственных данных авторов, включающих годовую динамику санитарно-гигиенических показателей водных объектов ирригации, одного из регионов Узбекистана с интенсивной с/х деятельностью. Исследования проведены с целью оценки существующего экологического состояния коллекторно-дренажной сети и выявления факторов риска для разных классов водопользования населения.

**Ключевые слова:** коллекторно-дренажные воды, гидрохимические и микробиологические показатели, органическое и минеральное загрязнение воды.

**Введение.** Водные ресурсы в Узбекистане, в основном, используются на сельское хозяйство, так из 50,5 км<sup>3</sup> ежегодного стока 90,2 % используется на орошение. Превышение стока забирающегося из рек на орошение над возвратным стоком происходит в результате низкого КПД коллекторно-дренажной системы, т.е. большое количество воды теряется в коллекторной сети на испарение, инфильтрацию или другие потери, и вызывает ряд экологических проблем: эрозия и вторичное засоление почвы, повышения уровня минерализации и загрязнения возвратного стока, и главных водоносных поверхностных артерий, а также грунтовых вод [1, 2].

Кроме того, в сельском хозяйстве страны используются без контроля удобрения и пестициды и другие биологические препараты, которые с возвратным стоком загрязняют реки, имеющие важное значение для жизни сообществ растений, животных и здоровья населения, а также подземные воды – стратегический источник питьевой воды в Узбекистане [3,4].

Еще одна важная экологическая проблема — это отсутствие грамотного экологического управления водными ресурсами, плохая очистка производственных и коммунально-бытовых стоков. Использование устаревшего оборудования для очистки, приводит к тому, что воды, попадающие в возвратный сток главных артерий страны, не соответствуют нормативам качества по санитарно-гигиеническим и токсикологическим нормативам. В связи с этим

большая часть водных источников имеет напряженное состояние экологической устойчивости [4, 5].

*Цель исследований:* по результатам наших гидрохимических и микробиологических исследований мы предварительно пробовали оценить уровень санитарно-гигиенического состояния исследованных станций ирригационной системы в Каршинской степи Узбекистана.

**Материалы и методы.** В каждом из исследованных регионов было выбрано по 8 точек исследования. Так как в Каршинском регионе площадь ирригации составляет более чем (300 км<sup>2</sup>), 8 исследованных станций были удалены друг от друга более чем на 150 км; кроме того станции отличались друг от друга уровнем загрязнения из-за сильного влияния такого фактора, как повсеместная «плохая работа очистных сооружений». Условно 8 исследованных станций, мы разделили на четыре группы: 1) станции хозяйственно-питьевого водопотребления – это Каршинский магистральный (КМК) и Миришкор каналы, 2) ирригационные каналы и коллектора – это Ширин булок, Южный+Северная ветка; 3) дренажные озера Сечанкуль и Атчинкуль и 4) станции коммунальных стоков г. Карши - Дашт коллектор и станция стока п. Нуристон Талиманджарской ТЭС. Станции отбора расположены на рис.1.



**Рисунок - Станции отбора проб (8) в исследуемом Каршинском регионе, находящимся под влиянием насосной ирригации**

Гидрохимические пробы отбирались 2 раза в 2018 г. в конце июня и начале октября; соответствующие анализы проводились в Лаборатории экологии воды и почвы и

микробиологических исследований НИИ СГПЗ, согласно существующим ГОСТ и другим межгосударственным стандартам изложенными в них методами [6, 7].

### Результаты исследования.

В Таблице приведены результаты ряда измеренных гидрохимических и микробиологических показателей, выполненных в лаборатории после полевых сборов проб в июне и октябре 2018 г.

**Таблица** Средние значения и стандартные отклонения для санитарно-гигиенических показателей, определенные для ирригационной системы Кашкадарьинского региона.

Параметр р мг/л,	Коллектора Ширинбулок, Юж., Сев.в.		Дренажные озера Сечанкуль, Атчинкуль		Сброс канализ. г. Карши, п. Нуристон		Каналы Миришкор и КМК	
	Июнь	Окт.	Июнь	Окт.	Июнь	Окт.	Июнь	Окт
NO <sub>2</sub> -	0.014±0. 004	0.33±0. 1	0.011± 0.003	0.11±0. 14	0.03±0 .01	0.06± 0.081	0.004± 0.001	0.002 ±0.001
NO <sub>3</sub> -	0.11±0.0 1	950±35 4	0.12±0. 007	750±70. 7	0.02±0 .03	206± 274.6	0.017± 0.05	100 ±127.3
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ,	0.45±0.1 2	0.5±0	0.41±0. 15	0.95±1. 06	19.2±2 2.7	31.5± 10.6	0.51±0. 01	0.35 ±0.35
Перманг.ок ис.	1.7±0.5	3.2±0.2	4.1±0.9 5	4.8±2.3 9	3.49±0 .22	3.42± 3.25	0.48±0. 22	3.2 ±2.8
Кислород	7.2±1.34	4.3±1.2 7	7.7±0.5 7	5±0.14	3.3±1	2.6±0 .4	5.6±0.9	6.0 ±0.5
Фосфаты	0.1±0	1.02±0. 37	0.53±0. 67	0.94±0. 37	0.64±0 .57	2.06± 2.7	0.58±0. 66	0.15 ±0.17
Сухой остаток	5825±21 9	5790±2 62	9730±1 230	8292±3 141	3235± 2878	2740 ±2178	395±7. 1	528 ±78
Сульфаты	916±823	1644±2 21	902.8± 59.3	1690±2 36	324.7± 26.7	917.5 ±828	201±13 .4	231. 4±25.8

<sup>1</sup> Красным шрифтом выделены показатели, у которых стандартное отклонение выше среднего значения, в основном, это характерно было для станций сброса неочищенных канализационных вод в ирригационную систему, так ряд измеряемых показателей для двух станций сильно отличаются друг от друга потому, что станция возле п. Нуристон – вода ирригационного назначения имела «фоновые» значения параметров, связанных с минерализацией (сульфаты, хлориды, жесткость), сходные с таковыми в канале Миришкор возле Талиманджарской ТЭС; в то время как, станция сброса канализации в Дашт коллектор из г. Карши уже достаточно загрязнена (х стоками).

Хлориды	854±130	721±34	1725±3	1176±5	576±5	363.8	77±15.	93.8
			5.4	43	77	±348.3	6	±1.8
Карбонатная жесткость	812±99	782±14	1102±8	1002±2	360.8±	324.7	80.2±0	82.2
			3	83	255.1	±292		±2.8
pH	7.9±0.1	8.1±1.3	7.8±0.3	7.7±0.7	8±0	8.5±0.4	7.35±0.	7.4
							1	±0.8
Мутность (UNIT)	0.5±0	0.5±0	0.5±0	1±0	1.25±0	5±2.8	1±0	3.5
					.35			±3.5
Железо	0.05±0	0.023±	0.04±0.	0.075±0	0.19±0	0.41±	0.39±0.	0.36
		0.03	01	.06	.07	0.007	16	±0.4
COLI TITR	0.29±0.3	1.08±0.	0.23±0.	1.84±0.	0.29±0	0.03±	1.08±1.	1.22
		84	01	23	.21	0.02	4	±1.1
Общее микробное число	12836.5±	17362±	19032±	37351±	24739	2229	7968±4	428
	1645	21101	21349	49257	±	480±	766	61±602
					9900	1590		2
						283		

Далее в тексте, согласно **Таблице**, приводится описание годовой динамики колебания измеряемых параметров в Кашкадарьинском регионе за 2018 г.

*Нитриты NO<sub>2</sub>* в июне в коллекторах и дренажных озерах имели значения на порядок выше, чем в каналах, где вода используется для хозяйственных и бытовых нужд, но на порядок ниже, чем на станциях спуска канализационных стоков г. Карши и жилого поселка Нуристон Талиманджарской ТЭС. В октябре, по сравнению с июнем, концентрация нитритов увеличивается на два порядка именно в коллекторах и дренажных озерах.

*Нитраты NO<sub>3</sub>*- июне в коллекторах и дренажных озерах значение на два порядка выше, чем в каналах (КМК и Миришкор); то же самое можно сказать о станции спуска канализационных стоков жилого поселка Талиманджарской ТЭС (но не для станции канализационного стока г. Карши: дальше в тексте при упоминании этой группы, мы будем всегда использовать эту оговорку, так как уже упоминалось выше, что станция спуска канализационных стоков г. Карши отбиралась из точки слияния загрязненных и коммунальными и ирригационными стоками); в октябре концентрация нитратов увеличивается до очень больших значений, и превышает показания июня на три порядка для коллекторов и дренажных озер, и на четыре порядка на станциях спуска канализационных стоков и в каналах, где вода используется для бытовых нужд (рис. 1). Такие большие значения концентраций нитратов на всех станциях, и особенно в коллекторно дренажной системе говорят об избыточном использовании удобрений, которые не поглощаются растениями, вымываются с полей и загрязняют экосистемы ирригационной сети и рек.

*Аммоний NH<sub>4</sub><sup>+</sup>*. Для этого параметра характерными, или повышенными концентрациями выделены именно станции спуска канализационных стоков, где содержания аммония было на два порядка выше и в июне, и в октябре, по сравнению со станциями коллектора и дренажные озера, а также каналы, где вода используется для бытовых нужд, и превышало предельно допустимые концентрации для водных экосистем.

*Кислород O<sub>2</sub>*. Более высокие концентрации этого параметра были характерны для июня, чем для октября, а при сравнении станций между собой наблюдаются очень низкие концентрации кислорода именно для станций спуска канализационных стоков, тогда как для ирригационных коллекторов, дренажных озер и каналов, значения кислорода лежат в пределах допустимых концентраций.

*Фосфаты PO<sub>4</sub><sup>-</sup>*. Самое высокое содержание фосфатов было характерно опять же для станций спуска канализационных стоков, что вероятно связано с использованием детергентов, порошок, мыло. В основном, для всех станций было характерно увеличение концентрации в октябре по сравнению с июнем, и особенно это увеличение было заметно и для коллекторов и ирригационных озер, что вероятно является свидетельством того что источником фосфора в исследуемых экосистемах является не только коммунальные стоки, но и смыв избыточных удобрений с полей.

*Сухой остаток*. Самая высокая концентрация солей наблюдалась в дренажных озерах, что естественно для таких концевых коллекторно-дренажных сточных систем. Эта тенденция в полной мере характерна и для других измеряемых нами показателей, связанных с минерализацией, т.е. концентрация сульфатов, хлоридов и жесткость (здесь мы рассматриваем карбонатная жесткость). Увеличение минерализации в октябре по сравнению с июнем наблюдается только в каналах, где вода используется для бытовых нужд, и связано это с видимым уменьшением уровня воды, особенно в канале Миришкор. Значения минерализации очень высокие для организмов пресноводных экосистем, и находятся на границе предельно допустимых концентраций или превышают их на всех станциях ирригационной системы, за исключением каналов, где вода используется для бытовых нужд, опять же эта тенденция в полной мере характерна для «группы» измеряемых нами показателей, связанных с минерализацией.

*Сульфаты SO<sub>4</sub><sup>-</sup>*. Для этого параметра наблюдалось двукратное увеличение концентраций в октябре, по сравнению с июнем для всех станций ирригационной системы, за исключением, каналов Миришкор и КМК, чьи воды используются для бытовых нужд населения. Рост концентрации сульфатов в октябре, на фоне не увеличивающейся, а даже несколько уменьшающейся минерализации свидетельствует об удобрениях, как об источнике сульфатов, и является еще одной уликой (вместе с нитратами и фосфатами) чрезмерного использования



удобрений в осенний период. Значения сульфатов очень высокие для жизни пресноводных экосистем, и находятся на границе предельно допустимых концентраций или превышают их на всех станциях ирригационной системы, за исключением каналов Миришкор и КМК.

*Хлориды Cl<sup>-</sup>* показывают одинаковый тренд с минерализацией воды, т.е. самая высокая их концентрация наблюдалась в дренажных озерах, и самая низкая в каналах Миришкор и Каршинский магистральный. Значения хлоридов очень высокие для жизни пресноводных экосистем, и находятся на границе предельно допустимых концентраций или превышают их на всех станциях ирригационной системы, за исключением каналов КМК и Миришкор.

*Жесткость карбонатная* показывает одинаковый тренд с минерализацией воды, т.е. самые высокие значения наблюдались в дренажных озерах, и самые низкие в каналах Миришкор и Каршинский магистральный. Значения хлоридов очень высокие для жизни пресноводных экосистем, и находятся на границе предельно допустимых концентраций или превышают их на всех станциях ирригационной системы, за исключением КМК и Миришкор м каналов.

*Железо.* Содержание железа не превышает предельно допустимых концентраций, рекомендуемых для живых экосистем, и было на порядок выше именно в каналах Миришкор и Каршинский магистральный, источником поступления воды для которых является р. Амударья.

*Общее микробное число и коли титр*, вызывает тревогу тот факт что общее микробное число достигает больших значений, а именно значений до 5 степени в июне почти на всех исследуемых станциях, и даже значений до 7 степени на станциях канализационного стока в октябре (кроме того в октябре здесь наблюдаются высокие значения колиформных бактерий). Количество *коли-формных бактерий* было очень высоким в, откуда люди используют воду для бытовых нужд, и в озере Сичанкуль, где занимаются выловом рыбы. Мы не смогли сравнить средние значения параметров для разных станций и регионов с помощью критерия Стьюдента или, с помощью любого непараметрического критерия, так как величина выборки была нерепрезентативной.

**Выводы.** Таким образом, по результатам наших исследований, основные причины загрязнения ирригационных водных объектов Каршинской степи это: 1) это неумелое управление водными ресурсами, т.е. чрезмерное использование и потери воды в КДС, приводящие к быстрому засолению почвы и вторичного стока; 2) чрезмерное использование минеральных удобрений, особенно азотных, загрязняющих реки и подземные воды; 3) повсеместное отсутствие или очень неэффективная работа очистных сооружений региона, приводящая к риску глистных инвазий и остро-кишечных заболеваний.

Таким образом, водные объекты коллекторно-дренажного стока в Каашкадарьинском регионе не могут быть использованы без ущерба для здоровья населения для хозяйственно-

бытовых нужд, а также для рекреации или рыболовства. Использование ирригационной воды с минерализацией выше 5 г/л, приносит большой урон экологическому состоянию воды и почвы.

С другой стороны, существует пока нерешаемая проблема утилизации возвратного стока, который из коллекторно-дренажной сети просто накапливается в естественных депрессиях. Так, в дренажных озерах Сечанкуль и Атчинкуль одновременно с процессами засоления активно протекают процессы повышения уровня сапробности (органического загрязнения) и эвтрофирования (биогенной нагрузки). С другой стороны, повышение уровня минерализации превращает эти озера в солончаки: так при повышении минерализации воды от 11 до 18 г/л происходит снижение развития всех показательных таксонов водорослей, характерных для эвтрофных вод, и это косвенно свидетельствует о снижении биологических процессов самоочищения и стрессовом состоянии экосистем дренажных озер [8]. Повышенное содержание биогенов и органических компонентов приводят к доминированию процессов накопления этих веществ в донных отложениях, что в свою очередь, приводит к образованию мертвой, бескислородной зоны и увеличению анаэробной вредной микрофлоры, которая сопутствует развитию и распространению патогенной микрофлоры). Большое количество седиментов, в свою очередь, является накопительной средой для токсичных веществ, которые аккумулируются, передаваясь по пищевой цепочке, что также создает риск для здоровья людей при использовании выловленной рыбы.

#### **Рекомендации:**

- 1) После городских станций «не доочистки воды» целесообразно было бы соорудить несложные и недорогие сооружения доочистки, как, например, так называемые гидрботанические пруды-денитрификаторы, скорые гравийно-песчаные, каркасно-засыпные фильтры.
- 2) Обязательное проведение мелиоративных работ для ирригационной системы, которые поспособствуют переводу сильнозагрязненных, модифицированных водных объектов ирригации в статус водоемов с «хорошим самоочищающимся потенциалом».
- 3) Планировать разработку плана управления водосборным бассейном, т.е. добиваться того, чтобы все искусственные и сильно модифицированные водные объекты соответствовали хорошему экологическому потенциалу.

#### **Список использованных источников:**

1. Strickman R., Porkka M., 2008. Water and social changes in Central Asia: problems related to cotton production in Uzbekistan: ISBN 978-951-22-9593-7 Rahaman, M.M. & Varis, O.

2. Якубов Х.У. [и др.], 2011. Коллекторно-дренажный сток в Центральной Азии и его дальнейшее использование для сельского хозяйства / Исследовательский центр межгосударственной координации комиссии по управлению водными ресурсами SIC ICWC, С. 279.
3. Rahaman, M.M., Varis, O., 2005. Integrated water resources management: evolution, prospects and future challenges / Sustainability: Science, Practice & Policy, (eds.): Central Asian Waters, vol. 1, N 1, pp. 105-115.
4. Реймов П.Р. Национальный доклад по экологическим услугам и финансированию и устойчивому использованию экосистем, связанных с водой в республике Узбекистан / Seminar on Environmental Services and Financing for the protection and sustainable use of ecosystem/ Geneva, 10-11 October, 2005.
5. FAO, 2018. More people, more food, worse water? / A global review of water pollution from agriculture / Edited by Javier Mateo-Sagasta (IWMI), Sara MarjaniZadeh (FAO) and Hugh Turrall. – p. 238.
6. Ferreira [et al.], 2011 Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework directive /Estuarine, Coast and Shelf Science, 93: 117-131.
7. Вода питьевая. Методы анализа / Госкомитет СССР по стандартам / Москва: Издательство стандартов, 1984, - С. 239.
8. Тальских В.Н. [и др.], 2001 Оценка статуса водохранилищ и озер правобережья Амударьи / Проблемы опустынивания /Международный научный и практический журнал/ Ашхабад, № 2, с. 49-57.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЯХ

*Митяева Л.А., науч. сотр., канд. техн. наук, Арискина Ю.Ю., мл. науч. сотр.*

*Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, РФ,*

*г. Новочеркасск, Ростовская обл.*

**Аннотация.** Целью исследований является анализ практики использования подземных вод в оросительных мелиорациях. Общие прогнозные ресурсы питьевых и технических подземных вод, на территории Российской Федерации, составляют 870,3 млн м<sup>3</sup>/сут., что позволяет их рассматривать как дополнительный источник в оросительных мелиорациях. Рядом ученых отмечено, что на всех сельскохозяйственных культурах, которые выращивались на подземных водах, получили повышенные урожаи, от 15 до 50–60 % по сравнению с контрольными. Выделены основные достоинства и недостатки использования подземных вод в оросительных мелиорациях.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, орошение, подземные воды, минерализация, повышения плодородия почв

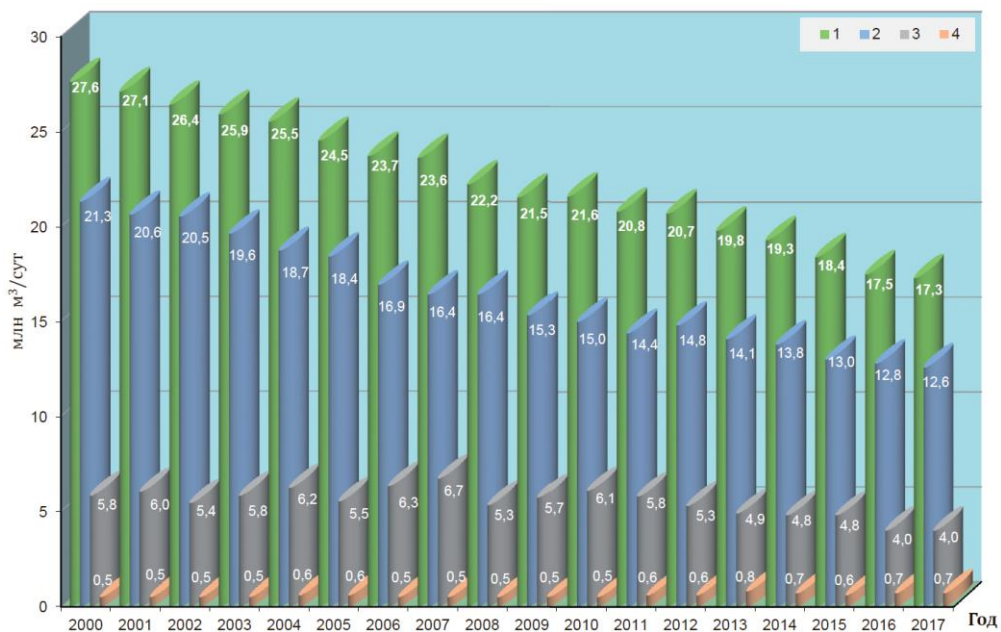
**Постановка проблемы.** Общие прогнозные ресурсы питьевых и технических подземных вод на территории Российской Федерации по состоянию на 1 января 2018 г., по данным государственного мониторинга состояния недр [1. с. 23], составляют 870,3 млн м<sup>3</sup>/сут. Наибольшие ресурсы (77 %) подземных вод сосредоточены в Сибирском, Дальневосточном, Уральском и Северо-Западном федеральных округах (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение прогнозных ресурсов питьевых и технических подземных вод по федеральным округам на 01.01.2018 [2, с. 164.]

Федеральный округ	Прогнозный ресурс, млн м <sup>3</sup> /сут	Доля от общего количества прогнозных ресурсов, %	Модуль прогнозных ресурсов, м <sup>3</sup> /(сут/км <sup>2</sup> )	Запасы подземных вод, млн м <sup>3</sup> /сут
Центральный	74,1	8,5	113,9	26,1
Северо-Западный	117,7	13,5	69,8	4,15
Южный	18,2	2,1	40,5	8,48
Северо-Кавказский	22,9	2,6	134,3	4,75
Приволжский	84,7	9,8	81,7	15,4
Уральский	142,6	16,4	78,4	5,11
Сибирский	250,9	28,9	48,8	13,06
Дальневосточный	159,2	18,3	25,8	5,37

На территории Российской Федерации (с учетом данных по Республике Крым и г. Севастополю) по состоянию на 01.01.2018 разведано 18059 месторождений (участков) питьевых и технических подземных вод с оцененными балансовыми запасами 82,42 млн м<sup>3</sup>/сут. Больше всего оцененных запасов – в Центральном федеральном округе (26,10 млн м<sup>3</sup>/сут), в Приволжском и Сибирском федеральных округах – 15,40 и 13,05 млн м<sup>3</sup>/сут соответственно.

Потребление воды на нужды сельского хозяйства, включая орошение земель и обводнение пастбищ, в 2017 г. увеличилось на 40 % (рисунок) [3, с. 19].



1 – всего по Российской Федерации; 2 – хозяйственно-питьевое водоснабжение; 3 – производственно-техническое водоснабжение; 4 – нужды сельского хозяйства (орошение земель + обводнение пастбищ)

**Рисунок** – Использование подземных вод на территории Российской Федерации в 2000–2017 гг.

Таким образом, очевидна актуальность использования подземных вод в оросительных мелиорациях, что позволяет повысить водообеспеченность сельскохозяйственной отрасли за счет использования дополнительных (альтернативных) источников.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В настоящее время, огромное количество научных трудов, посвящены использованию подземных вод в хозяйственно-питьевых целях и оросительных мелиорациях, как в различных регионах Российской Федерации, так и за рубежом. Рассмотрим, наиболее значимые, с целью орошения различных сельскохозяйственных культур.

В результате использования подземных вод для и орошения в Крыму такими авторами как В. И. Ляшевский, Н. М. Иванютин, А. П. Тищенко [4–8], отмечено, что повышенная

минерализация воды и загрязнение наблюдается на 186 водозаборах. Использовать такую воду для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения без дополнительной подготовки нельзя. С целью возможности использования данной категории вод авторами рассматривается вопрос выбора метода опреснения, который был бы наиболее экономически, технически и экологически выгодным. В данном случае, рассматривается возможность использования способов очистки воды на основе технологий обратного осмоса и электродиализа для деминерализации подземных вод до нормативных показателей. Авторами отмечено, что использовать для целей орошения воду, полученную данным способом можно, только при выращивании в тепличных комплексах высокорентабельных сельскохозяйственных культур.

На территории Ростовской области авторами отмечено, что пресные подземные воды встречаются крайне редко, а наибольшие площади занимают участки с повышенной минерализацией и высоким содержанием сульфатов, солей жесткости. В данном случае, чтобы использовать подземную воду для орошения, необходим выбор схемы очистки и обессоливания подземных вод исходя из качественных показателей воды в конкретных условиях [9–11].

Рядом авторов [12, с. 198] проведены натурные исследования условий и перспектив использования подземных вод для орошения земель на репрезентативном участке в Казахстане. Отмечено, что более 60 % ирригационных вод идет на пополнение запасов подземных вод, что может быть использовано в качестве эффективного альтернативного источника для подпитки корневой системы таких сельскохозяйственных культур как соя, сахарная свекла и особенно кормовых культур, в частности люцерны.

В. М. Смольянинов [13, с. 150] рассматривает перспективы использования подземных вод для орошения земель в Воронежской области. Автором отмечено, что орошаемые земли в основном используются под кормовые севообороты и культурные пастбища и имеются все условия для проведения мероприятий по искусственному пополнению подземных вод. В результате выделено несколько зон орошения сельскохозяйственных культур, которые отличаются различными модулями подземного стока.

Авторами [14–16] отмечено, что более 70 % пригодных для сельского хозяйства земель Северного Дагестана могут орошаться за счет подземных вод. Но интенсивная добыча подземных вод часто приводит к снижению уровней, формированию обширных депрессионных областей и воронок, истощению запасов и ухудшению качества подземных вод (росту минерализации и увеличению концентраций мышьяка и других токсичных элементов).

Необходимо отметить, что во многих регионах мира отмечается прогрессирующее загрязнение подземных вод, охватывающее значительные территории. В подавляющем

большинстве случаев, оно является следствием общего загрязнения окружающей среды. Практически любой вид хозяйственной деятельности (разработка полезных ископаемых, внесение удобрений в почву, гидротехническое строительство и др.) неизбежно сказывается на качестве подземных вод и часто проявляется в их загрязнении (сульфатами, хлоридами, соединениями азота, фенолами, тяжелыми металлами и др.). Площади загрязнения водоносных горизонтов в отдельных случаях достигают десятков и сотен квадратных километров (Республика Дагестан, Пермский край, Новосибирская область, Хабаровский край и др.) [17, с. 69].

Имеющийся многочисленный опыт загрязнения подземных вод, свидетельствует о том, что такое загрязнение часто носит региональный характер, представляет серьезную опасность и ограничивает возможности, а главное, перспективы практического использования подземных вод для орошения.

Для повышения эффективности использования подземных вод с целью оросительных мелиораций необходимо регулярно контролировать их гидродинамическое и гидрохимическое состояние, разрабатывать методологию по способам очистки вод от загрязняющих элементов.

**Целью исследований** является анализ практики использования подземных вод в оросительных мелиорациях.

**Изложение основного материала.** Закономерности формирования и распространения подземных вод и их использование в оросительных мелиорациях подробно изложены, в раннее опубликованных работах, В. С. Ильина, Ф. П. Саверенского, Г. Н. Каменского, Н. И. Толстихина, А. М. Овчинникова, В. М. Швеца, А. П. Виноградова, В. И. Лебедев, П. С. Бобко и других [18–20].

Впервые, в районах умеренного и недостаточного увлажнения, использование местных природных минерализованных подземных вод, связано с интенсивным освоением орошаемых территорий. Например, в Ростовской области (Песчанокопский район) в 1968 г. подземными минерализованными водами орошалось 638 га, а в 1969 г. уже 1100 га. На орошаемых землях выращивали высокие и устойчивые урожаи зерна, овощей, кормов. По подсчетам экономистов, затраты на строительство окупались за счет прибавки урожая уже на третий год эксплуатации скважины. К 70-м годам XX века было охвачено орошением местными природными минерализованными водами более 50 тыс. гектаров [21, с. 271].

В Ставропольском крае широко использовались местные природные минерализованные воды рек, прудов и артезианских скважин. Отмечено, что на тех орошаемых участках, где используются слабоминерализованные подземные воды совместно с минеральными удобрениями, химические элементы воды и органические соединения легко и быстро

поглощаются корневой системой растений. Например, при внесении минеральных удобрений от 6 до 8 ц на 1 га и оптимальном режиме орошения урожай зерна озимой пшеницы составил 50–54 ц/га, кукурузы на зерно – от 85 до 100 ц/га, зеленой массы кукурузы – от 600 до 700 ц/га [22, с. 101].

В районах избыточного увлажнения, где почвы малопродородны, подземные воды использовались (с 60-х гг. XX в.) как в качестве орошения, так и удобрения почвы. Во многих хозяйствах Ленинградской, Новгородской, Вологодской и других были проведены производственно-полевые опыты, которые показали, что при использовании подземных вод в качестве удобрения и орошения почв можно получить двойные урожаи зерновых и овощных культур, тройные урожаи сеяных и луговых трав.

Многочисленные исследования применения подземных вод, с целью орошения, рассмотрены в трудах И. Н. Баскаченко [23–26].

Автором проводились опыты в различных районах и изучалось влияние минерализованных подземных вод на развитие растений в условиях гумидной зоны Европейской части России. В проводимых опытах использовались хлоридно-натриево-кальциевые и железистые минерализованные воды, содержащие большое количество микроорганизмов. Этими водами поливали рожь, пшеницу, ячмень, овес, горох, а также овощи: капусту, картофель, помидор, кабачки и др. На всех культурах, которые выращивались на подземных водах, получили повышенные урожаи, от 15 до 50–60 % по сравнению с контрольными. В исследованиях отмечено, что некоторые подземные воды способны понижать кислотность подзолистых почв до нейтральной реакции, но только при непрерывном воздействии их на почвенные растворы. При этом же условии происходит и улучшение структуры почв. Вегетационные и полевые опыты, проведенные в хозяйствах Ленинградской области, с применением минерализованных вод, показали повышение урожайности сельскохозяйственных культур в 1,5–2,0 раза и более.

В качестве примера представлен урожай озимой ржи, которую высевали на опытном участке после яровых культур (овса). Варианты опыта, следующие: без удобрений и полива, с поливом пресной водой и внесением древесной золы (по 37, 5 кг на делянку), а также с поливом минерализованной водой. На каждую делянку, кроме контрольных, было внесено по 15 м<sup>3</sup> пресной или минерализованной воды. Урожай с делянок варианта с поливом минерализованной подземной водой превышал урожай с делянок остальных вариантов. Сырой массы было получено в 1,5 раза больше, чем в контроле (таблица 2).



Таблица 2 – Урожайность озимой ржи сорта Приекульская при поливе минерализованной подземной водой и пресной водой, ц с 1 га [27, с. 107]

Вариант	Повторности				В среднем	Точность опыта, %
	I	II	III	IV		
Без удобрения и полива водой (контроль)	7,4	9,3	8,2	7,9	8,2	5,0
Полив пресной водой почвы перед посевом (150 м <sup>3</sup> на 1 га)	9,8	12,5	10,4	8,9	10,4	6,3
Полив пресной водой почвы перед посевом (150 м <sup>3</sup> на 1 га) и внесение древесной золы 1,5 ц на 1 га	10,7	13,5	11,3	10,9	11,6	5,5
Полив минерализованной подземной водой почвы перед посевом (150 м <sup>3</sup> на 1 га) и при внесении древесной золы (1,5 ц на 1 га)	13,7	15,6	14,5	16,2	15,0	3,3

И. Н. Баскаченко отмечает, что подземные минерализованные воды, можно использовать как в качестве орошения, так и удобрения почвы. Например, при использовании подземных вод гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа с минерализацией от 5 до 10 г/л солей из расчета 100 или 200 м<sup>3</sup>/га почва получает от 500 до 1000 кг различных солей (из них гидрокарбонатов (НСО<sub>3</sub>) – 75–200 кг/га, кальция – 150–300, магния – 20–40, калия – 8–20 кг/га) и достаточное количество различных микроэлементов – бора, железа, кобальта, лития, молибдена, марганца, хрома и др. Отмечено, что подземная минерализованная вода благотворно влияет на жизнедеятельность полезных микроорганизмов в почве, а именно на увеличение подвижных форм химических элементов почвы и на развитие в ней нитрифицирующих бактерий (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание нитратного и аммиачного азота в почве при использовании минерализованных подземных и пресных вод [28, с. 126]

Вариант	В мг на 100 г почвы		Влага, %
	NO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	
Контроль (с поливом пресной водой 30 м <sup>3</sup> на 1 га)	нет	нет	25,20
Опытная делянка (с поливом подземной минерализованной водой 30 м <sup>3</sup> на 1 га)	45	следы	24,05

Опыт с помидорами сорта Буденновка проводился в двух вариантах: с поливом рассады подземной минерализованной водой и пресной, в 4 повторностях, на делянках размером 30 м<sup>2</sup>. Данные химического анализа показывают, что при поливе подземной минерализованной водой снижается зольность плодов и увеличивается содержание в них органического вещества (таблица

4).

Таблица 4 – Изменение зольности у растений помидор сорта Буденновка при поливе подземной минерализованной и пресной водой [24, с. 60]

Вариант	Зольность				Сухая масса, г			
	листьев	стеблей	корней	плодов	листьев	стеблей	корней	плодов
Без полива (контроль)	20,01	14,54	11,90	14,55	18,92	21,40	3,66	14,15
Десятикратный полив пресной водой (30 м <sup>3</sup> на 1 га)	23,33	14,49	11,60	14,49	37,58	27,30	5,30	16,20
Десятикратный полив подземной минерализованной водой (30 м <sup>3</sup> на 1 га)	25,59	13,81	11,84	8,64	59,43	42,22	7,37	20,10

В проанализированном ранее опыте использования подземных вод с целью орошения и удобрения почвенного покрова, необходимо отметить, что не выявлены особенности химического состава, качества подземных вод, а также тенденции изменения во времени и пространстве состояния почвенного покрова.

В настоящее время, требования к качеству подземных вод в оросительных мелиорациях отражены: в Водном кодексе Российской Федерации [29], СП 2.1.5.1059-01 «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения» [30], в ГОСТ 17.1.2.03-90. Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения [31]. Нормирование показателей качества воды для орошения следует осуществлять в соответствии с агрономическими, техническими и экологическими критериями с учетом: глубины залегания и химического состава подземных вод; солеустойчивости сельскохозяйственных культур; технологии орошения и др.

**Выводы и предложения.** В результате проанализированного опыта использования подземных вод, с целью оросительных мелиораций, можно отметить достоинства и недостатки их применения. Основные достоинства:

- дополнительный источник оросительной воды;
- использование в качестве местного источника воды, а именно, вблизи орошаемых земель вследствие отсутствия необходимости иметь участок магистрального канала;
- понижение уровня грунтовых вод на орошаемой площади;

- не заиляемость каналов, т.к вода не содержит наносов;
- вариант использования самоизливающихся подземных вод не требует расходов энергии;
- дополнительное поступление в почву питательных химических веществ.

Основные недостатки:

- большая глубина и неустойчивый дебит часто делают использование подземных вод не эффективными;
- повышенная минерализация и наличие загрязняющих веществ требует технологических процессов очистки и подготовки подземных вод;
- низкая температура воды;
- при интенсивной откачке, превышающий их естественное питание, наступает постепенное истощение запасов подземных вод и понижения их уровня.

Анализ практики использования подземных вод в оросительных мелиорациях, позволяет заключить, что в настоящее время, несмотря на наличие основных достоинств, требуется строгий учет условий использования поливных вод и технологических особенностей по их подготовке.

#### **Список использованных источников:**

1. Информационный сайт о состоянии недр Российской Федерации ФГБУ «Гидроспецгеология» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.geomonitoring.ru/>.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». – М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. – 888 с.
3. Пугач, С. Л. Динамика изменения состояния ресурсной базы питьевых и технических подземных вод, ее освоения и использования на территории Российской Федерации за период 1991–2010 гг. / С. Л. Пугач, И. Ю. Дежникова, И. А. Коваленко // Разведка и охрана недр. – 2013. – № 10. – С. 18–21.
4. Иванютин, Н. М. Возможность использования слабоминерализованных поверхностных и подземных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения в Крыму / Н. М. Иванютин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – № 2(66). – С. 106–111.
5. Водообеспечение сельскохозяйственной отрасли Крыма: текущая ситуация и перспективы / В. И. Ляшевский, А. П. Тищенко, Н. Е. Волкова, Н. М. Иванютин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 4(64). – С. 120–125.
6. Ляшевский, В. И. К проблеме опреснения морской воды в Крыму / В. И. Ляшевский, А. М. Джапарова // Таврический вестник аграрной науки. – 2015. – № 1(3). – 63–67.
7. Ресурсный потенциал питьевых и технических подземных вод, его освоение и

использование / И. Ю. Дежникова [и др.] // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2017. – № 4. – С. 70–75.

8. Дровозова, Т. И. Геоэкологическая оценка подземных вод Ростовской области // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 3(50). – С. 112.

9. Васильев, С. М. Ретроспективный анализ изменения почвенно-мелиоративных условий орошаемых почв юга Ростовской области / С. М. Васильев, Ю. Е. Домашенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 3 (43). – С. 17–24.

10. Васильев, Д. Г. Исследования процесса фильтрации почв при орошении очищенными сточными водами в условиях Ростовской области / [Электронный ресурс] / Д. Г. Васильев, Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ. – 2017. – № 4(28). – С. 94–105.

11. Васильев, С. М. Экологическая концепция оценки воздействия оросительных систем на ландшафты Нижнего Дона: монография / С. М. Васильев, В. Ц. Челахов, Е. А. Васильева / Сев.-Кавказ. науч. центр высш. шк., ФГНУ «Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации». Ростов-на-Дону, 2005. – 307 с.

12. Натурные исследования условий и перспектив интегрированного использования подземных вод для орошения земель / В. В. Кулагин [и др.] // Генезис научных воззрений в контексте парадигмы устойчивого развития: сб. науч. ст. – Санкт-Петербург: ООО «Редакционно-издательский центр «КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС», 2018. – С. 198–205.

13. Смольянинов, В. М. Перспективы использования подземных вод для водоснабжения и орошения земель в Воронежской области / В. М. Смольянинов // мат. пятой всеросс. науч.-практ. конф. «Эколого-географические исследования в речных бассейнах». – 2018. – С. 149–153.

14. Рациональное использование подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна на Северодагестанской равнине Республики Дагестан / Ш. Г. Самедов [и др.] // Вода: химия и экология. – 2016. – № 4 (94). – С. 87–92.

15. Самедов, Ш. Г. Подземные воды Дагестана: рациональное использование / Ш. Г. Самедов, Т. И. Абдулганиева // Природа. – 2017. – № 7(1223). – С. 52–55.

16. Тавасиев, В. Х. Рациональное использование подземных пресных вод в Республике Северная Осетия-Алания / В. Х. Тавасиев // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 12. – С. 169–172.

17. Зекцер, И. С. Направления региональных исследований пресных подземных вод / И. С. Зекцер // Известия Российской Академии наук. Серия географическая. – 2009. – № 3. – С.

62–71.

18. Использование воды повышенной минерализации в целях орошения / О. Г. Грамматикати [и др.] // Гидротехника и мелиорация. – 1971. – № 3. – С. 38–45.

19. Бобко, П. С. Геологические условия формирования старорусско-солецких минерализованных вод / П. С. Бобко // Труды ВНИИГ. – 1953. – вып. 28. – С. 150–154.

20. Лебедев, В. И. Сопровождение по проблеме использования подземных вод / В. И. Лебедев // Вестник ЛГУ. – 1965. – № 23. – С. 68–69.

21. Назаренко, О. В. Распределение выходов подземных вод на территории Ростовской области / О. В. Назаренко // Теоретические и прикладные вопросы современной географии. материалы Всеросс. науч. конф. 20–22 апреля 2009 г. – Томск: Томский госуниверситет, 2009. – 343 с.

22. Мышенков, С. В. Минерально-сырьевая база Ставропольского края / С. В. Мышенков, Ю. А. Киричко, А. И. Братишко // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2012. – № 1. – С. 90–104.

23. Баскаченко, И. Н. Подземные воды и урожай / И. Н. Баскаченко. – Л.: Лениздат, 1971. – 143 с.

24. Баскаченко, И. Н. Подземные воды вместо удобрений / И. Н. Баскаченко // Природа. – 1969. – С. 60–61.

25. Баскаченко, И. Н. Минерализованные подземные воды повышают урожай / И. Н. Баскаченко // Природа. – 1969. – С. 102–104.

26. Баскаченко, И. Н. Орошение лугов и пастбищ минерализованными водами / И. Н. Баскаченко. – Л.: Лениздат, 1973. – 102 с.

27. Баскаченко, И. Н. Использование природных минерализованных вод в сельском хозяйстве / И. Н. Баскаченко. – Л.: Колос, 1975. – 184 с.

28. Баскаченко, И. Н. Подземные воды и урожай / И. Н. Баскаченко. – Л.: Лениздат, 1971. – 143 с.

29. Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (с изменениями на 3 августа 2018 г.): по состоянию на 04 апреля 2019 г. // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

30. О введении в действие санитарных правил «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения СП 2.1.5.1059-01»: постановление Правительства РФ от 24 июля 2000 г. № 554: по состоянию на 04 апреля 2019 г. // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.].

31. ГОСТ 17.1.2.03-90. Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения. – Введ. 1991-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

**МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ  
КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ С  
АНТИКОРРОЗИОННЫМ И ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИМ ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

*Петров А.А., Садиев У.А*

*Научно-исследовательский институт Ирригации и водных проблем*

**Аннотация.** В статье рассмотрены методики по установлению гарантийного срока службы гидротехнических сооружений. Изучены закономерности по установлению долговечность конструкционного элемента гидросооружений с битумно-полимерной гидроизоляционной защитой. Произведено усовершенствование методики по установлению гарантийного срока службы железобетонных элементов гидротехнических сооружений с антикоррозионной и герметизирующей защитой в условиях агрессивных сред.

Длительное действие агрессивных сред на бетон сопровождается ухудшением (деградацией) структуры и свойств материала. При этом визуально и инструментально можно выделить следующие явления: изменение прочности, жесткости, набухание, пластифицирование или охрупчивание композита, уменьшение концентрации одних структурообразующих компонентов и накопление других, изменение показателей поровой структуры, изменение цвета, размеров, веса образцов [1].

Ставим решение задачи по проявлению взаимодействия защитного материала с агрессивной средой. При этом будем искать выражение для функции деградации.

Учитывая, что деградация — это процесс ухудшения эксплуатационных показателей качества строительных материалов и конструкций, интенсивность которой связана с действием силовых факторов, физических полей, химических веществ и живых организмов. Искомую деградационную функцию можно представить следующим выражением:

$$D = f(t, T, \sigma, c, h, \alpha, a)$$

или

$$\varphi\left(\frac{D}{\pi}, t, \sigma, c, h, \alpha, a\right) \quad (1)$$

Где:  $t$  - время;  $T$  - температура;  $\sigma$  - напряжение;  $c$  - концентрация агрессивной среды (гидрохимические показатели воды);  $h$  - геометрическая характеристика конструкции ГТС;  $\alpha$  и  $a$  - параметры деградации элементов конструкции гидросооружений.

Уравнение (1) содержит  $n = 7$  членов, а число основных размерных единиц  $m = 3$ . Согласно  $\Pi$ -теоремы получили уравнение, состоящее из  $n-m = 4$  безразмерных  $\Pi$ -членов:

$$\Phi(\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4) = 0 \quad (2)$$

Каждый такой  $\Pi$ -член содержит 4 переменные. Принимая в качестве основных переменных время  $t$ ,  $T$ -температура,  $\sigma$ -напряжение и комбинируя их с остальными входящими в уравнение (1) переменными, получим:

$$\begin{aligned} \Pi_1 &= t^{x_1} \sigma^{y_1} c^{z_1} h^{-1} \\ \Pi_2 &= t^{x_2} \sigma^{y_2} c^{z_2} \alpha^{-1} \\ \Pi_3 &= t^{x_3} \sigma^{y_3} c^{z_3} a^{-1} \\ \Pi_4 &= t^{x_4} \sigma^{y_4} c^{z_4} \left(\frac{D}{T}\right)^{-1} \end{aligned} \quad (3)$$

Составляя уравнение размерности для первого  $\Pi$ -члена, будем иметь:

$$\Pi_1 = t^{x_1} \left(\frac{M}{L \cdot t^2}\right)^{y_1} \left(\frac{M_0}{M}\right)^{z_1} L^{-1} \quad (4)$$

Складывая показатели степени при одинаковых основаниях, находим:

$$\Pi_1 = t^{x_1 - 2y_1} \cdot M^{y_1 + z_1} \cdot L^{-y_1 - 1} \quad (5)$$

Для того, чтобы размерность  $\Pi_1$  была равна 1 ( $\Pi_1$  – безразмерная величина), необходимо потребовать равенство нулю всех показателей степени, т.е.:

$$\left. \begin{aligned} x_1 - 2y_1 &= 0 \\ y_1 + z_1 &= 0 \\ -y_1 - 1 &= 0 \end{aligned} \right\} \text{откуда получим} \quad \left\{ \begin{aligned} x_1 &= -2 \\ y_1 &= -1 \\ z_1 &= 1 \end{aligned} \right. \quad (6)$$

Подставляя эти значения показателей степени в первый  $\Pi$ -член, получим:

$$\Pi_1 = t^{-2} \cdot \sigma^{-1} \cdot c^1 \cdot h^{-1} = \frac{c}{t^2 \sigma h}$$

Аналогично для остальных  $\Pi$ -членов будем иметь:

$$\Pi_2 = \frac{1}{t^2 \cdot \sigma \cdot c \cdot \alpha}, \quad \Pi_3 = \frac{1}{t^2 \cdot \sigma \cdot c \cdot a}, \quad \Pi_4 = \frac{T}{D}.$$

Подставляя полученные  $\Pi$ -члены в уравнение (2), находим:

$$\Phi\left(\frac{c}{t^2 \cdot \sigma \cdot h}, \frac{1}{t^2 \cdot \sigma \cdot c \cdot \alpha}, \frac{1}{t^2 \cdot \sigma \cdot c \cdot a}, \frac{T}{D}\right) = 0$$

Решим это уравнение относительно  $\Pi_4$  и получим:



$$\frac{T}{D} = F\left(\frac{c}{t^2 \cdot \sigma \cdot h}, \frac{1}{t^2 \cdot \sigma \cdot c \cdot \alpha}, \frac{1}{t^2 \cdot \sigma \cdot c \cdot a}\right) \quad (7)$$

Откуда имеем

$$D = T \cdot \left[ F\left(\frac{c}{t^2 \cdot \sigma \cdot h}, \frac{1}{t^2 \cdot \sigma \cdot c \cdot \alpha}, \frac{1}{t^2 \cdot \sigma \cdot c \cdot a}\right) \right]^{-1}$$

Учитывая [1] получим

$$D = T \cdot \left[ F\left(\frac{c}{t^2 \cdot \sigma \cdot h}, \frac{1}{t^2 \cdot \sigma \cdot c \cdot \alpha}, \frac{1}{t^2 \cdot \sigma \cdot c \cdot a}\right) \right]^{-1} \approx$$

$$\approx 1 - \frac{\xi \cdot \omega \left(1 - \frac{R_k}{R_b}\right)}{1 - 0,5\xi_0} \quad (8)$$

Здесь:

$$\frac{R_k}{R_b} = 1 - \lambda_0 B(t) \cdot t^\alpha \quad (9)$$

Где:  $\xi = \frac{x_1}{h}$ ;  $\xi_0 = \frac{x}{h}$ ,  $R_k, R_b$  - расчетные прочностные характеристики композиционного материала и железобетона,  $x$  - высота деградированной зоны,  $h$  - высота сечения,  $\lambda_0$  - уровень дефектности структуры,  $B(t)$  - уровень воздействия агрессивной среды,  $\omega$  - коэффициент прочности железобетона ГТС [1]: ( $0,5 \leq \omega \leq 1$ ).

Учитывая (8) и (9), получим:

$$D = 1 - \frac{\xi \omega \cdot \lambda_0 B(t) \cdot t^\alpha}{1 - 0,5\xi_0} \quad (10)$$

Из уравнения (10) получим выражение для гарантийного срока службы железобетонных элементов ГТС с защитным материалом:

$$t^\alpha = \frac{(1 - D)(1 - 0,5\xi_0)}{\xi \omega \cdot \lambda_0 \cdot B(t)} \quad (11)$$

В работе [1] предлагается, что структурные элементы ГТС имеют скрытые дефекты и являются стареющими, а значение параметров  $\alpha$  в первом приближении принято равным 1. На основе натуральных параметров объекта  $D = 0.1$ ;  $\xi = 0.5$ ;  $\xi_0 = 0.25$ ;  $\omega = 1$ ;  $\lambda_0 = 0.5$ ;  $B = 0.2$  производим численное решение уравнения (11).

Тогда, долговечность конструкционного элемента ГТС с битумно-полимерной гидроизоляционной защитой, определенная по формуле (11), составит в пределах 15,7 лет.

**Вывод.** Таким образом, произведено усовершенствование методики по установлению гарантийного срока службы железобетонных элементов гидротехнических сооружений с антикоррозионной и герметизирующей защитой в условиях агрессивных сред.

#### **Использованная литература**

1. В. П. Селяев «Химическое сопротивление и долговечность строительных материалов изделий и конструкций»/ Вестник Мордовского университета, 2003 - №5 – С. 48.

## СОСТОЯНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ

*Усманов И.А., д-р мед. наук, Мусаева А.К., мл. науч. сотр.,*

*Ходжаева Г.А., мл. науч. сотр.*

*НИИ ирригации и водных проблем, Узбекистан, Ташкент*

**Аннотация.** В статье приведены результаты по изучению санитарно-технической эффективности работы систем питьевого водоснабжения сельского и городского населения Узбекистана в разрезе областей за многолетний период. Дана оценка изменения динамики уровней обеспеченности населения питьевым водоснабжением в городских и сельских населенных пунктах за последние десять лет.

**Ключевые слова:** централизованное водоснабжение; городские и сельские водопроводы; охват населения водоснабжением; санитарно-техническая эффективность работы водопроводов; обеспеченность населения системами питьевого водоснабжения.

За последние годы в Узбекистане проведены единичные исследования, посвященные оценке состояния работы систем питьевого водопользования городского и сельского населения в Узбекистане [1, с.129; 2,с.51; 3,с.62; 4,с.66]. Однако, эти исследования выполнены лишь по территории бассейна среднего течения реки Сырдарьи и не могут в полной мере характеризовать состояние сельского водоснабжения в целом по республике.

Цель настоящих исследований состояла в исследовании обеспеченности сельского и городского населения Узбекистана системами централизованного питьевого водоснабжения и их санитарно-технической эффективности функционирования за последние десять лет.

Установлено, что в ряде областей республики отмечается увеличение процента обеспеченности городского населения централизованным водоснабжением к 2017 году по сравнению с 2007 годом, а в других областях наоборот наблюдается его снижение.

Результаты исследования показали, что наибольший прирост обеспеченности **городского** населения системами централизованного водоснабжения в 2017 году отмечается в Самаркандской области и составляет 22,4%.

В Ташкентской области этот показатель составил 11,5%, а в Хорезмской области он составил 10,8%. В городе Ташкенте и в Джизакской области этот показатель был наименьшим и был соответственно на уровне 0,5 и 0,8 процентов.

Однако в ряде областей республики отмечается динамика снижения уровней обеспеченности городского населения системами питьевого водоснабжения. Так, в Сырдарьинской области процент снижения обеспеченности населения в 2017 году по

сравнению с 2007 годам составил 15,3%, в республике Каракалпакстан 14,4%, в Сурхандарьинской области 13,4% и в Бухарской области 11,4%.

В целом по республике отмечается прирост на 2,6 процента обеспеченности городского населения системами питьевого водоснабжения в 2017 году по сравнению с 2007 годом. Так, если в 2007 году охват городского населения водоснабжением по республике составлял 86,7%, то в 2017 году этот показатель был равен 89,3% (рисунок 1).

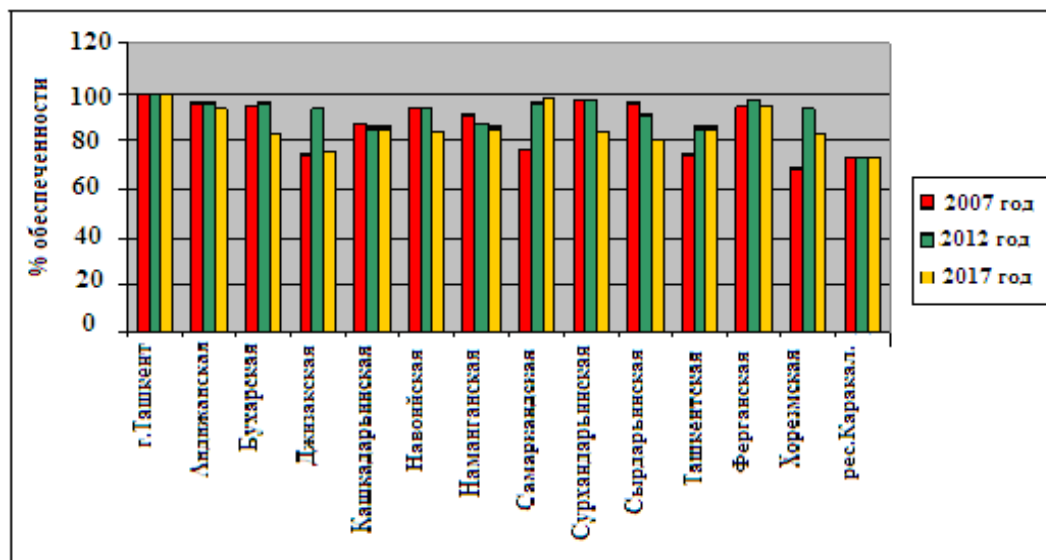


Рисунок 1 - Охват городского населения Узбекистана водоснабжением за 2007-2017 годы

Уровни обеспеченности **сельских** населенных пунктов системами питьевого водоснабжения в республике значительно ниже по сравнению с **городским** населением. При этом установлено, что наиболее высокий процент обеспеченности сельского населения питьевой водой в 2017 году отмечается в Андижанской области – 87,2%, в Сырдарьинской области – 83,1% и в Ферганской области – 81,5%.

Установлена положительная динамика охвата сельских населенных пунктов системами питьевого водоснабжения к 2017 году по сравнению с 2007 годом (рисунок 2).

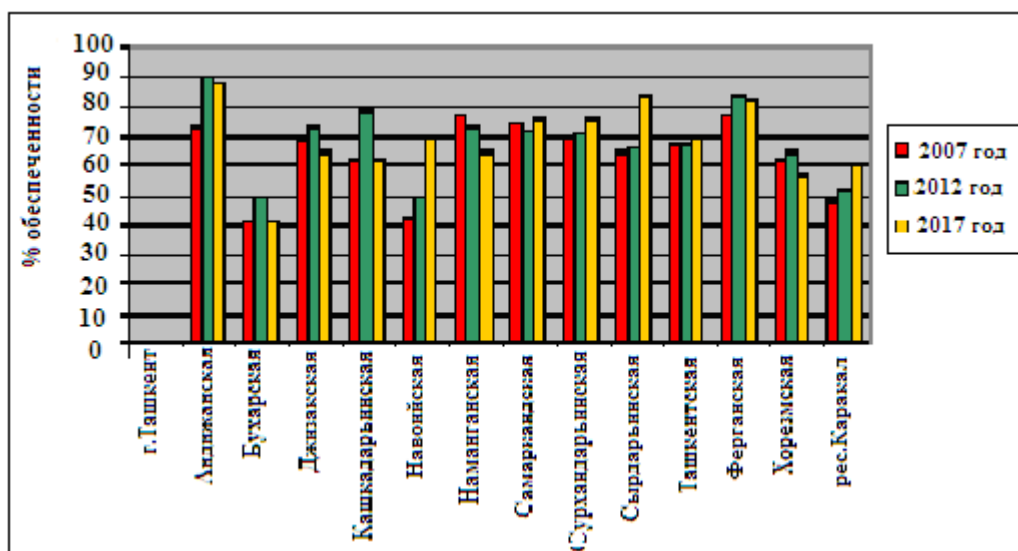


Рисунок 2 - Охват сельского населения Узбекистана водоснабжением за 2007-2017 годы

Динамика роста обеспечения **сельского** населения системами питьевого водоснабжения является наиболее высоким в Навоийской области, в которой прирост процента охвата питьевым водоснабжением составил 27,2% к 2017 году по сравнению с 2007 годом.

Процент обеспеченности сельского населения системами питьевого водоснабжения к 2017 году по сравнению с 2007 годом по республике увеличился на 1,2 процента. Так, если питьевым водоснабжением в 2007 году было охвачено 68,1%, сельского населения, то в 2017 году этот показатель был равен 69,3%. Таким образом, за последние десять лет по республике, отмечается положительная динамика в обеспечении сельского населения питьевым водоснабжением.

В настоящее время общее количество функционирующих в Узбекистане городских (коммунальных) водопроводов составляет 253. Исследования показали, что в 2017 году по сравнению с 2007 годом процент несоответствия гигиеническим нормам увеличился на 11,0%. Так, если в 2007 году из общего количества городских водопроводов 14 (5,9%) не отвечали санитарным нормам, то в 2017 году этот показатель составил 16,9% (рисунок 3).

Самый высокий уровень нарушений в работе систем питьевого водоснабжения городских водопроводов и несоответствие требованиям санитарных норм и правил установлен в Ферганской области - 78,8% и в Хорезмской области - 66,6%.

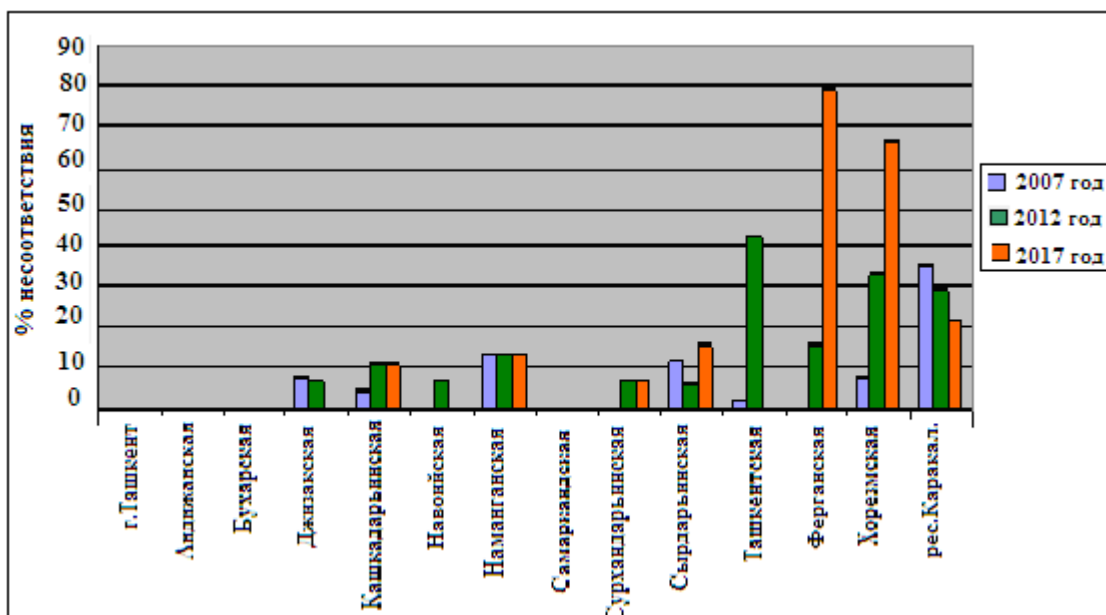


Рисунок 3 - Работа городских водопроводов в Узбекистане  
за 2007 – 2017 годы

Для водоснабжения сельских населенных пунктов эксплуатируются сельские водопроводы. Их количество значительно превышает количество городских водопроводов. Однако эксплуатация сельских водопроводов в населенных пунктах существенно проще и дешевле. С другой стороны, сельские водопроводы также относятся к системам централизованного водоснабжения и к ним предъявляются те же требования, что и к системам городских коммунальных водопроводов.

Установлено, что в целом по республике по состоянию на декабрь 2017 года функционирует **4289 сельских водопроводов**. Количество сельских водопроводов в 2017 году в целом по республике увеличилось на 9,2% (4289 в 2017 году против 3983 в 2007 году).

Необходимо отметить, что в 2017 году процент несоответствия количества сельских водопроводов гигиеническим нормам по сравнению с 2007 годом на 7,1% снизился. Так, если в 2007 году из 3983 сельских водопроводов 939 (23,6%) не отвечали санитарным нормам, то в 2017 году из 4289 сельских водопроводов 709 (16,5%) не соответствовали предъявляемым требованиям (рисунок 4).

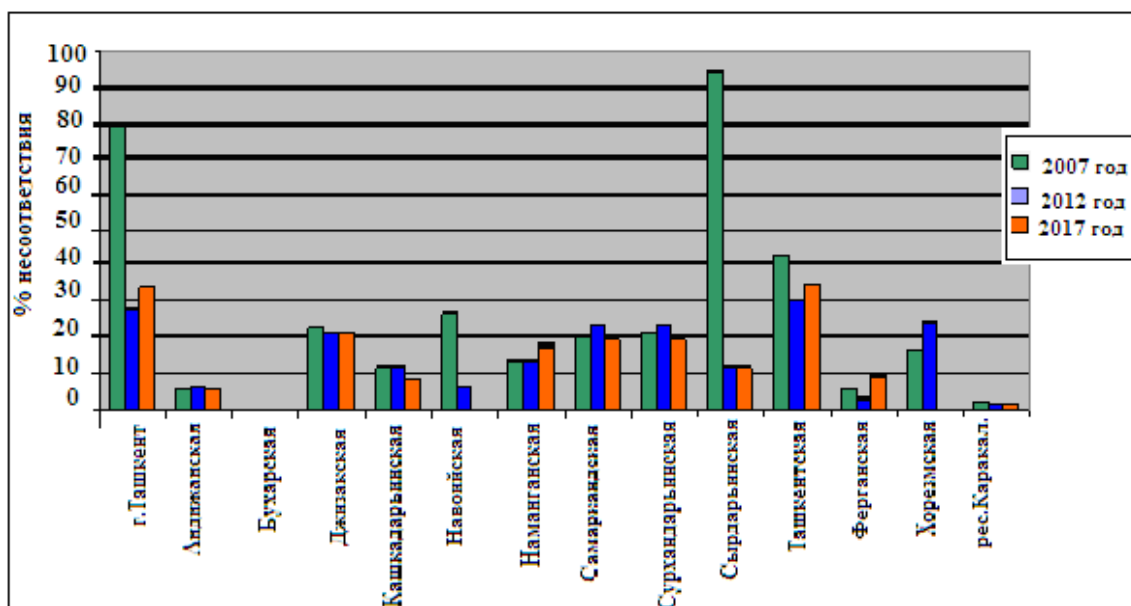


Рисунок 4 - Работа сельских водопроводов в Узбекистане  
за 2007 – 2017 годы

Исследованиями установлено, что в 2017 году из всех сельских водопроводов наиболее высокий процент неудовлетворительного состояния выявлен в системах питьевого водоснабжения Ташкентской области, в которой процент несоответствия составляет 35,2%, в Джизакской области - 21,1% и в Сурхандарьинской области - 19,0% соответственно.

Результаты настоящих исследований использованы для составления рекомендаций по совершенствованию мониторинга за работой систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения в Узбекистане, утвержденные Министерством здравоохранения Республики Узбекистан (№ 012-3/325 от 04.07.2018 г.).

#### Выводы:

1. В целом по Узбекистану отмечен рост уровней обеспечения городского населения системами питьевого водоснабжения. Так, если в 2007 году охват городского населения водоснабжением составлял 86,7%, то в 2017 году этот показатель был равен 89,3%.

2. Обеспеченность сельского населения системами питьевого водоснабжения за десятилетний ретроспективный период увеличилась на 1,2 процента.

3. Установлена положительная динамика развития систем водоснабжения городского населения за десятилетний период. Количество городских водопроводов к 2017 году по сравнению с 2007 годом увеличилось на 5,8 процентов, а сельских - на 9,2.

4. Состояние работы сельских водопроводов к 2017 году улучшилось по сравнению с 2007 годом на 7,1 процента, в то время как неудовлетворительная работа городских водопроводов возросла на 11,0 процентов.

### **Список использованных источников:**

1. Усманов И.А., Хасанова М.И. Водоснабжение сельского населения бассейна реки Сырдарьи // Сборник научно-практической конференции «Технологии и технические средства в мелиорации. -М. 2016. С.127-132.
2. Усманов И.А. К вопросу водопользования сельского населения в бассейне реки Сырдарьи //Журнал Вестник мелиоративной техники. -М. 2017. №1. С. 49-54.
3. Усманов И.А., Мусаева А.К., Ходжаева Г.А. Питьевое водоснабжение сельского населения в бассейне реки Сырдарьи // Журнал Вестник мелиоративной науки. -М. 2018. №1. С. 61-66.
4. Усманов И.А., Мусаева А.К., Ходжаева Г.А. Проблемы сельского водоснабжения из подземных водоисточников в среднем течении реки Сырдарьи // Журнал Вестник мелиоративной науки. -М. 2018. №2. С.61-67.



## РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НУТА НА ОРОШЕНИИ В ПОВОЛЖЬЕ

*Шадских В.А., д-р с.-х. наук, профессор, гл. науч. сотр.*

*Кижяева В.Е., канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.,*

*Пешкова В.О., канд. биол. наук, вед. науч. сотр.*

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Волжский  
научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»,  
г. Энгельс, Россия*

**Аннотация.** В современных экономических условиях первоочередной задачей является импортозамещение основных продовольственных товаров за счет увеличения производства отечественной сельскохозяйственной продукции. Огромный спрос на ценную бобовую культуру нут, как внутри страны, так и на мировом рынке открывает широкие возможности для увеличения его производства. Нут является традиционно богарной культурой, однако в связи с необходимостью расширения площадей его посевов нами рассмотрены вопросы эффективности возделывания нута на орошении с использованием ресурсосберегающей технологии.

**Ключевые слова:** орошение, нут, ресурсосберегающая технология возделывания, экономическая эффективность.

Учитывая стратегическое значение зернобобовых как белково-масличных культур, пользующихся большим спросом на внутреннем рынке сельскохозяйственной продукции, возникает необходимость расширения площади их посевов на орошении [1, 2].

В последние годы площади под нутом в России стали расширяться (до 100 тысяч гектаров), из них 80% приходится на Волгоградскую и Саратовскую области [3]. Проявляют интерес к нуту не только в регионах России, но и в странах СНГ [4].

В современных условиях перед сельскохозяйственным предприятием стоит задача оптимизации затрат на производство продукции, и чем дешевле она обходится, тем выше рентабельность, и, следовательно, больше средств можно направить на развитие производства. Разработанная нами ресурсосберегающая технология возделывания нута исключает неэффективные агроприемы, а трудоемкие энергозатратные этапы применяются только при необходимости [5].

Исследования проводились в сухостепной зоне Поволжья на полях опытно-производственного хозяйства «ВолжНИИГиМ» на орошаемых темно-каштановых почвах в период 2017-2018 гг. По степени водообеспеченности эти годы были различными. За вегетационный период 2017 года выпало сравнительно большое количество осадков – около 200 мм. 2018 год характеризовался как средне засушливый, сумма выпавших осадков

составила 140 мм. Это и определило дифференциацию режимов орошения в зависимости от степени влагообеспеченности.

Предпосевная обработка почвы стандартная. Для борьбы с сорной растительностью проводилась обработка поля после предшествующей культуры почвенными гербицидами сплошного действия и вегетационные прополки. Проанализирована продуктивность и биологический урожай. Определено место этой культуры в орошаемом севообороте.

Для инкрустации семян применен препарат «Здоровый урожай», ускоряющий созревание с.-х. культур на 3-7 дней. Это обеспечило снижение себестоимости с.-х. продукции на 15-30% за счет экономии на пестицидах (таблица 1).

Таблица 1 - Особенности применения препарата «Здоровый урожай» для зерновых и зернобобовых культур

Норма расхода препарата	Расход рабочего раствора	Способы, время обработки, особенности применения
0,250 л/т семян	10 л/т семян	Совместно с химическими или биологическими протравителями при протравливании семян
0,5-1,0 л/га	50-300л/га	Совместно с пестицидами и фунгицидами в период вегетации культуры

Применение препарата обеспечивает экономию минеральных удобрений на 25-40%, а также снижает повреждаемость урожая нематодой, проволочником и другими насекомыми вредителями, уменьшает стресс у растений после обработки пестицидами, стимулирует эффективность усвоения азотных, калийных, фосфорных удобрений, связывает продукты техногенного загрязнения и препятствует их поступлению из почвы в растение.

Для повышения сохранности растений и симбиотической активности нута семена перед посевом обрабатывались биопрепаратами [6, 7].

До сева семена обработали препаратом ТМТД против вредителей и болезней. По данным полученным на экспериментальном участке, обработка семян протравителями способствовала ограничению вредоносности фузариозного и альтернариозного увядания растений, улучшила показатели продуктивности. В период вегетации культур провели опрыскивание по посевам препаратом Ди-68 КЭ против тли и клещей.

При подготовке семян к севу применен биопрепарат Ризторфин Ж - микробиологическое удобрение на основе клубеньковых бактерий родов *Rhizobium* для фиксации атмосферного азота. Использовали 300-500 мл Ризоторфина Ж для обработки 1 гектарной нормы семян (8-10 литров рабочего раствора на 1 тонну семян).

Выявлено положительное влияние предпосевной обработка семян препаратом «Ризобакт Ж» на формирование мощного ризобияльного комплекса, инкрустации семян ТМТД и обработки посевов пестицидами Ди-68. Применение этих приемов в комплексе способствует продуктивности растений и положительно влияет на плодородие почвы.

Подобран оптимальный пищевой режим. Дозы внесения удобрений назначались на основании расчетов по результатам агрохимических анализов почвы (таблица 2).

В начале периода вегетации содержание доступного азота  $\text{NO}_3$  было 1,43 мг/100 г почвы, что характеризуется низкой обеспеченностью почвы.

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика темно-каштановых почв опытного участка на посевах нута, ОПХ «ВолжНИИГиМ»

Вегетационный период	Гумус, %	N- $\text{NO}_3$ мг/100 г почвы	$\text{P}_2\text{O}_5$ мг/100 г почвы	$\text{K}_2\text{O}$ мг/100 г почвы
Начало вегетации	2,37	1,43	4,20	32,00
Созревание зерна нута, конец вегетации	2,35	1,88	5,67	29, 20
За период вегетации	-0,02	+0,57	+1,47	+2,80

В начале вегетации подвижного фосфора было 4,2 мг/100 г почвы, что показывает среднее содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в почве для возделывания нута. Обменный калий находился в пределах 32,0 мг/100 г почвы, что характеризует высокую степень обеспеченности этим элементом питания опытного участка. Содержание гумуса практически не изменилось в течение периода вегетации и составило 2,37-2,35 %. За период вегетации увеличилось содержание N- $\text{NO}_3$  до 0,40 - 0,57 мг/100 г почвы,  $\text{P}_2\text{O}_5$  до 1, 47 мг/100 г почвы, содержание  $\text{K}_2\text{O}$  на посевах нута менялось значительно - увеличилось до 2,8 мг на 100 г почвы.

Из технологии возделывания нута на орошении исключены все повсходовые подкормки. При обработке семян биопрепаратами нет необходимости внесения макроэлементов (N, P, K) в почву, что приводит к экономии средств на приобретение удобрений.

Возделывание нута способствует сохранению и улучшению плодородного слоя почвы, при этом создаются благоприятные условия для сева последующих культур севооборота.

В соответствии с изменяющимися климатическими параметрами усовершенствован режим орошения нута за счет дифференцирования сроков и норм поливов по фазам роста и развития в зависимости от предполивной влажности почвы в расчетном слое 0,5 м (таблица 3) [8].

Таблица 3 – Сроки и нормы полива нута по фазам вегетации при режиме орошения 60-70-60 % от НВ

Полив по фазам вегетации	Дата полива 2018 г.		Предполивная влажность почвы в расчетном слое 0,5 м, % НВ		Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма всего, м <sup>3</sup> /га
	рекомендуемая	фактическая	рекомендуемая	фактическая		
1 вегетационный (ветвление – бутонизация)	04.06	07.06	250	68	250	600
2 вегетационный (образование бобов – налив зерна)	10.07	15.07	350	60	350	

Для обеспечения нормированного орошения нута в течение всего периода вегетации осуществлялся контроль влажности почвы, так как дифференцирование режимов орошения по фазам роста и развития растений приводит к сокращению расходов на поливы [9].

Установлено, что на посевах нута оптимальным является режим орошения с предполивным порогом влажности до 60% от НВ в первую и последнюю фазы развития растений и более интенсивное увлажнение - 70% требуется в фазы начала налива – созревание зерна. Порог влажности почвы в конце вегетации нута должен достигать 60% от НВ, что позволяет собрать урожай зерна с влажностью без предварительного подсушивания до 12-13%.

Важным показателем в системе орошаемого земледелия является суммарное водопотребление, которое определяется с помощью метода водного баланса по формуле А.Н. Костякова [10].

В таблице 4 приведены данные по водопотреблению и использованию оросительной воды на получение урожая нута в зависимости от способа посева.

Таблица 4 – Водопотребление и использование оросительной воды на планируемый урожай нута сорта Краснокутский 36

Варианты опыта	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Биологическая урожайность, т/га	Среднесуточное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Коэффициент использования оросительной воды кг/м <sup>3</sup>
Междурядье 15 см	1860	600	1,4	21,1	2,3
Междурядье 30 см	1860	600	3,0	21,1	5,0
Междурядье 45 см	1860	600	2,2	21,1	3,7
Производственный посев междурядье 15 см	1860	600	0,9	21,1	1,5

При оптимальном орошении нута на посевах с междурядьем 15 см коэффициенты водопотребления достигали до 2,3 кг/м<sup>3</sup> при урожае 1,4 т/га, а с междурядьем 45 см – при коэффициенте водопотребления 3,7 кг/м<sup>3</sup>, при урожае 2,2 т/га. На посевах с междурядьем 30 см выявлена самая высокая продуктивность культуры и урожай зерна достиг 3 т/га при коэффициенте водопотребления 5,0 кг/м<sup>3</sup>, подтверждает перспективность возделывания нута при широкорядном способе высева в условиях сухостепной зоны Поволжья.

Важной операцией является уборка бобовых культур. При нарушении сроков уборки, несоблюдении правил подготовки к работе и использования уборочной техники – потери зерна могут достигать 13% и более. Это связано со спецификой биологических особенностей бобовых – бобы размещены низко, при перестое осыпаются [9]. К уборке приступили при полном созревании семян (влажность 13-15%). Лучший способ уборки – прямым

комбайнированием зерноуборочными комбайнами, переоборудованными на низкий срез до 5-8 см. Чтобы уменьшить количество травмированных зерен при уборке, скорость вращения молотильного барабана должна быть при влажности 14-16% – 500-600 оборотов в минуту, менее 12 % – 300-400 [11].

Проведенные морфологические наблюдения за развитием растений и анализ структуры биологического урожая позволили выявить наилучшие показатели у нута на полосном посеве с нормой высева семян 150 кг/га и междурядьем 30 см, что обеспечивает гарантированные урожаи до 3,0 т/га (таблицы 5-6).

Таблица 5 - Биологический урожай нута по вариантам опыта

Варианты опыта	Количество растений на 1 га, млн. шт.	Урожай, т/га	Вес 1000 зерен, г
Междурядье 15 см	1,00	1,4	238
Междурядье 30 см	0,50	3,0	252
Междурядье 45 см	0,53	2,2	243
Производственный посев междурядье 15 см	0,30	0,9	213

Таблица 6 - Структура урожая нута в зависимости от густоты стояния растений

Варианты опыта	Мас са 1 раст ения	Высота, см		Кол-во боковы х ветвей, шт.	Кол- во бобо в,шт.	Кол-во семян на 1 раст., шт.	Масса семян на 1 раст., шт.	Кол- во зерен в бобе, шт.
		раст ения	прикре пления бобов					
Междурядье 15 см	10,7	39	24	3	21	22	5,5	1,2
Междурядье 30 см	16,7	41	23	6	36	36	8,7	1,2
Междурядье 45 см	16,7	51	27	4	30	32	8,2	1,4
Производственный посев междурядье 15 см	10,8	41	25	5	18	18	3,6	1,2

Биологический урожай нута показал, что эта культура перспективна для возделывания в сухостепной зоне на орошении.

В таблице 7 дан сравнительный анализ экономической эффективности возделывания нута по ресурсосберегающей технологии на экспериментальном поле (опыт) и в производственных посевах по стандартной технологии.

Таблица 7 – Оценка экономической эффективности возделывания нута на оршении

Показатели	Технология	
	стандартная	ресурсосберегающая
Площадь посева, га	30	30
Валовой сбор, т	51	90
Урожайность, т/га	1,7	3,0
Цена реализации, руб./т	28 000	28000
Доход - всего, руб.	1428 000	2520000
- на 1 га, руб./га	47 600	84 000

Затраты - всего, руб.	806 880	542 130
- на 1 га, руб./га:	26 896	18 071
лушение стерни, дискование на 12-15 см	40	40
вспашка зяби на 25-27 см	32	32
боронование в два следа 18 борон	60	60
культивация зяби на 6-8 см	37	37
приобретение семян	9 920	9 920
подвоз, погрузка и разгрузка семян	39	39
обработка семян препаратом «Ризобакт Ж»	52	52
инкрустация семян ТМТД	-	5 040
обработка посевов пестицидами Ди-68	-	787
повсходовые подкормки (N, P, K)	15 900	-
приобретение ГСМ	816	816
полив за сезон вегетации, количество	-	2
затраты, руб./га	-	1 248
Чистый доход - всего, руб.	621 120	1 977 870
в том числе на 1 га, руб./га	20 704	65 929

Очевидно, что наибольший удельный вес в структуре расходов занимает закупка семян – 54,9 % и препаратов для их обработки – ТМТД, Ризобакт Ж, Ди-68 – 27,9 %. Оплата поливной воды при цене 2,081 руб./м<sup>3</sup> составила 1 248 руб./га, т.е. 3,9 % от затрат на производство этой культур на орошаемых землях. Однако, при соблюдении ресурсосберегающей технологии на орошении получен урожай зерна нута 3,0 т/га, что при цене реализации 28 тыс. руб. за тонну обеспечило получение чистого дохода в пределах 65 929 руб./га.

С увеличением производства зерна нута открываются новые возможности повышения эффективности аграрной отрасли Саратовской области. В первую очередь это связано с обеспечением уникальным и недорогим сырьем масложировой, кондитерской, пищевой и комбикормовой промышленности.

Таким образом, разработанная технология имеет преимущества перед общепринятыми технологиями возделывания, так как отсутствуют расходы на междурядные обработки, исключаются затраты на листовые подкормки и на 8-10 % снижаются потери зерна при уборке и транспортировке.

Следует отметить, что основным критерием в ресурсосберегающей технологии является усовершенствование режима орошения нута путем дифференциации сроков и норм полива с учетом фаз развития растений и количества выпавших осадков. При возделывании нута по ресурсосберегающей технологии потребление ресурсов уменьшается на 10-12 %.

На основании результатов проведенных исследований можно сделать вывод, что нут является рентабельной культурой, перспективной для возделывания на орошении в условиях сухостепной зоны Поволжья по ресурсосберегающей технологии с возможностью получения чистого дохода более 65 тыс. руб./га при урожае до 3,0 т/га.

### Список используемых источников:

1. Указ Президента Российской Федерации от 06.08.2014 г., Постановление Правительства РФ от 06.08.2014 г. ФЗ № 560 «О применении отдельных специальных экономических мер в условиях обеспечения безопасности Российской Федерации».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы, доктрины продовольственной безопасности России».
3. Шадских, В.А. Концептуальные аспекты развития мелиоративного комплекса в Саратовской области / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 1. С. 9-11.
4. Германцева, Н.И. Новые сорта нута и технология их возделывания / Н.И. Германцева, Т.В. Селезнева // Аграрный вестник Юго-Востока, Всерос. науч.-практ. жур. – № 2 (19). – 2018. – С.6-9.
5. Шадских, В.А. Ресурсосбережение в орошаемой земледелии Поволжья / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, О.Л. Рассказова // Вестник мелиоративной науки. Выпуск 1, ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна, 2018. – С.66-74.
6. ГОСТ 23914–79. Защита растений. Правила протравливания семян и посадочного материала сельскохозяйственных культур.
7. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности.
8. Шадских, В.А. Режим влажности почвы в севообороте сухостепной зоны Поволжья / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2018. – № 5. – С. 21-24.
9. Балашов, В.В. Селекция и семеноводство нута в Нижнем Поволжье / В.В.Балашов, А.И. Куликов // Селекция и семеноводство зернобобовых культур. – Орел, 1987. – С. 143-148.
10. Костяков, А.Н. Основы мелиораций, Москва. – 1960. – 621 с.
11. Шадских, В.А. Общие требования Стандарта организации агротехнических мероприятий при возделывании сельскохозяйственных культур для сухостепной зоны Саратовского Заволжья / В.А. Шадских, В.О. Пешкова, В.Е. Кижаяева, А.Г. Лапшова // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: матер. междунар. науч.-практ. конф. 15-17 октября 2015 г. – Мичуринск. – 2015. – С.550-558.

## ЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ НАРУШЕННЫХ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Хамарова З.Х., канд. с.-х. наук, Тхакахова Д.М., Алиев И.Н., д-р с.-х. наук, доцент  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский  
научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», г. Нальчик*

**Аннотация:** В статье приводятся сведения и классификация нарушенных земель Кабардино-Балкарии. Предложены ассортимент древесных растений и мероприятия по рациональному восстановлению и использованию земель нарушенных при добыче полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** Нарушенные земли, древесные растения, карьер, лесомелиорация, рекультивация, реконструкция.

В настоящее время мы наблюдаем существенное изменение экономических условий деятельности организаций и предприятий, которые осуществляют разведку и разработку горных работ. Государство повысило требования к состоянию окружающей среды и её охране.

На территории Кабардино-Балкарии на 1 января 2019 г. разведано и эксплуатируется пятьдесят три объекта по разработке месторождений полезных ископаемых. Во всех десяти районах Кабардино-Балкарской республики эти объекты распределены почти равномерно, исключение составляют высокогорные.

Минерально-сырьевая база включает одиннадцать видов природных ресурсов. Из всех объектов двадцать два месторождения, на долю которых приходится 41,5%, представлены добычей галечников и гравийно-песчаной смеси. Восемь месторождений (15,1%) – суглинка, для производства кирпича, 7 месторождений (13,2%) – вулканического пепла и пемзы, 5 месторождений (9,4%) – туфа, по 2 месторождения (15,1%) – известняка, аргилитовых глин, гранита и технических отходов, по 1 месторождению (5,7%) – бентонитовых глин, строительного песка и гипса [3].

На 01.01.2019 г. в КБР выработано 750 га земель, утративших свою хозяйственную ценность и заскладировано свыше 550 тыс. куб. м верхней гумусированной части почвенного профиля.

В КБР при добыче природного сырья используется открытый способ. При этом возникают разнообразные отвалы и карьеры различных форм, размеров и высоты. В процессе



исследования разрабатывалась классификация земель КБР, подверженных техногенному воздействию. Карьеры по добыче полезных ископаемых находятся в четырех природных зонах Кабардино-Балкарии. Это степная, предгорная, низкогорная и горно-степная зоны, с высотой над уровнем моря от 150 до 1300 метров. Добываются основные виды сырья такие, как галечник, песок, песчано-галечниковая смесь, вулканический туф, глина, бентонитовая глина и вулканический пепел (рисунок 1).

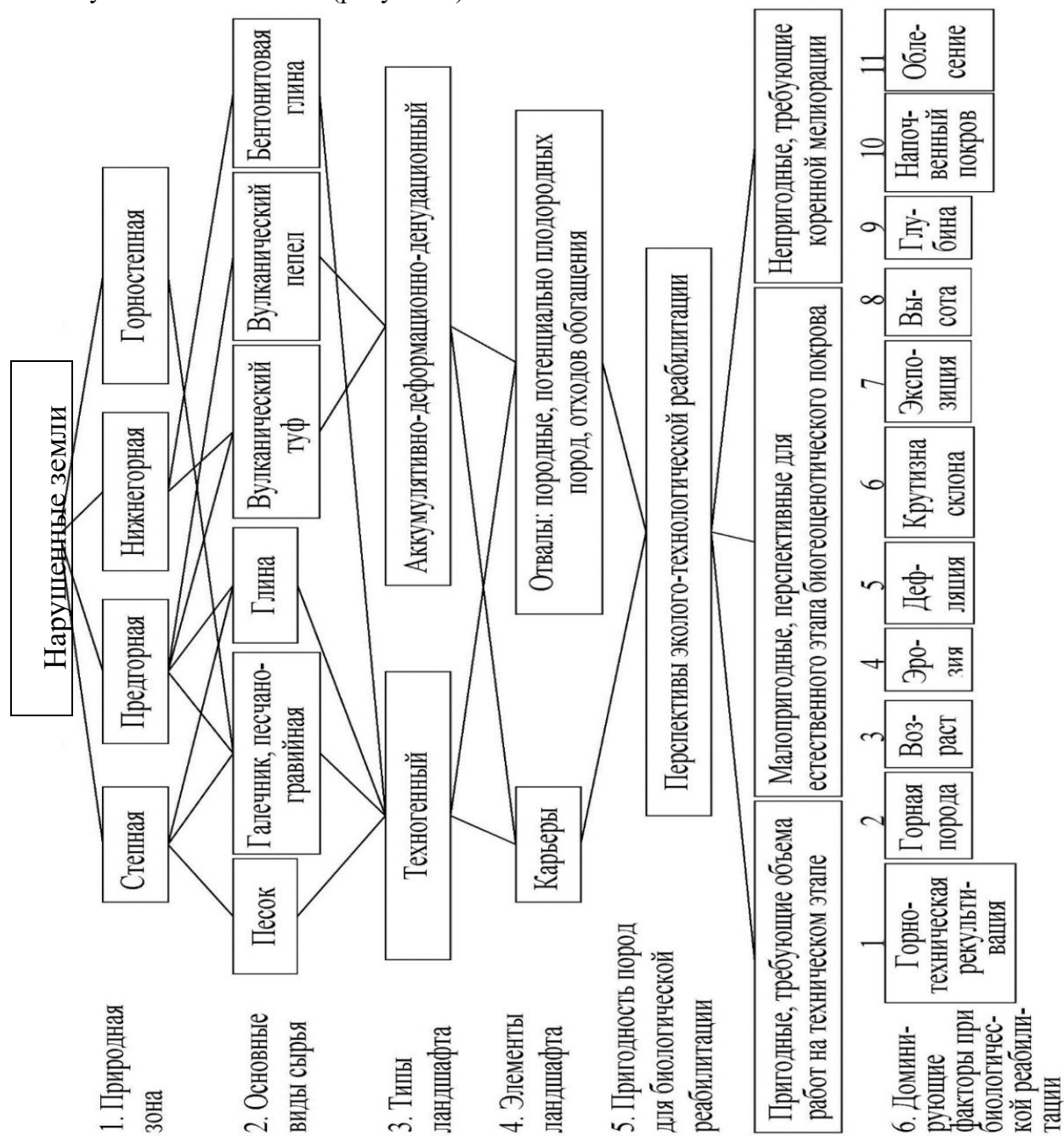


Рисунок 1 – Классификация нарушенных земель КБР и факторы при их лесомелиорации

В разработанной классификации нарушенных КБР существует 11 факторов, доминирующих при лесомелиорации. Это горная порода, эрозия, крутизна склона, возраст, дефляция, экспозиция, высота отвала, горнотехническая рекультивация, глубина карьера, облесение и напочвенный покров. Нарушенные земли разделяются на 3 группы по степени

пригодности к биологической реабилитации:

- 1) непригодные, где необходимо проводить коренную мелиорацию;
- 2) малопригодные, перспективные для естественного этапа биогеоценотического покрова;
- 3) пригодные, требующие горнотехнических работ.

Под техногенным ландшафтом понимается специфический объект, подверженный влиянию экстремальных и жестких лесорастительных условий, процессов дефляции и эрозии, четко выявляется его отрицательная роль во взаимодействии с окружающей средой, что вызывает необходимость принятия определенных мер по его санации конкретно в пределах отдельных частей каждого участка техногенного ландшафта [4].

Условия произрастания растительности на образовавшихся грунтосмесьях в Кабардино-Балкарии отмечаются большим разнообразием. Особенности техногенных ландшафтов обуславливаются географическим положением, глубиной карьеров и высотой отвалов.

В естественных насаждениях требуется проведение лесоводственных и лесокультурных мероприятий. После проведения лесомелиоративных мероприятий и уходов мы получим полноценные древесные насаждения, которые будут смешанными по составу, разновозрастными с присутствием подлеска и подроста. Такие насаждения окончательно формируют биологическое разнообразие на изучаемых техногенных землях и выполняют основные защитные функции.

Рациональное восстановление и использование земель, нарушенных горными предприятиями подразумевает проведение реконструкции естественно растущих древесных пород. Она должна проводиться без изменения и с изменением границ и площади имеющихся насаждений. Для этого проводят прививку сортовым материалом, посадку плодоносных экземпляров, посадку растений дающих корневую поросль, иногда здесь требуется обрезка и прореживание. Эти мероприятия способствуют: снижению эрозии и дефляции, повышению урожайности, выполняют эстетическое и санитарно-гигиеническое значения (рисунок 2).

Во многих случаях древесные растения на нарушенных землях растут куртинами, в состав куртин входит вегетативное потомство одной особи. При обследовании популяций растений куртинного типа с четко выраженными их характеристиками, обязательно надо учесть их общее число, среднее расстояние между группами, плотность особей и площадь каждой куртины. Определение плотности куртины производится как отношение числа особей в куртине к занятой площади.



Рисунок 2 – Схема реконструкции насаждений древесных растений на нарушенных землях КБР

В зарослях кустарников плотность высокая, когда в количественном составе присутствует три и более особей на один квадратный метр; *средней* – одна особь на один квадратный метр; *низкой* – менее одной особи на один квадратный метр. Однако встречаются популяции, слабо дифференцированы на куртины, что на техногенных землях встречается достаточно часто, в таких случаях необходимо определить среднее число растений на единицу площади. Сбор таких данных нужен для проведения работ по реконструкции естественных насаждений древесной растительности.

В целях обеспечения максимального и оптимального количества растений, которые плодоносят на определенной площади, число плодоносных особей доводят до 700-1000 шт на один гектар методом высадки в имеющиеся пустоты дополнительных кустарников и деревьев, причем высаживать необходимо местные формы, отобранные из лучших и наиболее адаптируемые интродуцированные виды растений. Увеличение плодоносящих особей повышают продуктивность участка, отводимого под реконструкцию. Такие мероприятия позволяют его использовать рационально [1].

Для достижения равномерного распределения растений на территории предусматривается реконструкция, при которой каждое растение должно занимать примерно одинаковую площадь, около десяти квадратных метров. В загущенных местах проводят прореживание, вырубая лишние деревья и кустарники, или прорубаются коридоры. Достижение такого равномерного распределения растений с разреживанием массивов и куртин улучшает корневое питание, способствует изменению режима освещенности растений и, как следствие,

повышается урожайность дикоплодовых пород.

Состояние и представленность деревьев и кустарников можно улучшить за счёт введения лучших приспособленных форм и отобранных видов. Нами рекомендуется выравнивание структуры размещения насаждений и их восстановление проводить за счет лучших аборигенных форм, сортов, и видов, иногда возможно использование интродуцентов. Все это повысит общую и удельную продуктивность участка техногенного ландшафта. В некоторых случаях, возможно, проводить прививки ценных форм и сортов на аборигенные растения [2].

Исследования видов лесных насаждений на нарушенных землях КБР подтверждают перспективность некоторых древесных растений для их биологической реабилитации. Особое внимание необходимо уделить таким свойствам растений, как засухоустойчивость и низкая требовательность к почвенному плодородию, относительно высокая продуктивность и мелиоративные функции.

На всех грунтосмесях хорошие результаты по распространению, росту и развитию отмечены у тополей, вяза приземистого, облепихи, розы собачьей, ивы козьей и остролистной, терна и свидины.

Рекомендуемый для природных зон и видов добываемого сырья ассортимент древесных растений приведен в таблице 1.

Защитные насаждения на техногенных землях рациональней создавать смешанными. При создании насаждений различного назначения желательно использовать почвоулучшающие породы, особенно виды с азотфиксирующей способностью: ольху черную, ольху серую и облепиху крушиновую. При смешении сопутствующих, почвоулучшающих, и главных пород обязательным является учет всех факторов возможного взаимовлияния одних растений на другие.

На нарушенных землях для улучшения условий произрастания растительности агротехнические приемы строго направлены на улучшение химических и водно-физических свойств корнеобитаемого слоя грунтосмесей, особенно в пределах 50 см от поверхности. На техногенных землях лёгкого гранулометрического состава и рыхлой структуры возможна посадка древесных растений без дополнительных мер по подготовке грунтосмесей.

В карьерах и на склонах отвалов, а также прилегающих землях создаются противоэрозионные насаждения из ивы козьей, облепихи крушиновой, шиповника собачьего и других растений обладающих корнеотпрысковой способностью. Густота посадки должна быть полторы-две тысячи посадочных мест на гектар.

По дну карьеров рекомендуется высаживать влаголюбивые древесные породы, в наших условиях, это ивы, лещину обыкновенную, осину, тополя (белый, бальзамический, черный) и ольху черную, с примесью кустарников.

Таблица 1– Основной ассортимент растений, рекомендуемый для нарушенных земель КБР

№ п/п	Вид растений	З О Н Ы										
		Степная		Предгорная, нижнегорная					Горностепная			
		Виды природного сырья										
		песчано-галечник. смесь	глины	песчано-галечник смесь	суглинки	известь	вулк. пепел	вулк. туф	песчано-галечник. смесь	известь	пепел, пемза	техн. отходы
1	Алыча ( <i>Prunus divaricata</i> Ldb.)	+	+	х	х	+	х	х	+	+	+	-
2	Вяз приземистый ( <i>Ulmus pumila</i> L.)	х	х	х	х	х	х	х	+	+	+	+
3	Гледичия трехколючковая ( <i>Gleditschia triacantos</i> L.)	х	х	х	х	+	+	+	+	+	+	-
4	Ива козья ( <i>Salix caprea</i> L.)	х	х	х	х	+	х	х	х	+	+	+
5	Ива остролистная ( <i>Salix acutifolia</i> Willd.)	х	х	х	х	+	х	+	х	+	х	х
6	Ива трехтычинковая ( <i>Salix triandra</i> L.)	+	+	х	х	+	х	+	х	+	+	+
7	Клен ясенелистный ( <i>Acer negundo</i> L.)	х	х	х	х	+	х	х	х	+	х	+
8	Мушмула германская ( <i>Mespilus germanica</i> L.)	-	+	-	+	-	х	х	-	+	х	-
9	Облепиха крушиновая ( <i>Hippophae rhamnoides</i> L.)	х	х	х	х	+	х	х	х	+	х	х
10	Робиния лжеакация ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	х	+	х	х	-	+	+	+	-	+	-
11	Тополь дрожащий ( <i>Populus tremula</i> L.)	+	х	+	х	+	х	х	+	+	+	-
12	Тополь дрожащий ( <i>Populus tremula</i> L.)	+	х	+	х	+	х	х	+	+	+	-
13	Терн ( <i>Prunus spinosa</i> L.)	х	х	х	х	+	х	х	х	+	х	+
14	Тополь бальзамический ( <i>Populus balsamifera</i> L.)	х	+	х	+	+	х	х	+	+	+	-
15	Тополь белый ( <i>Populus alba</i> L.)	х	+	х	+	+	х	х	+	+	+	-
16	Шиповник ( <i>Rosa canina</i> L.)	х	+	х	х	+	х	х	+	+	+	+

Примечание: х – для широкого использования; + - для ограниченного использования; - - не рекомендуется.

В нижней части склона возможна посадка деревьев и кустарников, наиболее устойчивых к недостатку влаги, с введением в состав насаждений большего процента кустарников. В средней части в состав насаждений необходимо включать корнеотпрысковые виды растений, такие, как облепиха крушиновая, шиповник, терн и другие. На вершине карьеров использовать засухоустойчивые и корнеотпрысковые кустарники, прежде всего это шиповник и терн. В случаях относительно плодородных почвогрунтов допускается высаживать облепиху крушиновую, алычу и мушмулу германскую (рис. 3).

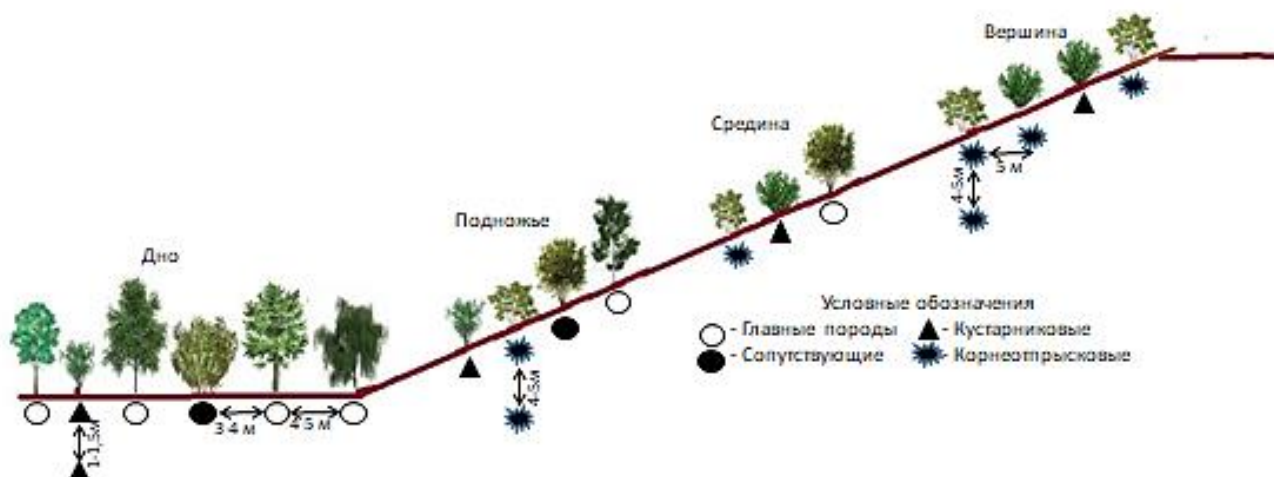


Рисунок 3 – Схема создания защитных лесных насаждений в карьерах КБР

Посадку облепихи крушиновой рекомендуется производить био группами. На землях вулканического происхождения и песчано-галечниковых смесях легкого гранулометрического состава расстояние между био группами принимается 5x5 м или 10x10 м. Ввиду хорошего распространения облепихи крушиновой за счет корневых отпрысков, смежные участки зарастают спустя 5-7 лет после посадки. Позже наблюдается смыкание крон созданных культур. На суглинистых почвах зарастания – это более длительный процесс, в связи с этим на них целесообразнее создать био группы растений, которые размещают на площадках размером 5x5 м. Защитные посадки из ивы белой, тополей, ольхи и др. производят, смешивая порядно главную породу с кустарником, при создании посадочных мест размером 4-5x1-1,5 м. Уход за высаженными растениями производят после появления сорной растительности.

На нарушенных землях необходимо проводить постоянный мониторинг состояния древесных насаждений, в связи сильным антропогенным давлением, которому они подвергаются. Очень часто в карьерах устраиваются свалки, проводят незаконные рубки, отмечается повышенная пожарная опасность. В виду этого следует ежегодно проводить очистку территории от захламленности. На нарушенных землях необходимо кроме лесомелиорации, осуществлять закладку на их территории лесопарков, сельхозугодий, пастбищ, зон отдыха, прудов, озер и т.д., с охраной этих территорий.

Ведение хозяйства в условиях Нарушенных земель Кабардино-Балкарии в основном требует сохранения и освоения естественных насаждений, проведение лесокультурных и лесохозяйственных работ, с целью повышения реализации биологического потенциала растений.

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

1. Алиев И.Н. Использование дикорастущих плодовых растений для рекультивации бросовых земель Кабардино-Балкарии / И.Н. Алиев, З.Х. Хамарова, Д.М. Карданова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – М., 2015. – Вып. 1 – С. 5-17.
2. Панков Я.В. Роль видового разнообразия древесных растений в улучшении экологической обстановки на бросовых землях Кабардино-Балкарии / Я.В. Панков, И.Н. Алиев, З.Х. Хамарова, И.И. Гоов // Агрэкологический вестник – Воронеж: ВГАУ, 2016. – Вып.7. – С.121-127.
3. Сводный отчет о рекультивации земель, снятии и использовании плодородного слоя почвы в КБР за 2016 г. // Государственный земельный комитет РФ КБР.–Нальчик, 2017.– 2с.
4. Хамарова З.Х. Основные направления биологической рекультивации техногенных ландшафтов в Кабардино-Балкарии / З.Х. Хамарова, И.Н. Алиев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул, 2016. - №5 (139) – С.67-71.

## РЕГУЛИРУЮЩИЕ РАСХОДНО – НАПОРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЛАНГОВЫХ ДОЖДЕВАТЕЛЕЙ БАРАБАННОГО ТИПА НА ПРОДОЛЬНОМ УКЛОНЕ

*Рязанцев А.И., д-р техн. наук, профессор,*

*Агейкин А.В., канд. техн. наук*

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»,  
Московская обл., г. Коломна, пос. Радужный*

**Аннотация:** Рассмотрены особенности работы шланговых дождевателей барабанного типа (ШДБТ) при их работе на склоновых землях. Предлагается для обеспечения качественного и эффективного полива ШДБТ на склоновых участках оснащение его гидротурбины с байпасной линией регулятором расхода и стояка дождевальной тележки регулятором давления с выравниванием слоя осадков на продольном уклоне.

**Ключевые слова:** шланговый дождеватель барабанного типа, сложный рельеф, технологический процесс, регулятор давления, регулятор расхода.

Реализация Федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» показала, что за период 2014-2018 гг. структура орошаемых площадей, введенных в эксплуатацию и орошаемых шланговыми дождевателями барабанного типа возросла до 7 % [1,2].

В последние годы в нашей стране все большее распространение получают шланговые дождеватели барабанного типа. Эффективное применение мобильных шланговых дождевателей целесообразно с полосовым способом орошения, в том числе и на сложном рельефе. Их групповая работа позволяет заменить широкозахватную технику, где она не может быть применена по ряду причин: значительный перепад геодезических высот и общий уклон, естественные и искусственные препятствия и т.п. [3,4].

Переход на полосовой принцип работы дождевателей обуславливает ряд новых ценных особенностей. Так резко сокращаются габариты конструкции по сравнению с широкозахватной дождевальной техникой и существенно возрастает мобильность при осуществлении технологического процесса орошения. Особенно эти достоинства явно проявляются на арендованных землях.

При выборе техники полива особое внимание следует уделять условиям возникновения водной эрозии почв и возможности работы на сложном рельефе. Помимо климатических особенностей на ирригационную эрозию существенное влияние оказывает высокий процент



склоновых земель, имеющих во многих экономических регионах РФ.

Ранее проведенные теоретические исследования показали, что при эксплуатации ШДБТ наблюдается неравномерное орошение с середины, а особенно в конце поливаемой полосы, когда значительная длина полиэтиленового шланга (ПЭ) навита на катушку барабана. В этот момент технологического процесса орошения происходит уменьшение выдачи поливной нормы на единицу площади, особенно это проявляется на сложном рельефе, в первую очередь, на продольном уклоне [5].

Для решения этой технической и технологической задачи необходима модернизация ШДБТ путем установки автоматического регулятора расхода перед турбиной и байпасной гидравлической линией машины, а также регулятора давления на стояке дождеобразующего устройства тележки [6-14].

Затраты энергии на транспортировку оросительной воды в данном случае состоят из потерь напора по длине  $\Delta h_{дл}$  и местных потерь  $\Delta h_{м}$  и определяются по зависимости:

$$\Delta H = \Delta h_{дл} + \Delta h_{м}. \quad (1)$$

Потери напора по длине определяем по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta h_{дл} = \lambda \frac{V^2}{2gd}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  - коэффициент трения;  $V$  - скорость потока в трубе, м/с;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $d$  - диаметр трубопровода, м.

Коэффициент гидравлического трения  $\lambda$  для полиэтиленовых труб определяем по формуле Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}}, \quad (3)$$

при числе Рейнольдса  $Re < 7 \cdot 10^4$ , а для  $Re < 8 \cdot 10^4$

$$\lambda = \frac{0.77}{Re^{0.3}}, \quad (4)$$

Местные потери напора определяются по формуле Вейсбаха:

$$\Delta h_{м} = \zeta \frac{V^2}{2g},$$

где  $V$  - скорость потока, м/с;  $\zeta$  - суммарный коэффициент местных гидравлических потерь.

Коэффициент местного сопротивления  $\zeta$  для трубы круглого поперечного сечения плавного поворота определяется по формуле (4):

$$Z = \zeta_{90} \Psi, \quad (5)$$

где  $\Psi$  - коэффициент, зависящий от угла поворота и определяемый по формуле 5 для угла  $\gamma > 90^\circ$ :

$$\Psi = 0,7 + 0,35\gamma/90^\circ, \quad (6)$$

где  $\zeta_{90}$  - коэффициент сопротивления при угле поворота на  $90^\circ$ , определяемый по формуле (4):

$$\zeta_{90} = 0,02(100\lambda)^{2,5} + 0,106 (d/R_n)^{2,5}, \quad (7)$$

где  $d$  - внутренний диаметр трубы;  $R_n$  - радиус поворота.

Для нахождения расхода используется следующая методика. Напор в шланге перед соплом рассчитывается по формулам:

$$H_{шл} = H_0 - \Delta h_{\partial л} - \Delta h_{л} + H_в. \quad (8)$$

Скорость воды на срезе сопла:

$$V_c = V_{шл} S_{шл} / S_c, \quad (9)$$

где  $V_c$  - скорость потока на срезе сопла;  $V_{шл}$  - скорость потока в шланге;  $S_{шл}$  - площадь сечения шланга;  $S_c$  - площадь сечения сопла.

Напор на срезе сопла рассчитывается:

$$H_c = H_{шл} - \rho(V_c^2 - V_{шл}^2)/2g, \quad (10)$$

Таким образом, для нахождения расхода находим такое значение  $V_{шл}$ , при котором  $H_c$ , рассчитанное по формулам (1-10), равно 9,8 м.

Расчет проводили с учетом различной длины навивки полимерного шланга (с внешним диаметром 110 мм), т.е. когда шланг полностью размотан (длина навивки  $l=0$ ), и при длине навивки  $l$  = от 50 до 400 м и уклоне почвы вниз  $\delta$  = от 0,01 до 0,1.

Результаты теоретических исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1. Расход дождевателя без использования регулятора давления,  $q$ , л/с

$\delta \setminus L, м$	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0,005	25,4	25,0	24,7	24,3	24,0	23,7	23,5	23,2	22,9
0,015	25,7	25,3	25,0	24,5	24,1	23,8	23,5	23,2	22,9
0,025	26,0	25,5	25,2	24,6	24,3	23,9	23,6	23,3	22,9
0,035	26,3	25,8	25,4	24,8	24,4	24,0	23,7	23,3	22,9
0,045	26,6	26,0	25,6	25,0	24,6	24,2	23,8	23,3	22,9
0,055	26,9	26,3	25,9	25,2	24,7	24,3	23,8	23,4	22,9
0,065	27,2	26,6	26,1	25,4	24,9	24,4	23,9	23,4	22,9
0,075	27,5	26,8	26,3	25,6	25,0	24,5	24,0	23,5	22,9
0,085	27,8	27,1	26,5	25,8	25,2	24,6	24,1	23,5	22,9
0,095	28,1	27,4	26,8	25,9	25,3	24,7	24,1	23,5	22,9

Из таблицы 1 видим, что величина расхода уменьшается в пределах от 28,1 л/с до 22,9 л/с или в 1,23 раза. Для уменьшения величины значений расхода оросительной воды можно использовать регулятор давления, например непрямого действия. Величины расхода с учетом использования регулятора давления представлены в таблице 2.

Таблица 2. Расход дождевателя при наличии регулятора давления,  $q$ , л/с

$\delta \backslash L, м$	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0,005	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9
0,015	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9
0,025	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9
0,035	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9
0,045	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9
0,055	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9
0,065	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9
0,075	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9
0,085	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9
0,095	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,9

Из таблицы 2 видим, что величина расхода меняется незначительно, т.е. в пределах агротехнических требований от 23,0 л/с до 22,9 л/с.

Однако норма полива определяется не только величиной расхода, но и скоростью передвижения дождевальной тележки. Скорость тележки определяется по формуле:

$$V_m = \omega R_n,$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения барабана;  $R_n$  – радиус навивки шланга. Расход воды при перемещении тележки на 1 метр  $q_m$  представлен в таблице 3.

Таблица 3. Расход воды при перемещении тележки дождевателя на 1 метр,  $q_m$ , м<sup>3</sup>/м

$\delta \backslash L, м$	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0,01	3.052	2.540	2.168	1.863	1.635	1.451	1.301	1.176	1.071
0,02	3.107	2.583	2.203	1.892	1.657	1.469	1.315	1.187	1.078
0,03	3.160	2.626	2.238	1.920	1.680	1.487	1.329	1.197	1.085
0,04	3.213	2.669	2.272	1.947	1.702	1.504	1.342	1.207	1.092
0,05	3.264	2.711	2.306	1.974	1.723	1.521	1.355	1.216	1.099
0,06	3.316	2.752	2.340	2.001	1.745	1.538	1.368	1.226	1.106
0,07	3.366	2.792	2.373	2.027	1.766	1.555	1.381	1.235	1.112
0,08	3.416	2.832	2.405	2.053	1.787	1.571	1.394	1.245	1.119
0,09	3.465	2.872	2.437	2.079	1.807	1.587	1.406	1.254	1.125
0,1	3.514	2.911	2.469	2.104	1.827	1.603	1.418	1.263	1.131

Из таблицы 3 видим, что норма полива изменяется в пределах от 3,052 м<sup>3</sup>/м до 1,071 м<sup>3</sup>/м, то есть уменьшается в 2,76 раза.

Результаты расчета  $q_m$  с учетом регулятора давления представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Расход воды при перемещении тележки дождевателя на 1 метр при использовании регулятора давления,  $q_m$ , м<sup>3</sup>/м

$\delta \setminus L, м$	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0,01	2.745	2.414	2.153	1.863	1.635	1.451	1.301	1.176	1.071
0,02	2.745	2.414	2.153	1.892	1.657	1.469	1.315	1.187	1.078
0,03	2.745	2.414	2.153	1.920	1.680	1.487	1.329	1.197	1.085
0,04	2.745	2.414	2.153	1.944	1.702	1.504	1.342	1.207	1.092
0,05	2.745	2.414	2.153	1.944	1.723	1.521	1.355	1.216	1.099
0,06	2.745	2.414	2.153	1.944	1.745	1.538	1.368	1.226	1.106
0,07	2.745	2.414	2.153	1.944	1.766	1.555	1.381	1.235	1.112
0,08	2.745	2.414	2.153	1.944	1.771	1.571	1.394	1.245	1.119
0,09	2.745	2.414	2.153	1.944	1.771	1.587	1.406	1.254	1.125
0,1	2.745	2.414	2.153	1.944	1.771	1.603	1.418	1.263	1.131

Из таблицы 4 видим, что норма полива изменяется в пределах от 2,745 м<sup>3</sup>/м до 1,071 м<sup>3</sup>/м, то есть уменьшается в 2,56 раза.

Таким образом, на норму полива наибольшее значение оказывает скорость перемещения дождевальной тележки ШДБТ.

Для выравнивания нормы полива можно использовать регулятор расхода подачи воды в гидротурбину и байпасную гидравлическую линию дождевателя. При этом расход воды через гидравлическую систему не меняется.

Результаты расчета  $q_m$  с учетом регулятора расхода представлены в табл. 5.

Таблица 5. Расход воды при перемещении тележки дождевателя на 1 метр при использовании регулирования расхода через гидротурбину,  $q_m$ , м<sup>3</sup>/м

$\delta \setminus L, м$	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0,01	3.052	2.746	2.550	2.404	2.335	2.321	2.366	2.476	2.677
0,02	3.107	2.793	2.592	2.441	2.368	2.350	2.391	2.498	2.696
0,03	3.160	2.839	2.633	2.477	2.400	2.379	2.416	2.519	2.714
0,04	3.213	2.885	2.673	2.513	2.431	2.406	2.441	2.540	2.731
0,05	3.264	2.930	2.713	2.548	2.462	2.434	2.465	2.561	2.748
0,06	3.316	2.975	2.753	2.582	2.493	2.461	2.488	2.581	2.765
0,07	3.366	3.019	2.791	2.616	2.523	2.487	2.511	2.601	2.781
0,08	3.416	3.062	2.830	2.650	2.552	2.513	2.534	2.620	2.797
0,09	3.465	3.105	2.867	2.683	2.581	2.539	2.556	2.639	2.812
0,1	3.514	3.147	2.905	2.715	2.610	2.564	2.578	2.658	2.828

Из таблицы 5 видим, что норма полива изменяется, т.е. уменьшается в пределах от 3,052 м<sup>3</sup>/м до 2,416 м<sup>3</sup>/м, т.е. в 1,26 раза. Нормы расхода при использовании регулятора давления представлены в табл. 6.

Таблица 6. Расход воды при перемещении тележки дождевателя на 1 метр при использовании регулирования расхода через гидротурбину и использовании регулятора давления,  $q_m$ , м<sup>3</sup>/м, на уклонах с 0,01 до 0,1

$\delta \backslash L, м$	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0,01	2.745	2.609	2.533	2.404	2.335	2.321	2.366	2.476	2.677
0,02	2.745	2.609	2.533	2.441	2.368	2.350	2.391	2.498	2.696
0,03	2.745	2.609	2.533	2.477	2.400	2.379	2.416	2.519	2.714
0,04	2.745	2.609	2.533	2.508	2.431	2.406	2.441	2.540	2.731
0,05	2.745	2.609	2.533	2.508	2.462	2.434	2.465	2.561	2.748
0,06	2.745	2.609	2.533	2.508	2.493	2.461	2.488	2.581	2.765
0,07	2.745	2.609	2.533	2.508	2.523	2.487	2.511	2.601	2.781
0,08	2.745	2.609	2.533	2.508	2.530	2.513	2.534	2.620	2.797
0,09	2.745	2.609	2.533	2.508	2.530	2.539	2.556	2.639	2.812
0,1	2.745	2.609	2.533	2.508	2.530	2.564	2.578	2.658	2.828

Из таблицы 6 видим, что норма полива изменяется незначительно в пределах от 2,745 до 2,332 м<sup>3</sup>/м, т.е. уменьшается в 1,17 раза в пределах агротехнических требований.

После модернизации технологического процесса полива ШДБТ, с установкой регулятора расхода перед гидротурбиной с гидравлической байпасной линией, а также регулятора давления на стояк дождеобразующего устройства, орошение сельхозугодий будет осуществляться с более высокими коэффициентами эффективного полива (с учетом перекрытия соседних полос) и будет соответствовать агротехническим требованиям.

Модернизированная конструкция ШДБТ незначительно повысит металлоемкость и стоимость, а также несущественно возрастет число комплектующих узлов и деталей, необходимых для вышеперечисленной модернизации.

#### Список использованных источников:

1. Отчет о реализации I этапа (2014-2016 гг.) Федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 58 с.
2. Ольгаренко Г.В., Гордон Б.С. Обеспечение равномерности распределения слоя осадков дождевальными машинами // Мелиорация и водное хозяйство, 2019, № 2, стр. 25-30.
3. Рязанцев А.И., Егорова Н.Н, Механизация полива консольными и шланговыми дождевателями. – Коломна: КИППК, 2005, 174 с.
4. Выполнение опытно-конструкторских работ по разработке дождевальной техники нового

- поколения [Текст] / Г.В., Ольгаренко, А.И., Рязанцев, А.В., Агейкин и др. / Отчет по НИР № 188/20-ГК (Министерство сельского хозяйства РФ). – Коломна: ФГБНУ ВНИИ «Радуга», 2018.
5. Агейкин А.В. Совершенствование технологического процесса и шлангового дождевателя для полива многолетних трав рулонных газонов на сложном рельефе: автореф. дис. ... канд. техн. наук [Текст] / А.В. Агейкин; МичГАУ. - Мичуринск, 2013.
6. Пат. 90914 РФ, МКИ А01G25/09. Регулятор давления / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко, А.В. Агейкин. – 2009141954; заявл. 13.11.2009, опубл. 20.01.2010, Бюл. № 2.
7. Пат. 105123 РФ, МКИ А01G25/09. Дождевальная установка / А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко, А.В. Агейкин. – 2011105343; заявл. 14.02.2011, опубл. 10.06.2011, Бюл. №16.
8. Рязанцев А.И., Егорова Н.Н., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В. Полосовой полив дождевальным агрегатом в сложных условиях // Вестник Саратовского государственного аграрного университета, № 11, 2012.
9. Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В. Совершенствование технологии полива полосовыми шланговыми дождевателями на сложном рельефе // Вестник Московского государственного агроинженерного университета, № 3, 2012.
10. Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В., Тимошин Ю.Н. Совершенствование технологического процесса и шлангового дождевателя для полива многолетних трав рулонных газонов на сложном рельефе // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. – Рязань: РГАТУ, № 2, 2014.
11. Рязанцев А.И., Егорова Н.Н., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В. Полосовой полив дождевальным агрегатом в сложных условиях // Вестник Саратовского государственного аграрного университета, № 11, 2012.
12. Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В. Совершенствование технологии полива полосовыми шланговыми дождевателями на сложном рельефе // Вестник Московского государственного агроинженерного университета, № 3, 2012.
13. Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В., Тимошин Ю.Н. Совершенствование технологического процесса и шлангового дождевателя для полива многолетних трав рулонных газонов на сложном рельефе // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. – Рязань: РГАТУ, № 2, 2014.
14. Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Агейкин А.В., Тимошин Ю.Н. Шланговая дождевальная установка на газоне // Сельский механизатор, № 4, 2014.

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАКРЫТОЙ ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ

*Погодин Н.Н., канд. техн. наук, доцент*

*Анженков А.С., канд. техн. наук, заместитель директора по науке*

*Болбышко В.А., канд. техн. наук*

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

**Аннотация:** Представлены ресурсосберегающие технологии и оборудование для оценки состояния, очистки и промывки закрытого дренажа. Приведены результаты обследований закрытых коллекторов.

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

Одним из самых эффективных способов осушения переувлажненных и заболоченных сельскохозяйственных земель является осушение закрытыми дренажем. Подземное расположение мелиоративной сети обеспечивает близкий к единице коэффициент земельного использования, незначительно повышает контурность полей, тем самым, не препятствует работе современной широкозахватной высокопроизводительной техники и не нарушает логистику движения сельхозмашин, безопасно для людей, техники и животных.

Однако обслуживание закрытых сетей имеет свою специфику. Мероприятия по техобслуживанию предусматривают своевременное выполнение уходных и ремонтных работ, удельная стоимость которых зачастую превышает стоимость на открытой сети. Нередко, в рамках существующих методик и технологий, выделяемых средств недостаточно для полноценного выполнения всего комплекса работ.

В тоже время несвоевременная очистка от заиления дренажных трубопроводов приводит к преждевременному переувлажнению земель на мелиоративных объектах, что в конечном итоге требует преждевременного проведения капитального ремонта или реконструкции данных объектов.

Существующие технологии по очистке закрытой дренажной сети от заиления довольно трудоемки и энергоемки. В частности, отсутствуют эффективные технологии для очистки устьевой части коллекторов от заиления и корней растений, что приводит к необходимости их раскопок экскаватором. Промывка коллекторов выполняется с применением высоконапорных установок типа УПД-120, агрегируемых с тракторами тягового класса 1,4 - 2. В работе

задействован также трактор для подвоза воды, одноковшовый экскаватор для отрывков шурфов и двое рабочих.

Снизить затраты по очистке закрытой дренажной сети от заиления возможно применяя технологии и оборудование, разработанные в РУП «Институт мелиорации». В частности, для очистки устьев на расстоянии до 3,0 м можно использовать насадку совковую, которая закрепляется на телескопической штанге. Для удаления корней растений из устьевой части применяется насадка корневая, которая также закрепляется на телескопической штанге или стеклопластиковом стержне устройства ОД-100.

В настоящее время решения о промывке коллекторов на объектах реконструкции принимается на основании визуального осмотра мелиоративного объекта и расположенных на нем сооружений, находящихся в зоне вторичного заболачивания. Внутреннее состояние коллекторов не обследуется, что приводит, в ряде случаев, к избыточным объемам работ по промывке коллекторной сети при разработке проектно-сметной документации.

Для оценки внутреннего состояния коллекторов и частичной очистки их от заиления и охры в РУП «Институт мелиорации» разработано устройство ОД-100 (рисунок 1) [1, 2]. Данное устройство обслуживают двое рабочих.

Комплект оборудования ОД-100 включает: тележку с барабаном; закрепленный на барабане стеклопластиковый стержень длиной 100 или 150 м; пять специальных цилиндрических контрольных головок; набор насадок, предназначенных для очистки коллектора от заиления и охры; счетчик служащий для определения расстояния до места установленного повреждения коллектора.



Рисунок 1 – Оценка внутреннего состояния коллектора с применением устройства ОД-100.



Для оценки внутреннего состояния коллекторов используются контрольные головки диаметром 60, 80, 100 и 125 мм. Свободный проход данных головок в коллекторах диаметром соответственно 75, 100, 125 и 150 мм означает, что заиление не превышает 14% площади сечения трубопровода, т.е. состояние коллектора согласно Правилам эксплуатации мелиоративных систем, удовлетворительное и не требует промывки.

При наличии дренажного стока очистку полости коллекторов от заиления, окисных соединений железа и частично от корней растений возможно выполнять с применением насадок пластинчатых НП-60, НП-80, а также насадок мягких НМ-60 и НМ-80 диаметром соответственно 60 и 80 мм (рисунок 2,3) [3], которые закрепляются на стеклопластиковом стержне устройства ОД-100.

При продвижении по коллектору насадки пластинчатые разрыхляют отложения, которые затем выносятся наружу потоком воды. Эффективность очистки при этом зависит от величины расхода и скорости потока воды в коллекторе. Насадки мягкие позволяют более эффективно производить очистку, особенно при малых величинах расхода воды в коллекторе.



Рисунок 2 – Насадки пластинчатые  
НП – 60 и НП – 80



Рисунок 3 – Насадки мягкие  
НМ – 60 и НМ – 80

При проталкивании насадки по полости коллектора эластичные манжеты изгибаются и не препятствуют ее прохождению над отложениями, но в тоже время частично их рыхлят. При извлечении насадки манжеты отгибаются и работают как скребок, захватывают отложения, а также отдельно расположенные корни растений и выносят их из коллектора.

Эффективная очистка дренажных трубопроводов с применением данных насадок возможна при степени заиления полости трубок до 35% от площади сечения.

Результаты обследования с применением устройства ОД-100 273-х коллекторов общей протяженностью 45,8 км на объектах подлежащих реконструкции показали, что значительно заилена в основном устьевая часть, а с увеличением расстояния от устья заилиение трубопроводов существенно снижается.

По трассе коллекторов значительное заилиение наблюдалось только в местах повреждений дренажных трубок и отсутствия защитно-фильтрующего материала. Основными причинами повреждения коллекторов являлись:

- смещение и разрушение трубок, а в некоторых случаях даже их частичное отсутствие;
- заращение корнями древесно-кустарниковой растительности;
- недостаточная глубина заложения.

К дальнейшей эксплуатации, в связи с наличием в полости трубок корней кустарника, недостаточной глубиной заложения, а также наличием заилиения более 50% от площади сечения трубопровода оказались не пригодны 5,3 км (12%). На протяжении 6,4 км заилиение составляло до 15% от площади сечения трубопровода, т.е согласно Правилам эксплуатации мелиоративных систем дренажная сеть находилась в удовлетворительном состоянии. Степень заилиения в пределах 15-35% наблюдалось на протяжении 25,8 м что составляет 56% от общей протяженности обследованных трубопроводов и при наличии дренажного стока очистку возможно выполнять с минимальными затратами с применением устройства ОД-100. Существенное заилиение 35-50% было отмечено на участке 8,4 км или 18% от всех обследованных коллекторов, причем заилиение 40-50% отмечалось только в местах разрушения дренажных трубок и приустьевой части коллекторов. Степень заилиения свыше 50% на всем протяжении трубопровода не обнаружена, аналогичное заилиение возможно только при отсутствии фильтрующего материала или его разрушении и в данном случае очистка коллектора не целесообразна, так как через 2-3 года произойдет повторное заилиение. На дренажной системе при степени заилиения коллектора более 50% целесообразно выполнить сгущение дренажа с устройством нового коллектора.

Предварительное обследование закрытой коллекторной сети с использованием устройства ОД-100, а также применение данного устройства для очистки, позволяет значительно сократить объем выполняемых работ по очистке сети от заилиения на объектах подлежащих реконструкции, а также существенно снизить стоимость работ.

Действующая технология промывки коллекторной сети предусматривает одновременное использование установки промывки дренажа УПД-120 и одноковшового экскаватора на объекте. При этом, в процессе промывки коллектора машиной УПД-120 одноковшовый экскаватор простаивает и наоборот, происходит простой дренапромывочной 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, устройство для забора воды, и новых конструкций головок промывочных.

Двухэтапная технология предусматривает предварительную оценку внутреннего состояния коллектора с применением устройства ОД-100. При обнаружении неисправностей, определяется их точное расположение с использованием поискового устройства типа ПУ-2, далее осуществляется отрывка шурфа одноковшовым экскаватором и производятся ремонтные работы. Промывка коллектора выполняется в необходимых случаях только после оценки его состояния и ликвидации неисправностей при их обнаружении.

Разнесение во времени использования механизмов обеспечивает снижение их вынужденных простоев, а также повышает производительность работ. Разработанная двухэтапная технология, основанная на применении средств малой механизации, по сравнению с действующей, обеспечивает снижение затрат труда рабочих примерно на 17%, а эксплуатацию механизмов на 30%.

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

1. Патент ВУ 7138. Устройство для определения степени заилиenia дренажных трубопроводов / Н.Н.Погодин, В.А.Болбышко. Заявитель РУП «Институт мелиорации». – № и 20100784; Заяв. 09.15.2010; Оpubл. 04.30.2011.

2. Патент ВУ 7219. Устройство для очистки трубопроводов / Н.Н.Погодин, В.А.Болбышко. Заявитель РУП «Институт мелиорации». – № и 20100760; Заяв. 09.03.2010; Оpubл. 04.30.2011.

3. Патент ВУ 11583. Устройство для очистки трубопроводов / В.А.Болбышко, Н.Н.Погодин. Заявитель РУП «Институт мелиорации». – № а 20170231; Заяв. 06.21.2017; Оpubл. 02.28.2018.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОРОШЕНИЯ В БЕЛАРУСИ – РЕГИОНА СО  
ЗНАЧИТЕЛЬНЫМ ОПЫТОМ ОСУШИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ**

*Лихацевич А.П., д-р техн. наук, чл.-корр. НАН Беларуси,*

*Латушкина Г.В., канд. техн. наук,*

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

**Аннотация:** В последние годы в Беларуси наблюдается рост теплообеспеченности и дефицита влаги в весенне-летний период. В результате получить хороший урожай овощных культур открытого грунта без орошения становится все сложнее. Но орошение сдерживается высокими ценами на оросительную технику. Решению этой проблемы способствует то, что в настоящее время в республике налажен выпуск дождевальной техники, и попутно идет реконструкция и новое строительство оросительных систем в ряде ведущих овощеводческих хозяйств. Орошение при выращивании овощной продукции в Беларуси постепенно превращается в необходимую технологическую операцию.

**Ключевые слова:** Орошение, овощные культуры, дождевальная техника, экономическая эффективность орошения.

Анализ многолетнего ряда наблюдений за метеофакторами на рубеже столетий, выполненный в Республике Беларусь по 42-м метеостанциям, выявил устойчивую тенденцию к росту дефицита водопотребления овощных культур и многолетних трав. Например, для овощных культур этот дефицит за последние три десятилетия увеличился на 280-300 м<sup>3</sup>/га. В вегетационный период атмосферные осадки распределяются крайне неравномерно, поэтому высокий и устойчивый уровень производства сельскохозяйственной продукции, особенно таких влаголюбивых культур как овощи и корма, может быть обеспечен только на основе развития орошения. В последнее время в Беларуси от засух особенно страдают посевы в Брестской и Гомельской областях. Потери урожая овощных культур от недостатка естественной влагообеспеченности в среднемноголетнем разрезе по южному региону составляют порядка 100-175 ц/га. В засушливые годы потери урожая могут достигать 60-65 %, то есть при средней урожайности овощных культур 400ц/га, потери могут превышать 250 ц/га.

Традиционный способ повышения влагообеспеченности растений в Беларуси – дождевание. Орошение сельскохозяйственных культур дождеванием – дело для нашей республики не новое. Например, в 1991 году в Беларуси насчитывалось порядка 145 тыс. га орошаемых земель. В вопросах орошения был накоплен значительный научный и практический опыт. Однако, в связи

с завершением амортизации большинства оросительного оборудования и резким подорожанием энергоресурсов в конце 20 - начале 21 века из эксплуатации было выведено более 100 тыс. га оросительных систем. Редкие хозяйства сохранили в действии дождевальные машины.

Вместе с тем, понимание последствий роста засушливости климата постепенно возвращает интерес к орошению. В последние годы в Беларуси осуществлено обновление и модернизация материально-технической базы многих овощеводческих хозяйств. Идет реконструкция и новое строительство оросительных систем открытого грунта в ряде ведущих овощеводческих хозяйств. При реконструкции и восстановлении систем производят замену подземных трубопроводов, устройство аккумулирующих водоемов (а при их наличии на ранее построенных системах – ремонт, который может заключаться в углублении водоема, замене пленочного экрана), устройство артезианских скважин, водовыпусков, водозаборов, при необходимости устройство каналов, установку нового оборудования. В качестве дождевальной техники используются как широкозахватные машины, так и получившие большую популярность мобильные барабанно-шланговые дождевальные машины.

В настоящее время в Беларуси на ОАО «Гомельский радиозавод» налажен выпуск отечественной дождевальной техники. Производят широкозахватные дождевальные машины МДК с длиной машин от 360 до 480 м и передвижные барабанно-шланговые дождевальные машины ПДМ с рабочей шириной захвата от 350 до 700 м. Прототипом дождевальной машины кругового действия МДК является американская машина «Reineke». МДК представляет собой составной трубопровод длиной несколько сотен метров, поднятый над землей на 2,5 – 3 м, что позволяет проезжать под ним сельскохозяйственной технике. Специальные дождеватели (спринклеры) свисают к земле на гибких шлангах по всей длине трубопровода (рисунок 1). Трубопровод закреплен на нескольких самоходных колесных тележках, приводимых в движение электродвигателями. Один конец трубопровода закреплен на неподвижной центральной опоре. При подаче на центральную опору электроэнергии и воды машина движется вокруг центральной опоры и поливает по кругу площадь, радиусом равным длине машины, обеспечивая при этом высокую равномерность орошения.

ОАО «Гомельский радиозавод» выпускает также передвижные барабанно-шланговые дождевальные машины и комплекты водоводов, предназначенные для подачи воды от водоемисточника к дождевальным машинам. Конструкция белорусских барабанно-шланговых машин нескольких типоразмеров разработана по аналогу немецкой дождевальной машины «MONSUN». Барабанно-шланговая дождевальная машина состоит из тележки с дождевальным аппаратом (дождевателем), соединенным через полиэтиленовый шланг с барабаном.



Рисунок 1- Широкозахватная дождевальная машина в работе в хозяйстве Гомельской области

Вода подается от насосной установки по напорному водоводу к барабану дождевальной машины и далее в наматываемый на барабан поливной трубопровод и подсоединенный к нему дождеватель (разбрызгиватель). При подаче воды в полиэтиленовый шланг, наматываемый на барабан, подсоединенная к нему тележка с дождевателем подтягивается к барабану, перемещаясь по полю и производя полив (рисунок 2). Орошение шланговыми дождевальными машинами выполняется полосами. За один проход тележка поливает



Рисунок 2 - Передвижная барабанно-шланговая дождевальная машина в работе. участок поля, по длине равный метражу поливного полиэтиленового шланга, а по ширине – рабочему захвату дождевателя. После завершения прохода по одной полосе дождевальную

машину перемещают с помощью трактора на следующую позицию. Агрегатируются передвижные шланговые дождевальные машины с тракторами класса не ниже, чем 1,4 (МТЗ-80/82).

Капитальные затраты в 1 га оросительных систем на базе шланговых дождевальных машин составляют около 2400 долл. США. В оросительные системы на базе широкозахватных дождевальных машин инвестиции составляют примерно 2000-3200 долл. США, снижаясь при увеличении орошаемой площади.

В условиях Беларуси эффективным является орошение овощей, картофеля, ягодных культур и садов, т.е. культур, которые за счет полива имеют значительный прирост урожайности и повышение коммерческого качества продукции. Однако, орошение – мероприятие достаточно затратное, поэтому применять его рекомендуется прежде в агропредприятиях, достигших достаточного опыта в применении интенсивных агротехнологий и освоении рынка сбыта выращенной сельхозпродукции. В таблице дана укрупненная оценка экономической эффективности орошения овощей в Беларуси.

Таблица – Оценка экономической эффективности орошения овощных культур в условиях Беларуси (в ценах октября 2018 г.)

Гидролого-климатическая зона Беларуси	Среднегодовалая прибавка урожая от орошения, ц/га	Годовой доход от прибавки урожая на орошаемой площади, у.е./га	Эксплуатационные затраты на поливы, доработку, транспортировку и хранение дополнительной продукции, у.е./га	Годовая прибыль от орошения, у.е./га
Северная	100	1500	163	1337
Центральная	125	1875	209	1666
Южная	140	2100	235	1865

Как видим, применять орошение при выращивании овощной продукции в Беларуси достаточно выгодно. Капитальные затраты на строительство оросительных систем для овощных севооборотов имеют высокий шанс окупиться в первые два года эксплуатации. Конечно, для гарантированного получения прибыли в указанных размерах требуется грамотное обслуживание оросительного оборудования, строгое соблюдение технологической дисциплины при орошении, а также гарантированный сбыт произведенной продукции.

## **Выводы:**

1. По причине наблюдающейся тенденции повышения засушливости климата в Республике Беларусь возрастает актуальность орошения при возделывании овощных культур. Применение орошения обеспечивает прибавку урожая в среднем на 20-40% и при существующих ценах на овощную продукцию является весьма выгодным мероприятием.

2. В Республике Беларусь налажено серийное производство широкозахватных и мобильных барабанно-шланговых дождевальных машин. Барабанно-шланговые машины перспективно применять на небольших площадях с овощными культурами в овоще-кормовых севооборотах (25-40 га), а также в фермерских хозяйствах. Для орошения крупных массивов овощных культур наиболее перспективными по причине более низких затрат труда при поливе являются широкозахватные дождевальные машины.

3. Для гарантированного получения прибыли в орошаемом земледелии требуются высокий уровень агротехники, грамотное обслуживание оросительного оборудования, строгое соблюдение технологической дисциплины при орошении, а также обеспечение гарантированного сбыта потребителям произведенной сельскохозяйственными предприятиями растениеводческой продукции.



**ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ  
МЕЛИОРАТИВНОГО ФОНДА СЕВЕРНОГО КАВКАЗА**

*Капустина Т.А., канд.тех.наук, доцент, ведущий научный сотрудник, [kapustina\\_tat@inbox.ru](mailto:kapustina_tat@inbox.ru)*

*Замаховский М.П., ст.н.с., канд. физ-мат.наук, доцент, [zamakhovskii@mail.ru](mailto:zamakhovskii@mail.ru)*

*Цекоева Ф.К., к.с.х.н, доцент, научный сотрудник, [tseckoeva@yandex.ru](mailto:tseckoeva@yandex.ru)*

*Медведева Е.В., научный сотрудник, [ewseewa@mail.ru](mailto:ewseewa@mail.ru)*

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»,  
Московская обл., г.о. Коломна, пос. Радужный*

**Аннотация.** В статье приведен анализ состояния орошаемых земель Северо-Кавказского федерального округа. Исследования и обработка данных проведены с целью оценки существующего состояния орошаемых земель и выявления потенциальных возможностей замещения импортных поставок продовольственных товаров.

**Ключевые слова.** Орошаемые земли С-КФО, объем водоподачи, удельный вес орошаемых площадей, приросты показателей эффективности оросительных земель.

Стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 года определяет основные направления, способы и средства достижения устойчивого развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации на территориях республик, входящих в состав округа [1].

Агропромышленный комплекс С-КФО обеспечивает весомый вклад в продовольственную безопасность всей страны – 45 процентов собираемого в Российской Федерации урожая винограда, более 10 процентов зерна, плодов, ягод и овощей, а так же более 5 процентов сахарной свеклы. Потенциал развития агропромышленного комплекса в С-КФО также характеризуется наличием большого межрегионального рынка. Высокая доля импорта в структуре потребления мяса, овощей, молока и продуктов их переработки в Российской Федерации создает возможность замещения импортных поставок продовольственных товаров в Российской Федерации за счет развития производства указанных продуктов на территории С-КФО.

Ввиду сложности и неоднородности природно-климатических условий данного региона для развития агропромышленного комплекса необходимы мелиоративные мероприятия.

Особого внимания требует развитие инфраструктуры мелиорации, включая восстановление и реконструкцию мелиоративных систем, гидроузлов и водохранилищ для

регулирования стоков в целях водоснабжения, орошения, сглаживания паводков, обеспечение инженерной защиты поселений.

Интегральным показателем эффективности и использования мелиорируемых земель являлась высокая их продуктивность, а также надежность функционирования систем, при условии сохранения окружающей природной среды.

Проведен статистический анализ показателей, характеризующих орошаемое земледелие в С-КФО в 2015-2017 гг. и приведены соответственно общая орошаемая площадь в регионах С-КФО и орошаемая площадь в неудовлетворительном состоянии (табл. 1 и 2).

Таблица 1 - Общая орошаемая площадь в С-КФО, тыс. га

Регионы С-КФО	Годы		
	2015	2016	2017
Кабардино-Балканская республика	129,900	128,800	129,933
Республика Дагестан	395,600	395,600	395,600
Республика Ингушетия	21,800	21,800	21,800
Республика Карачаево-Черкесия	19,800	19,800	19,800
Республика Северная Осетия-Алания	76,700	76,720	76,715
Ставропольский край	248,400	244,400	241,200
Чеченская республика	127,500	125,700	125,700
<b>Итого по С-КФО</b>	<b>1019,700</b>	<b>1012,820</b>	<b>1010,748</b>

Источник: статистические данные Департамента мелиорации МСХ РФ [4].

Анализ данных показывает, что во всех регионах округа наблюдалась устойчивая тенденция к сохранению орошаемых площадей (табл.1).

Таблица 2 - Орошаемая площадь в С-КФО в неудовлетворительном состоянии, тыс. га

Регионы СКФО	Годы		
	2015	2016	2017
Кабардино-Балканская республика	13,399	13,399	13,399
Республика Дагестан	211,500	211,700	211,900
Республика Ингушетия	1,400	1,400	1,400
Республика Карачаево-Черкесия	15,100	15,100	4,840
Республика Северная Осетия-Алания	0,110	0,255	0,255
Ставропольский край	27,900	27,900	27,100
Чеченская республика	93,800	93,700	93,800
<b>Сумма</b>	<b>363,209</b>	<b>363,454</b>	<b>352,694</b>

Источник: статистические данные Департамента мелиорации МСХ РФ [4].

Для каждого региона С-КФО приведены удельные веса (доли, выраженные в процентах) орошаемой площади в удовлетворительном или хорошем состоянии в общем объеме орошаемой площади в 2015-2017 гг. в (табл. 3, рис. 1).

Таблица 3 - Удельные веса орошаемой площади в удовлетворительном или хорошем состоянии в общем объеме орошаемой площади в 2015-2017 гг., %

Регионы СКФО	Годы			Средний удельный вес
	2015	2016	2017	
Кабардино-Балканская республика	89,69	89,60	89,69	89,66
Республика Дагестан	46,54	46,49	46,44	46,49
Республика Ингушетия	93,58	93,58	93,58	93,58
Республика Карачаево-Черкесия	23,74	23,74	75,56	41,01
Республика Северная Осетия-Алания	99,86	99,67	99,67	99,73
Ставропольский край	88,77	88,58	88,76	88,71
Чеченская республика	26,43	25,46	25,38	25,76
В целом по С-КФО	64,38	64,11	65,11	64,53

Источник: расчеты авторов на основе табл. 1 и 2.

Оценка общей орошаемой площади показывает, что она эффективно использовалась в Республике Северная Осетия-Алания (более 99%), в Республике Ингушетия (более 93%), Кабардино-Балкарской республике (более 89%), в Ставропольском крае (более 88%). Заметим, что в Республике Карачаево-Черкесия удельный вес площадей в удовлетворительном и хорошем состоянии увеличился с 23,74% до 75,56% (табл. 3).

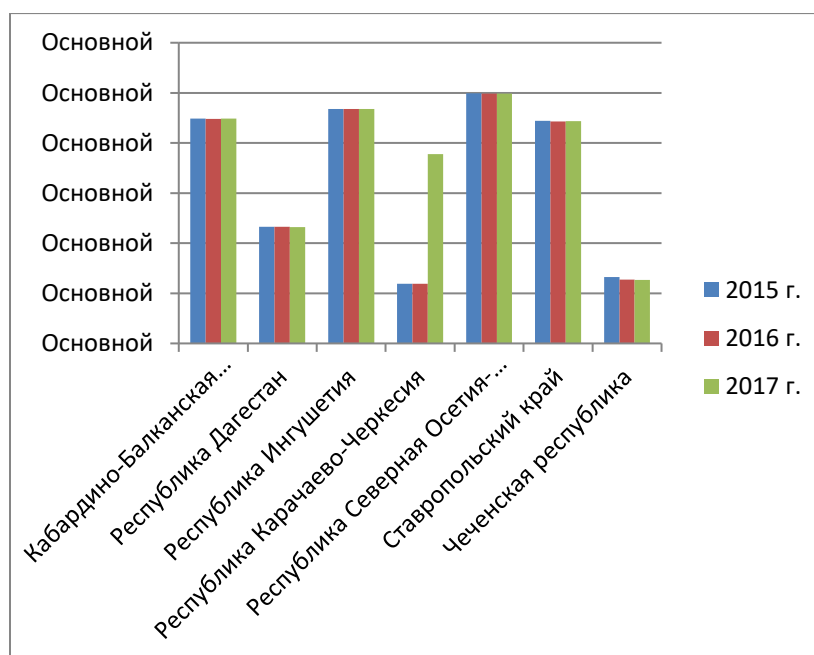


Рисунок 1 - Удельные веса орошаемой площади в удовлетворительном или хорошем состоянии в общем объеме орошаемой площади в 2015-2017 гг.

Анализ табл. 4 показывает, что во всех регионах, кроме Чеченской республики, наблюдалась устойчивая тенденция к сохранению фактически политых площадей, в Чеченской республике фактически политая площадь в 2017 г. по сравнению с 2016 г. увеличилась в 1,5 раза.

Таблица 4 - Фактически политые площади, тыс. га.

Регионы СКФО	Годы		
	2015	2016	2017
Кабардино-Балканская республика	74,250	69,100	65,852
Республика Дагестан	266,020	270,000	275,000
Республика Ингушетия	20,400	20,400	20,400
Республика Карачаево-Черкесия	11,500	2,000	1,980
Республика Северная Осетия-Алания	28,060	6,930	6,531
Ставропольский край	83,400	45,300	45,400
Чеченская республика	18,500	29,290	46,540
<b>Итого по С-КФО</b>	<b>502,130</b>	<b>443,020</b>	<b>461,703</b>

Источник: статистические данные Департамента мелиорации МСХ РФ [4].

Заметим, что в 2017 г. из общей орошаемой площади в С-КФО фактически поливается 45,68% всей орошаемой площади, а часть земель не орошается по объективным причинам, основные из которых – засоление, заболачивание земель и начало эрозионных процессов.

Для каждого региона С-КФО приведены удельные веса фактически политой площади в общем объеме орошаемой площади в 2015-2017 гг. (табл. 5 и рис. 2).

Таблица 5 - Удельные веса фактически политой площади в общем объеме орошаемой площади в 2015-2017 гг., %

Регионы СКФО	Годы			Средний удельный вес
	2015	2016	2017	
Кабардино-Балканская республика	57,16	53,65	50,68	53,83
Республика Дагестан	67,24	68,25	69,51	68,34
Республика Ингушетия	93,58	93,58	93,58	93,58
Республика Карачаево-Черкесия	58,08	10,10	10,00	26,06
Республика Северная Осетия-Алания	36,58	9,03	8,51	18,04
Ставропольский край	33,57	18,54	18,82	23,64
Чеченская республика	14,51	23,30	37,02	24,95
В целом по С-КФО	49,24	43,74	45,68	46,22

Источник: расчеты авторов на основе табл. 1 и 2.

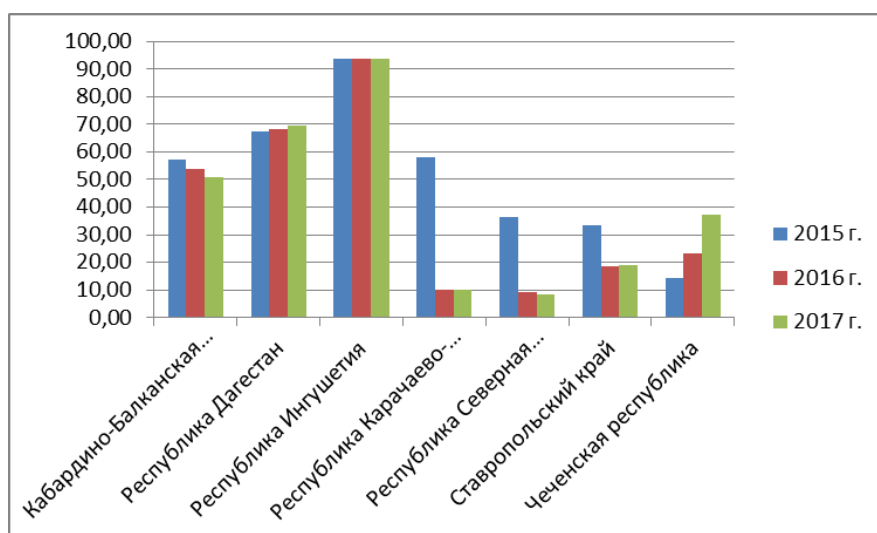


Рисунок 2 - Удельные веса фактически политой площади в общем объеме орошаемой площади в 2015-2017 гг.

Наибольший удельный вес фактически политой площади в общем объеме орошаемой площади наблюдался в Республике Ингушетия (более 93%), а наименьший – в Ставропольском крае (2016 г. менее 34%) и в Республике Северная Осетия-Алания (2016-2017 гг., менее 10%).

В регионах С-КФО годовые объемы водоподачи на орошение и на орошение 1 га расходуются с сильной корреляцией (табл. 6 и 7).

Таблица 6 - Годовой объем водоподачи на орошение, тыс. куб. м.

Регионы СКФО	Годы		
	2015	2016	2017
Кабардино-Балканская республика	192,5	187,4	172,6
Республика Дагестан	1 751,7	1 614,8	1 614,8
Республика Ингушетия	61,4	61,4	61,4
Республика Карачаево-Черкесия	2 600,0	2 300,0	3 096,0
Республика Северная Осетия-Алания	34 800,0	8 026,0	8 025,0
Ставропольский край	172500,0	167200,0	129100,0
Чеченская республика	189640,0	174 613,0	180140,0
<b>Итого по С-КФО</b>	<b>401 545,6</b>	<b>354 002,6</b>	<b>322 209,8</b>

Источник: статистические данные Департамента мелиорации МСХ РФ [4].

Таблица 7 - Годовой объем водоподачи на орошение 1 га, тыс. куб. м

Регионы СКФО	Годы			Средний годовой объем
	2015	2016	2017	
Кабардино-Балканская республика	1,48	1,45	1,33	1,42
Республика Дагестан	4,43	4,08	4,08	4,20
Республика Ингушетия	2,82	2,82	2,82	2,82
Республика Карачаево-Черкесия	131,31	116,16	156,36	134,61
Республика Северная Осетия-Алания	453,72	104,61	104,61	220,98
Ставропольский край	694,44	684,12	535,24	637,94
Чеченская республика	1487,37	1389,12	1433,09	1436,53

Источник: расчеты авторов

Наибольший средний годовой объем на орошение 1-го гектара наблюдался в Чеченской республике (1436,53 тыс. куб. м), наименьший – в Кабардино-Балканская республика (1,42тыс. куб. м), средний объем в остальных регионах - от 2,82 до 637,94 тыс. куб. м.

Основными показателями, характеризующими состояние орошаемого земледелия, являются общая площадь орошаемых земель, орошаемая площадь в неудовлетворительном состоянии и фактически политая площадь. В табл. 12 показаны тренды этих показателей по регионам С-КФО в 2016-2017 гг.: ↑ – возрастающий тренд; ↓ – убывающий тренд, прочерк – отсутствие тренда.

Таблица 8 - Тренды основных показателей орошаемого земледелия в 2016-2017 гг.

Регионы	Тренды основных показателей орошаемого земледелия					
	Общая орошаемая площадь		Орошаемая площадь в неудовлетворительном состоянии		Фактически политая площадь	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Кабардино-Балканская республика	↓	↑	–	–	↓	↓
Республика Дагестан	–	–	↑	↑	↑	↑
Республика Ингушетия	–	–	–	–	–	–
Республика Карачаево-Черкесия	–	–	–	↓	↓	↓
Республика Северная Осетия-Алания	↑	↓	↑	–	↓	↓
Ставропольский край	↓	↓	–	↓	↓	↑
Чеченская республика	↓	–	↓	↑	↑	↑

Источник: расчеты авторов

Анализ данных таблицы 8 показывает, что:

- общая орошаемая площадь не уменьшалась в Кабардино-Балканской республике (2016 г.), в Республике Дагестан, Республике Ингушетия, в Республике Карачаево-Черкесия (2016-2017 гг.), в Республике Северная Осетия-Алания (2016 г.) и Чеченской республике (2017 г.);

- орошаемая площадь в неудовлетворительном состоянии уменьшалась в Республике Карачаево-Черкесия, в Ставропольском крае (2017 г.) и в Чеченской республике (2016 г.);

- фактически политая площадь не уменьшалась в Республике Дагестан, в Республике Ингушетия, в Чеченской республике (2016-2017 гг.) и в Ставропольском крае (2016 г.).

Заметим, что в Республике Карачаево-Черкесия, в Ставропольском крае (2017 г.) и в Чеченской республике (2016 г.) проводились работы по улучшению орошаемых площадей. В Республике Дагестан в 2016-2017 гг. увеличивалась фактически политая площадь.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

- распределение орошаемых земель по территории С-КФО обусловлено сложностью и неоднородностью природно-климатических условий;

- анализ динамики годового объема водоподачи на орошение не выявил устойчивой тенденции в различных субъектах, например, увеличение годового объема водоподачи на орошение в 2017 году наблюдалось в Республике Дагестан, Чеченской республике и Республике Карачаево-Черкесия, а уменьшение этого показателя – в Кабардино-Балканской республике, Ставропольском крае и в Республике Северной Осетии-Алании;

- анализ общей орошаемой площади и фактически политых площадей выявил устойчивую тенденцию к сохранению орошаемых площадей и фактически поливаемых площадей в регионах С-КФО;

- В Республике Карачаево-Черкесия, Ставропольском крае и Чеченской республике проводилась работа по улучшению орошаемых площадей;

- анализ динамики орошаемых площадей, площадей в удовлетворительном и хорошем состоянии и фактически политых площадей показал необходимость разработки мероприятий по контролю и учету состояния орошаемых площадей как на уровне Северо-Кавказского федерального округа, так и региональных ФГБУ «Управление Мелиоводхоз».

#### **Список использованных источников:**

1. Стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 года. URL: <http://krskfo.ru/44>

2. Бюллетень по состоянию сельского хозяйства в РФ. Официальные статистические данные Росстата РФ URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1265196018516](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516)

3. Отчет о научно-исследовательской работе «Провести научно-аналитические исследования, установить закономерности пространственно-временной изменчивости и влияние гидрометеорологических условий на водопотребление и продуктивность орошаемых агробиоценозов в Северо-Кавказском федеральном округе», 2018.

4. Сайт Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]  
– Режим доступа: <http://mcx-dm.ru>.



## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЕЕ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПЛОДОРОДИЕ

*Шадских В.А., д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник;*  
*Кижяева В.Е., канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник;*  
*Рассказова О.Л., старший научный сотрудник*  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Волжский*  
*научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»,*  
*г. Энгельс, Россия*

**Аннотация:** Многолетние полевые опыты по изучению влияния различных способов основной обработки на агрофизические свойства орошаемых почв сухостепного Заволжья свидетельствует о целесообразности широкого применения в зернокартанных севооборотах плоскорезной обработки почвы. Вопрос замены отвальной вспашки темно-каштановых почв при орошении на плоскорезную или поверхностную обработку в основном оценивается положительно. Доказано, что для поддержания плодородия почвы и оптимальных агрофизических параметров пахотного горизонта необходимо чередовать различные виды обработок.

**Ключевые слова:** почва, плодородие, обработка почвы, отвальная вспашка, плоскорезная обработка, поверхностная обработка, агрофизические свойства, плотность почвы, агрономически ценные агрегаты, водопроницаемость почвы

Выдающиеся русские ученые, основоположники агрономического почвоведения, уделяли серьезное внимание плодородию почвы. Впервые понятие «почва» дал В. В. Докучаев, определив, что почва – это самостоятельное природное тело, образовавшееся в результате совокупной деятельности пяти факторов почвообразования: материнской породы, растительных и животных организмов, климата, рельефа местности, возраста страны [1]. П. А. Костычев подчеркивал ведущую роль растительности как фактора почвообразования и определял почву как «верхний слой земли до той глубины, до которой доходит главная масса растительных корней» [2]. По В.Р. Вильямсу, почва – рыхлый слой земной коры, способный производить урожай растений [3]. Почва представляет собой сложную полифункциональную и поликомпонентную систему. Ее важнейшее свойство – плодородие, то есть способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания и воде.

Теория воспроизводства плодородия предусматривает устранение негативных процессов, вызываемых в почве возделыванием культурных растений, которое заключается в возвращении в почву элементов питания, влаги, органического вещества. В современных системах земледелия представление о самовосстанавливающихся почвообразовательных процессах до предела

упрощено, а основное внимание сконцентрировано на техногенном ведении земледелия, что в итоге привело к большим проблемам с плодородием почвы.

Один из важнейших элементов систем земледелия, в том числе орошаемого, – обработка почвы, которая благодаря созданию оптимальных агрофизических и агрохимических свойств пахотного слоя обеспечивает увеличение продуктивности пашни и экономию затрат энергии.

В структуре почвенного покрова Саратовской области площадь, занятая темно-каштановыми почвами, составляет 22,8 %. Ведение растениеводства в условиях орошения привело к их деградации (снижение содержания гумуса, разрушение агрономически ценной структуры, уменьшение водопроницаемости и др.) По данным научно-исследовательских учреждений Поволжья при сохранении существующей системы земледелия можно ожидать снижения запасов гумуса в почве на 3-6%, а также ухудшения агрофизических и химических свойств пахотного горизонта [4].

Цель исследований – изучение влияния способов ресурсосберегающей обработки почвы и их чередования под различные сельскохозяйственные культуры в орошаемом севообороте на ее агрофизические свойства и плодородие. Полевые опыты по разработке оптимальных технологий обработки орошаемых почв проводились в ОПХ «ВолжНИИГиМ» на темно-каштановых среднесуглинистых почвах в шестипольном зернокармном севообороте, который включал следующие культуры: 1. Вика + овес; 2. Озимая пшеница; 3. Кукуруза на силос; 4. Яровая пшеница с подсевом люцерны; 5. Люцерна; 6. Люцерна. Повторность опыта трехкратная, площадь делянки 5 га. Размещение делянок систематическое.

Методологической основой принята система различных способов основной обработки почвы (поверхностная обработка, 12-14 см; отвальная вспашка, 25-27 см; плоскорезная обработка, 25-27 см) в звене орошаемого севооборота (вика + овес; озимая пшеница; кукуруза на силос) под все культуры в течение трех лет с 2014 по 2016 гг. Обработки почвы проводились по схеме: 2014 год (Вика + овес) – поверхностная обработка, 12-14 см; отвальная вспашка, 25-27 см; плоскорезная обработка, 25-27 см; 2015 год (Озимая пшеница) – отвальная вспашка, 18-20 см; плоскорезная обработка, 18-20 см; 2016 год (Кукуруза на силос) – отвальная вспашка, 25-27 см; плоскорезная обработка, 25-27 см.

Агротехника возделывания культур звена орошаемого севооборота – традиционная для природно-климатической зоны. Основные и сопутствующие наблюдения осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТами [5, 6]. Отбор проб для определения объемной массы - по методу режущих колец Н.А. Качинского (ГОСТ 12536-79) в трехкратной повторности на глубину 0...10, 10...20, 20...30 см до посева и после уборки культур. Агрегатный состав определяли методом Н.И. Савинова. Образцы почвы массой 1,5...2,0 кг отбирали перед посевом и в конце вегетации после уборки культур в 3-кратной повторности в слое 0...10, 10...20,

20...30 см. Проводили сухое и мокрое фракционирование образцов. Исходные величины агрофизических свойств пахотного горизонта почвы в звене зернокарморового севооборота на орошении определяли после посева, конечные – после уборки культур.

Агрономическое значение структуры заключается в том, что она оказывает положительное влияние на основные водно-физические свойства почвы [7]. Многолетние опыты по изучению влияния способов обработки темно-каштановых орошаемых почв на орошении показали, что по ряду культур менее энергоёмкие плоскорезная и поверхностная обработка почвы обеспечивают накопление влаги сопоставимое с традиционной отвальной вспашкой. Существует опасение, что использование орудий, рабочие органы которых идут под поверхностью почвы, не оборачивая её, вызовет чрезмерное уплотнение. Однако наши исследования не подтверждают этого предположения (табл. 1).

Таблица 1 - Динамика плотности почвы в звене зернокарморового севооборота на орошении

Вариант опыта	Горизонт, см	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>			
		исходная		конечная	
		по слоям	в среднем	по слоям	в среднем
Вика + овёс					
Поверхностная обработка, 12-14 см	0...10	1,12	1,14	1,16	1,27
	10...20	1,10		1,27	
	20...30	1,19		1,37	
Отвальная вспашка, 25-27 см	0...10	1,08	1,12	1,15	1,24
	10...20	1,12		1,20	
	20...30	1,17		1,37	
Плоскорезная обработка, 25-27 см	0...10	1,03	1,11	1,17	1,22
	10...20	1,15		1,19	
	20...30	1,16		1,31	
Озимая пшеница					
Отвальная вспашка, 18-20 см	0...10	1,15	1,13	1,17	1,25
	10...20	1,06		1,19	
	20...30	1,19		1,39	
Плоскорезная обработка, 18-20 см	0...10	1,10	1,11	1,15	1,23
	10...20	1,09		1,24	
	20...30	1,13		1,31	
Кукуруза на силос					
Отвальная вспашка, 25-27 см	0...10	0,87	0,98	1,10	1,12
	10...20	1,09		1,14	
	20...30	0,97		1,11	
Плоскорезная обработка, 25-27 см	0...10	1,06	1,17	1,12	1,15
	10...20	1,21		1,07	
	20...30	1,23		1,27	

В конце ротации звена севооборота в варианте с обработкой почвы без оборота пласта ее плотность находилась в пределах оптимальных значений, как и при отвальной вспашке. Только при поверхностной обработке почвы происходило её уплотнение до 1,37 г/см<sup>3</sup>.

Один из основных показателей водно-физических свойств почвы – водопроницаемость. Она определяет возможные размеры стока и запасы влаги. Плоскорезная обработка способствовала увеличению содержания агрономически ценных почвенных агрегатов по сравнению с отвальной вспашкой (табл. 2).

Таблица 2 - Агрофизические показатели пахотного слоя при различных способах основной обработки почвы (слой 0...30 см)

Вариант	Содержание агрономически ценных агрегатов, % *		Водопроницаемость, мм/ч	
	исходное	конечное	исходная	конечная
Поверхностная обработка, 12...14 см	<u>45,2</u> 22,2	<u>43,8</u> 23,0	90,0...95,0	85,0...87,0
Отвальная вспашка, 25...27 см	<u>46,6</u> 21,4	<u>48,5</u> 23,6	90,0...100,0	92,0...101,0
Плоскорезная обработка, 25...27 см	<u>50,2</u> 23,1	<u>50,6</u> 24,0	100,0...120,0	105,0...115,0

\* в числителе – сухое просеивание, в знаменателе - мокрое просеивание по Саввинову

Так содержание агрономически ценных агрегатов на варианте поверхностной обработки на 12-14 см после уборки увеличилось на 0,8% и составило 23%, на отвальной вспашке 25-27 см увеличение произошло на 2,2% и составило 23,6%, а на плоскорезной обработке – на 0,9% и соответственно составило 24%. Это обусловило более высокую водопроницаемость на фоне проведения плоскорезной обработки к концу ротации (105,0...115,0 мм/час), по сравнению со вспашкой (92,0...101,0 мм/час) и поверхностной обработкой (85,0...87,0 мм/час).

Наряду с плотностью, одна из основных агрофизических характеристик почвы – сумма водопрочных и агрономически ценных агрегатов, от которой зависит структурность, активная порозность, влагопроницаемость и влагоёмкость почвы [8].

Темно-каштановые почвы Заволжья содержат недостаточно органического вещества, поэтому отличаются весьма непрочной структурой [9, 10].

По данным таблицы 3, в слоях почвы 0...10 см и 10...20 см имела место тенденция снижения суммы водопрочных агрегатов, по сравнению с исходным состоянием за исследуемый период на всех видах обработок: в слое 0...10 см на поверхностной обработке на 4,3%, на отвальной вспашке на 6,6% и при плоскорезной обработке на 7,1%; в слое 10...20 см на поверхностной обработке на 5,6%, на отвальной вспашке на 5,0% и при плоскорезной обработке на 2,7%. В слое 20...30 см происходило их увеличение на отвальной вспашке на 1,6%, а особенно это заметно на плоскорезной обработке почвы, где в слое 20...30 см увеличение водопрочных агрегатов составило 2,5%.

Таблица 3 - Влияние способов основной обработки почвы на содержание водопрочных почвенных агрегатов

Варианты	Горизонт, см	Содержание водопрочных агрегатов, %	
		исходное	конечное
Поверхностная обработка, 12...14 см	0...10	23,9	19,6
	10...20	25,3	19,7
	20...30	25,5	18,8
Отвальная вспашка, 25...27 см	0...10	23,4	16,8
	10...20	25,0	20,0
	20...30	16,7	18,3
Плоскорезная обработка, 25...27 см	0...10	26,3	19,2
	10...20	27,3	24,6
	20...30	24,0	26,5

К концу ротации севооборота при плоскорезной обработке в слое 20...30 см содержание водопрочных агрегатов было выше, чем при вспашке на 8,2%, по сравнению с поверхностной обработкой на 7,7%. Это свидетельствует о положительном влиянии плоскорезного рыхления на водно-физические свойства почвы.

По степени расплывленности пахотный слой неоднороден. Наибольшее ухудшение структуры наблюдается в верхнем 0...10 см слое, нижние слои (10...20 и 20...30 см) менее подвержены воздействию с.-х. техники и температурным колебаниям. Сокращение механической нагрузки на почву при плоскорезной обработке, как правило, способствует увеличению содержания водопрочных агрегатов, по сравнению с отвальной вспашкой [10, 11].

В наших опытах при ежегодной плоскорезной и поверхностной обработке количество агрономически ценных агрегатов в верхнем слое (0...10 см) уменьшилось, по сравнению с исходными величинами, и находилось ниже порога ветроустойчивости (45,2 и 42,0 %). Полученные данные по слоям 10...20 и 20...30 см свидетельствуют о приоритете плоскорезной обработки, по сравнению с отвальной вспашкой и поверхностной обработкой, так как количество агрономически ценных агрегатов при плоскорезной обработке самое высокое – 56,0 % (табл. 3). Их содержание за три года в слое 10..20 см на варианте поверхностной обработки уменьшилось на 2,3%, на отвальной вспашке на 2,8%, а при плоскорезной обработке увеличилось на 4,1%.

В слое 20..30 см на варианте поверхностной обработки так же произошло уменьшение содержания агрономически ценных агрегатов на 0,9%, на фоне отвальной вспашки изменения не было, а при плоскорезной обработке их содержание увеличилось на 2,0%

К концу ротации звеньев севооборота под влиянием отвальной вспашки произошло перераспределение слоёв почвы, в результате чего процентное содержание агрономически ценных агрегатов изменилось. При обработке отвальным плугом на поверхность извлекаются более крупные фракции, под воздействием ежегодных поверхностных обработок (боронование, поверхностная обработка) большая часть их разрушается, однако к концу ротации, содержание

агрономически ценных агрегатов несколько увеличивается. Так при сухом просеивании исходное содержание их было 46,6%, конечное 48,5%. При мокром просеивании соответственно 21,4 и 23,6%.

При обработке почвы плоскорезными орудиями крупные фракции в местах прохода стоек рабочих органов поднимаются из нижележащих горизонтов на поверхность. При этом с одной стороны положительным является то, что обеспечивается лучшее впитывание воды, однако с другой стороны отрицательным является уничтожение стерни, способствующей накоплению влаги и предотвращению развития эрозионных процессов. Кроме того, ряд операций, способствующих разрушению почвенных агрегатов (культивация, воздействие сошников при посеве, прикатывание катками), осуществляется в составе посевного агрегата за один проход сеялкой зерновой стерневой (СЗС-2,1). Содержание агрономически ценных агрегатов при обработке на 25...27 см плоскорезом КПП-2,5 в слое 10...20 см к концу ротации увеличилось на 4,1 % (с 50,3 до 54,4 %). При этом в верхнем слое к концу ротации звена севооборота (вика + овес; озимая пшеница; кукуруза на силос) их содержание в слое 0...10 см уменьшилось с 46,3 до 45,2% - на 1,1%. На этом варианте почва лучше впитывает влагу за счёт более высокой водопроницаемости.

В данной статье нами проанализировано влияние различных способов обработки почвы на основные агрофизические показатели почвы – плотность, содержание агрономически ценных агрегатов, водопроницаемость. Полученные данные по слоям 10-20 и 20-30 см свидетельствуют о приоритете плоскорезной обработки по сравнению с отвальной вспашкой и поверхностной обработкой, так как количество агрономически ценных агрегатов при плоскорезной обработке самое высокое и составило 54,4-56,0%.

Таким образом, замена отвальной вспашки в зернокармном орошаемом севообороте на плоскорезную обработку, благоприятно влияет на агрофизические показатели, т.е. на плодородие почвы. Для поддержания почвенного плодородия и оптимальных агрофизических параметров пахотного горизонта необходимо чередовать различные виды обработок.

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

1. Докучаев, В.В. Русский чернозем: сочинения / В.В. Докучаев. - М: АН СССР, 1949. – Т. 3. - С. 29-40
2. Костычев, П.А. Почвоведение / П. А. Костычев // Курс лекций, читанный в 1886-1887 гг.: под ред. акад. В. Р. Вильямса. - М. – Л.: Сельхозгиз, 1940. – 224 с.
3. Вильямс, В.Р. Почвоведение /В.Р. Вильямс//Собр. соч. М. Сельхозгиз.1951.- Т.6.–576с.
4. Пронько, Н.А. Изменение плодородия орошаемых каштановых почв Поволжья в процессе длительного использования и научные основы его регулирования / Н.А. Пронько, Л.Г. Романова, А.С. Фалькович. – Саратов, 2005. – 219 с.

5. Качинский, Н.А. Почва, её свойства и жизнь / Н.А. Качинский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1975. – 296 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2010. – 352 с.
7. Денисов, Е. П. Научные основы земледелия в Поволжье / Е. П. Денисов и др. – Саратов: Изд-во ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008. – 153 с.
8. Шадских, В.А. Основные принципы оптимизации экологической ситуации орошаемых агроландшафтов степной и сухостепной зон Поволжья / В.А. Шадских, Л.Г. Романова, В.Е. Кижаяева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – № 6. – С. 17-20.
9. Шадских, В.А. Использование агроэкологических приемов основной обработки темно-каштановой почвы для оптимизации ее водно-физических свойств / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева // Аграрный научный журнал. – 2014. №1. – С. 45-47.
10. Шадских, В.А. Почвозащитные особенности основной обработки почвы в звене орошаемого севооборота / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, О.Л. Рассказова, Т.А. Панченко // Научная жизнь. – 2018. – № 6. – С. 77-84.
11. Денисов, Е.П. Изменение агрофизического состояния почвы при минимализации обработки / К.Е. Денисов, Е.П. Денисов, Н.П. Молчанова, И.С. Полетаев // Научная жизнь. - 2016. – № 11. - С. 42-52.

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОЛИВА НА БАЗЕ  
ДОЖДЕВАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПОЗИЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ**

*Тетерин В.С., кандидат технических наук, старший научный сотрудник ,*

*e-mail: Labio-giant@mail.ru*

*Мельничук Д.С., аспирант, младший научный сотрудник,*

*e-mail: melnichuckmitya@yandex.ru*

*Пестряков Е.В., научный сотрудник, e-mail:unlimetl@rambler.ru*

*Институт технического обеспечения сельского хозяйства –*

*филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ*

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность внедрения средств автоматизации в орошаемом земледелии. Использование системы автоматизации на базе цифровых датчиков в разработанной дождевальной установке позиционного действия позволит дополнительно сократить расход водных ресурсов за счет использования дифференцированного полива, а также создать наиболее оптимальные условия для роста и развития растений.

**Ключевые слова:** орошение, дождевание, цифровые технологии, оросительные системы

Для получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур с самого начала развития растениеводства возникла потребность в их поливе, что послужило импульсом для развития орошаемого земледелия. Данный агротехнологический приём способствует улучшенному протеканию в растениях биохимических процессов, воздушных и температурных режимов, а также микробиологических процессов в почве [1].

Стоит отметить, что содержание воды в почве колеблется в пределах от сильного иссушения до полного насыщения и переувлажнения. Количество воды, находящейся в данный момент в почве и выраженное в весовых или объемных процентах по отношению к абсолютной сухой почве, называется влажностью почвы. Зная влажность почвы, нетрудно определить запас почвенной влаги. Одна и та же почва может быть неодинаково увлажнена на разных глубинах и в отдельных участках почвенного разреза. Увлажненность почвы зависит от её физических свойств: влагоемкости, водопроницаемости, капиллярности, удельной поверхности и других условий увлажнения.

Одной из основных технологий контролируемого орошения, является дождевание. Данный способ полива является наиболее близким по своему действию к натуральному дождю [1,2], что способствует регулированию температуры поверхностного слоя почвы и приземного слоя



воздуха, смыванию пыли с листовой поверхности и, как следствие, к улучшению дыхания и процессов фотосинтеза.

Использование дождевальных машин значительно снижает долю человеческого труда, но не заменяет его полностью, так как имеются вспомогательные и подготовительные операции, а также меры по регулированию и контролю работы данной техники.

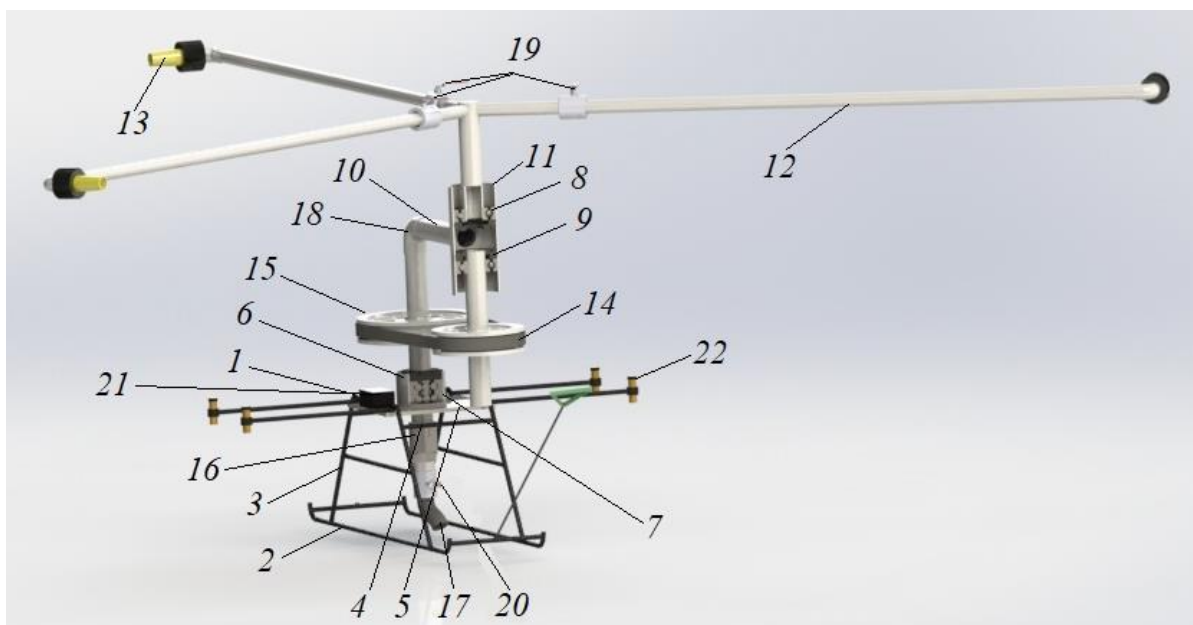
При этом стоит отметить, что существующие дождевальные машины не могут в полной мере производить качественный полив сельскохозяйственных угодий, что обусловлено их конструктивными особенностями и спецификой ландшафтов, на которых они применяются, поэтому в процессе полива образуются зоны с избыточным и недостаточным увлажнением. Кроме того, в связи с активным развитием технологий производства сельскохозяйственных культур в закрытых грунтах наблюдается нехватка малогабаритной техники. Появление подобной техники позволит осуществлять качественное орошение на полях со сложным рельефом местности и в тепличных комплексах.

Целью данной работы является разработка дождевальной установки позиционного действия, способной работать на сельскохозяйственных угодьях со сложным рельефом местности и в закрытых грунтах, обеспечивающей равномерность распределения водных ресурсов по всей орошаемой площади и способствующей сокращению их расхода.

Для решения поставленной цели была разработана дождевальная установка позиционного действия. Особенностью данной установки является то, что траектория её полива приближена к прямоугольной, за счёт использования принципа планетарного механизма. Таким образом, вращение крыльев дождевальной установки происходит не только вокруг собственной оси, но и вокруг центральной оси установки, что позволяет покрыть всю площадь. Использование данной установки позволяет упростить технологическую схему полива, снизить площадь участков переувлажнения и недополива, тем самым способствуя экономии водных ресурсов и созданию условий для благоприятного роста и развития растений [3].

В настоящее время происходит активное внедрению современных цифровых технологий в различные области сельского хозяйства. Применение средств автоматизации в области орошения позволяет сделать данный процесс наиболее совершенным. С целью повышения эффективности орошения разрабатываются более совершенные методы сбора и отображения данных о поле [4].

В частности, основываясь на показаниях датчиков влажности почвы можно изменять и управлять необходимыми параметрами дождевальной установки для достижения оптимального уровня запаса почвенной влаги. С этой целью предложено оснастить разработанную дождевальную установку позиционного действия средствами автоматизации.



1 – рама салазки; 2 – полозья; 3 – опорные стойки; 4 – поперечные тяги; 5 – платформа; 6 – вращающийся узел; 7 – стакан; 8 – подшипники; 9 – уплотнительная манжета; 10 – звенья трубопровода; 11 – тройник; 12 – крылья; 13 – дождевальные насадки; 14 – ременная передача; 15 – шкив; 16 – фильтр; 17 – шланг; 18 – переходник; 19, 20 – управляющие элементы системы подачи воды; 21 – цифровой блок управления; 22 – датчики положения.

Рисунок – Схема дождевальной установки позиционного действия

Для повышения качества полива в установке используется датчик влажности почвы, который анализирует содержание влаги в грунте и подает цифровой сигнал на блок управления. Согласно полученным данным и запрограммированному режиму полива блок управления на основе заданного алгоритма подаёт сигнал к системе управления подачей воды, тем самым обеспечивая дифференцированный полив конкретного элементарного участка. При достижении оптимального уровня влажности грунта полив автоматически прекращается.

Однако, при использовании предлагаемой дождевальной установки в теплицах, полив также происходит в месте прохода между рядами, что приводит к нерациональной трате водных ресурсов. Исключить данное явление возможно, используя датчики положения, установленные на шарнирно закреплённых телескопических креплениях. Данные крепления позволяют обозначить края зон прохода и полива. При попадании крыла в зону прохода обозначенную датчиками положения, блок управления подаёт цифровой сигнал к системе управления подачей воды, которая перекрывает напор на соответствующее крыло, после прохождения зоны прохода подача воды возобновляется.

Использование системы автоматизации на базе цифровых датчиков в разработанной дождевальной установке позиционного действия позволит дополнительно сократить расход

водных ресурсов, за счет использования дифференцированного полива, а также создать благоприятные условия для протекания процессов онтогенеза сельскохозяйственных растений.

**Список использованных источников:**

1. Adjusting its for unimportant variability on a small scale/ Abdelmoneim Z. Mohamed, R. Troy Peters, Xingye Zhu, AbidSarwar // *Agricultural Water Management* 213 (2019). С. 1078-1083.

2. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия / А. А. Чураев, Ю. Ф. Снопич, М. В. Вайнберг, Л. В. Юченко // *Материалы конференции. Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, № 1(69)2018.*

3. Пат. РФ № 189173 Дождевальная установка / Костенко М.Ю., Новиков Н.Н., Мельничук Д.С., Тетерин В.С., Безносюк Р.В. Оpubл.15.05.2019. Бюл. №14.

4. Тетерин В.С., Мельничук Д.С., Новиков Н.Н. Перспективы использования цифровых технологий в дождевании // *Наука в центральной России. 2018. № 6 (36). С. 20-28.*

Ответственные за выпуск: Банникова А.И.

ФГБНУ ВНИИ «Радуга»

Коломна

2019