

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Департамент мелиорации**

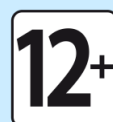
**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»**



# **ВЕСТНИК МЕЛИОРАТИВНОЙ НАУКИ**

**Выпуск 2**

г.о. Коломна 2024



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

Сетевое электронное периодическое издание Депмелиорации Минсельхоза России и ФГБНУ ВНИИ «Радуга»	№ 2 2024	<i>Научно-практический журнал</i> <b>«ВЕСТНИК МЕЛИОРАТИВНОЙ НАУКИ»</b>
--	-------------	---

Адрес учредителя, издателя и издательства: 140483, Московская область, г.о. Коломна., пос. Радужный, 38,  
тел. 8(496)617-0474, e-mail: bai.vniiraduga@yandex.ru

ISSN 2618-9496

УДК 631.6(082)  
ББК 40.6я43

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>Булгаков В. И.</b> Польдерные мелиоративные системы в гумидной зоне России	4
<b>Гинатуллина Е.Н., Туйчиев, К.С., Рахимджонова, Э.Х., Каримов Р.А.</b> Направленное формирование планктонных сообществ водоема при полу интенсивном разведении рыб	16
<b>Чембарисов Э.И., Баллиев А.И.</b> Коллекторно-дренажные воды республики Каракалпакстан	22
<b>Муравьев А.В., Лебедев Д.А.</b> Преимущества и недостатки вертикальных насосов с трансмиссионным валом по сравнению с другими центробежными насосами	29
<b>Джаббарлы Б.Р., Ахмедова Р.А.</b> Исследование взаимосвязи общего количества взвешенных частиц и проводимости в смешанных соленых и сточных водах различных производств в составе грунтовых вод	36
<b>Мищенко Н.А., Козлова Л.К.</b> Технические предложения по повышению коэффициента земельного использования при поливе ШДМ кругового действия	42
<b>Кониева Г.Н.</b> Реализация водопользования на оросительных системах республики Калмыкия	47
<b>Булгаков Д. В.</b> Краткий анализа и предложения существующей нормативной базы в области безопасности ГТС	52
<b>Рязанцев А.И., Травкин В.С., Евсеев Е.Ю.</b> Повышение качества полива дождевальной установкой для орошения рассады овощных культур	56
<b>Джаббарлы Б.Р., Ахмедова Р.А.</b> Вопросы исследования мутности жидкостей с использованием прохождения и рассеяния лазерного луча	61
<b>Муравьев А.В., Лебедев Д.А.</b> Особенности применения вертикальных насосов с трансмиссионным валом в оросительных системах	68
<b>Сафронова В.А., Каблуков О.В.</b> Оценка применимости способов орошения и техники полива в условиях крутосклонных земель Северного Кавказа	74
<b>Травкин В.С., Рязанцев А.И., Евсеев Е.Ю.</b> Краткий анализ технических средств полива для кассетной рассады в закрытом грунте и направление их совершенствования	83

## ПОЛЬДЕРНЫЕ МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ В ГУМИДНОЙ ЗОНЕ РОССИИ

*Булгаков В. И., ведущий научный сотрудник отдела Н.О.П.В., кандидат с/х наук  
ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна, Россия  
тел.: 8 (496) 6-170-474, e-mail: [prraduga@yandex.ru](mailto:prraduga@yandex.ru)*

**Аннотация.** Пolderные системы применяют в зонах избыточного увлажнения и на затопляемых землях. Затопляемые низменности требуют обвалование – это поймы рек, земли, затопляемые водами водохранилищ на балках и реках, низменности рельефа, затопляемого водами поверхности стока или низменности морских побережий.

**Ключевые слова:** Пolder, пolderные мелиоративные системы, осушаемые земли, дамбы, дамбы обвалования, размеры дамб, длина дамбы, ширина основания, высота дамбы (максимальная, средняя), ширина по гребню, водный режим.

**Актуальность:** Особенностью пolderных систем является различный водный режим, зависящий от высокого положения, связанного с высотным положением рельефа типа почв, конструкции осушительной сети, характерной неравномерности осушения при удалении от насосной станции, что должно учитываться при сельскохозяйственном использовании.

**Цель работы:** Наблюдение за уровнем вод. Защита населения и промышленных предприятий от затопляемых территорий и подтоплений. В сельскохозяйственном производстве расчёт агресурсного потенциала почвы и подготовка по рациональному использованию пolderов.

Выделяют три группы пolderных массивов: низкого, среднего и высокого уровней:

- пolderы низкого уровня с абсолютными отметками поверхности до 1 м всегда находятся ниже уровня воды в водоприемниках;
- пolderы среднего уровня с отметками поверхности 1-3 м только в паводковый период находятся ниже уровня воды в водоприемниках, а в межень подтапливаются;
- пolderы высокого уровня - с отметками поверхности выше 3 м уровня воды в водоприемниках только во время прохождения паводка выше их поверхности.

Мелиоративный комплекс ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз». В Калининградской области размещается около 70% всех пolderных систем и 23% всех осушаемых земель России. От уровня их мелиоративной обустроенности зависит развитие сельскохозяйственного производства, обеспечение жизнедеятельности населения области.

Отличительной особенностью является то, что пolderные системы Калининградской области с площадью сельхозпроизводства расположены в пределах 100,4 тыс. га расположены в

древней дельте р. Неман, в пойме р. Преголя, на побережье Куршского и Калининградского заливов.

От затопления со стороны рек и Куршского залива польдерные земли дамбами общей, которые по высоте являются незатопляемыми. Откачка воды с польдеров насосными станциями. Всего на балансе ФГБУ находятся 93 насосных станций.

Осушительная сеть на польдерах состоит из открытых магистральных, проводящих каналов и открытой и закрытой регулирующей сети.

Годовой объем сбрасываемой воды в водоприемники составляет 4190,320 млн. м<sup>3</sup>. Отвод воды с польдерных систем осуществляется осевыми насосами. Всего в Калининградской области числится 114 насосных станций. Количество насосов, откачивающих воду с каждой польдерной системы, в зависимости от площади и процента занимаемых их в системе, колеблется от 1 до 14 единиц.

В таблице 1 представлен польдер осушительных систем, их площадь и номер станций, в зависимости от нового строительства и реконструкции с учетом цифровой технологии. Ограниченно работающие станции попадают по реконструкцию, а физически и морально устаревшие – под новое строительство. Всего площадь защищенных осушаемых земель составит 63744 тыс.га в том числе под новое строительство 22979 тыс.га, под реконструкцию - 40765 тыс.га.

В таблице 2 представлены дамбы, их техническое состояние, протяженность защищаемой площади при реконструкции, ремонте и эксплуатационном уходе в Калининградской области на польдерных системах.

Таблица 1 - Площадь и номера насосных станций, находящихся на балансе ФГБУ «Калининградмелиоводхоз» подлежащие новому строительству и реконструкции на период до 2030 г.

№	Новое строительство			Требуется реконструкция		
	площадь, га	№ станции	тех. состояние	площадь, га	№ станции	тех. состояние
1	2015	5	неработоспособн.	1045	1	работоспособн
2	1607	59	неработоспособн	1344	3	работоспособн.
3	1365	14а	неработоспособ.	574	8	работоспособн
4	288	15б	неработоспособн	2035	11	работоспособн
5	710	18	неработоспособн	325	17	работоспособн
6	905	18а	неработоспособн	720	17а	работоспособн
7	3520	35	неработоспособн	1537	20а	работоспособн
8	1000	40	неработоспособн	1075	21а	работоспособн
9	4063	52	неработоспособн	2960	29б	работоспособн
10	531	54	неработоспособн. довоенного пр-ва	3250	32а	работоспособн
11	470	54а	неработоспособн	4270	36а	работоспособн

12	1680	100	неработоспособн	2079	41	работоспособн
13	149	65	неработоспособн довоенного. пр-ва	470	42	работоспособн
14	234	66а	неработоспособн довоенного пр-ва	1454	42а	работоспособн
15	1260	69	неработоспособн	1848	43	работоспособн
16	260	83	неработоспособн	323	45	работоспособн
17	98	84б	неработоспособн довоенного пр-ва	1040	46	работоспособн
18	346	86	неработоспособн	575	47	работоспособн
19	207	87	неработоспособн довоенного пр-ва	2856	48а	работоспособн
20	418	87а	неработоспособн довоенного пр-ва	2856	48б	работоспособн
21	375	88а	неработоспособн довоенного пр-ва	1920	49а	работоспособн
22	80	89	неработоспособн довоенного пр-ва	4063	53	работоспособн
23	234	91	неработоспособн довоенного пр-ва	1861	55б	работоспособн
24	304	93в	неработоспособн	285	79б	работоспособн
25	390	94	неработоспособн довоенного пр-ва			
26	470	94а	неработоспособн довоенного пр-ва			
	<b>22979</b>			<b>40765</b>		

Таблица 2 - Дамбы, техническое состояние, протяженность и защищаемая площадь орошаемых земель

№ пп	Требуется реконструкция				Ремонт				Эксплуатационный уход			
	наименован ие объекта	место располо жения	прот я- жен- ность , км	защит. пло- щадь, га	наименов ание объекта	место располо- жения	протя- жен- ность, км	за- щищ. пло- щадь, га	наиме нован ие объек та	место располо- жения	прот я- жен- ность , км	за- щищ. пло- щадь, га
1	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 100	п.Приморское	8,16	2205	Разделительная дамба польдеров насосных станций №2 и №4	п.Беломорское	0,62		Водозащитная дамба польдера насосной станции № 87а	п.Стрельцово	6,00	418
2	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 106	п.Щукино	4,20	1 068	Разделительная дамба польдеров насосных станций	п.Разино	0,38		Водозащитная дамба польдеров	п.Ушаково	2,19	579

					№ 6 и № 8				насосных станций № 91а и 91б			
3	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 92 а	п.Малиновка	1,80	144	Водозащитная дамба Приморская	п.Ильинка, п.Красное, п.Разино, п.Головкин	23,54	1 320	Водозащитная дамба Раздельная	п.Ушаково	1,20	470
4	Водозащитная дамба канала МПРО-15-1	п.Малиновка	0,90	120	Водозащитная левобережная дамба канала Западный	п.Добрино	12,9	2 300	Водозащитная дамба реки Лобовка (Л)	п. Вербное	2,70	400
5	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 96а	п.Комсомольск	1,10	345	Водозащитная правобережная дамба канала Западный	п.Добрино	13,1	2 400	Водозащитная дамба польдера насосной станции №7	п.Разино	2,75	742
6	Водозащитная дамба канала МПО-14	п.Комсомольское	1,90	586	Водозащитная левобережная дамба канала В-2	п.Придорожное	1,14	50	Разделительная дамба польдеров насосных станций № 60 и № 62	п.Июльское	5,57	
7	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 94 а	п.Высокое	7,50	470	Водозащитная правобережная дамба канала В-2	п.Придорожное	U4	35	Водозащитная дамба польдеров насосных станций № 60 и № 62	п.Июльское	5,35	1 250
8	Водозащитная дамба польдера насосной станции №94	п.Высокое	5,60	402	Водозащитная левобережная дамба канала им.Матрoсова от развилки	п. Городково п. Заповедное	40,81	63 600	Водозащитная правобережная дамба реки	п. Гастеллово п. Охотное	18,0	7 097

					до реки Немонин				Ржевк а			
9	Водозащитная дамба польдера насосной станции №91	п.Ушаково	2,70	304	Водозащитная левобережная дамба реки Немонинка	п. Ленинское п. Заповедное	16,8	12 645	Водозащитная правобережная дамба канала Немонинский	п. Заповедное	7,3	3 520
10	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 84а	п.Низовье	2,50	93	Водозащитная правобережная дамба реки Шлюзовая	п. Вишневка п. Хрустальное	8,5	1 260	Водозащитная правобережная дамба реки Луговая	п. Большакове п. Победино	16,3	4214
11	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 94а	п.Стрельцово	4,60	402	Водозащитная левобережная дамба реки Неман	п. Ленинское п. Левобережное п. Ясное	28,0	24 330	Водозащитная правобережная дамба реки Большаковка	п. Победино	1,50	315
12	Водозащитная дамба польдера насосной станции №89	п.Рыбное	1,28	96					Водозащитная правобережная дамба реки Немонин	п. Заповедное	7,58	3 520
13	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 87	п.Рыбное	1,39	207					Водозащитная левобережная дамба реки Немонин	п. Заповедное	4,05	1 877



Таблица 3 – Пolderные системы ФГБУ «Управление «Брянскмелиоводхоз»

Название	Площадь ГМС (площадь осушения), тыс.га	Площадь пolderная в системах, га	Площадь водозборки	Процент износа, %	Дата ввода в эксплуатацию	Водоисточник
Пolderная система пolder «Творишино»	0,659	0,659	36км <sup>2</sup> *100	100%	1986	р. Ипуть
Пolderная система пolder «Гордеевский»	0,690	0,690	25км <sup>2</sup> *100	100%	1976	р. Ипуть
	<b>1,349</b>					

Износ пolderных мелиоративных систем 100% - требуется реконструкция.

*Мелиоративный комплекс ФГБУ «Управление «Вологдамелиоводхоз»*

*Комплекс ГТС пolderной системы на Кубенской низменности (пolder «Кубенский»)*

введен в эксплуатацию в 1989-1992 гг. Процент износа системы составляет 72% и подлежит реконструкции. Общая площадь осушения 1569 тыс.га, сельхозугодий 1,446 тыс. га, и используется в сельхозпроизводстве 0,982 тыс.га. Системы двойного регулирования.

#### 1. Оросительная система.

Насосы центробежные ЦН-400-105 в количестве 7 штук; протяжённость магистрального трубопровода от временной стоянки передвижных насосных станций до насосной станции составляет 1710 м. Оросительная насосная станция построена с расчётом на подачу воды для орошения 1392,4 га. Фактически оросительная сеть построена только на участке «Фетинино» на площади 401 га. В связи с отсутствием энергоснабжения к насосным станциям, отсутствием дождевальных машин, неудовлетворительным состоянием оросительных трубопроводов на участке орошения «Фетинино» поливы не проводятся.

#### 2. Осушительная насосная станция.

Насосная станция (НС) расположена в 5,6 км от д. Фетинино. Максимальная проектная производительность насосной станции – 3,3 м<sup>3</sup>/с. Фактически имеется один насос, находящийся на хранении на производственной базе

Потребителем услуги по проведению водоотливных работ на осушительной насосной станции не проводились. Для вовлечения в оборот неиспользуемых сельхозугодий при увеличении сельхозпроизводства осушительную насосную станцию возможно включить в работу.

### 3. Дамбы на польдере «Кубенский»

Дамбы насыпные из местного грунта (торфа). В настоящее время дамбы находятся в удовлетворительном состоянии. В 2021 году на объекте были проведены противопаводковые мероприятия в размере 3039 тыс. рублей.

В рамках проведения противопаводковых мероприятий восстановлены функциональные пользовательские характеристики дамб.

4. Комплекс ГТС польдерной системы на Присухонской низменности (польдер «Присухонский») введен в эксплуатацию 1989-1990гг. Процент износа системы составляет 70% и подлежит реконструкции. Общая площадь осушения 1,082 тыс.га, используется в сельхозпроизводстве 0,871 тыс. га.

Общая протяженность дамб - 12670 м. Максимальная отметка гребня дамб - 112,80 м. Требуется планировка дамб, ремонт самотечного трубопровода и восстановление двухочкового трубопереезда на оградительном канале.

Таблица 4 – Характеристика дамб

Дамба	Тип сооружения	Покрытие дамб (м)	Высота дамб (м)		Длина плотины (м)	Ширина по гребню (м)	Ширина по основанию (м)
			Макс.	Мин.			
Северная	Земляная, однородная, насыпная, дамба из торфа	0,5	3,27	2,25	5122	12,5	153
Восточная	Земляная, однородная, насыпная, дамба из торфа	0,5	3,05	1,89	3000	3,0	107,75
Южная	Земляная, однородная, насыпная, дамба из торфа	0,5	112,88	3,05	1078	3,0	107,35

Требуется расчистка магистральных каналов мелиоративной системы от древесно-кустарниковой заросли.

Самотечный сбросной водопровод. Для сброса воды с польдера в отводящий канал, при низких уровнях воды в р. Вологда, через Южную дамбу построен самотечный сбросной

трубопровод. Работа его целесообразна при уровнях воды в польдере на 0,5 м выше горизонта воды за его пределами. Год сдачи насосной станции в эксплуатацию – 1998г.

В состав насосной станции входят следующие сооружения: осушительная насосная станция; дренажная насосная станция, заглублённая в трубчатом колодце; трансформаторная подстанция 10/0,4 -630 кВт; кабельная линия 10кВ -120 п. м; вспомогательные каналы - 496 п.м. Насосная станция предназначена для удаления избыточных вод с территории польдера, поддержания горизонтов воды в каналах осушительной сети. Из здания насосной станции предусмотрен вывод дренажного коллектора из прямка с отводом воды в аванкамеру.

Основные насосы: Д 3200-33-2 – 2 шт. (№№ 1, 2) и 550 Д 22А – 3шт. (№№ 3, 4, 5 (неисправен). Производительность при 4-х исправных насосах составляет 6100 м<sup>3</sup>/час (1,7 м<sup>3</sup>/сек).

*Мелиоративный польдерный комплекс ФГБУ «Управление «Новгородмелиоводхоз»*

Насосная станция, входящая в состав мелиоративной осушительной системы «Поозерье» построена и введена в эксплуатацию в 1981 году, процент износа на 01.01.2022 год составляет 44%. Основное назначение польдера – защита сельскохозяйственных земель и населенных пунктов, расположенных внутри границ польдера, от подтопления водами озера Ильмень с помощью оградительных дамб, системы осушительного дренажа, открытых каналов и насосной станции. Уровень воды в польдере регулируется работой насосной станции.

Используемая площадь мелиоративной осушительной системы «Поозерье» в сельхозпроизводстве составляет 649 га.

*Мелиоративный польдерный комплекс ФГБУ «Управление «Карелмелиоводхоз»*

Польдерная осушительная система «Низовье» расположена в Прионежском районе Республики Карелия, в 2 км от п. Мелиоративный. Земли польдера находятся в пользовании ОАО «Агрокомплекс им. В.М. Зайцева». Площадь осушения 0,300 тыс. га. Процент износа составляет 100%. Требуется реконструкция.

За ФГБУ «Управление мелиорации по Республике Карелия» на праве оперативного управления закреплено следующее имущество: здание насосной станции «Низовье», дамба обвалования, водозабор и водовыпуск №1 ж/б, магистральный канал №1, магистральный канал №2.

Поскольку по причине отказа пользователя земель система не эксплуатируется. Реконструкции не проводилось.

*Польдерная осушительная система «Пандас-2»* расположена в Прионежском районе Республики Карелия, пос. Шуя. Земли польдера находятся в пользовании ОАО «Агрокомплекс им. В.М. Зайцева». Процент износа составляет 100%. Требуется реконструкция.

В состав ГТС входит: насосная станция; водозабор; водовыпуск; дамба обвалования; осушительная сеть; магистральный канал.

За ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельхозводоснабжения по Республике Карелия» На праве оперативного управления закреплены здание насосной станции «Падос» и водозабор и водовыпуск №2 ж/б. Остальные сооружения, входящие в состав ГТС (дамба обвалования, осушительная сеть, магистральный канал) находятся в эксплуатации ОАО «Агрокомплекс им. В.М. Зайцева».

Площадь осушительной системы составляет 4 км<sup>2</sup> или 400 га. Осушительная сеть представлена закрытым дренажем и открытой сетью. Пolderная осушительная система «Падас-2» сдана в эксплуатацию в 1980 году. Реконструкция не проводилась.

*Насосная станция.* Расчетная максимальная производительность 0,89 м<sup>3</sup>/сек. Расчетная минимальная производительность- 0,07 м<sup>3</sup>/сек. Для перекачки расчетных расходов в здании станции установлено два насоса

*Водозабор и водовыпуск.* К насосам вода подводится по двум ниткам трубопроводов диаметром 630 мм протяженностью 36 м и двум ниткам диаметром 325 мм протяженностью 33 м. Нитки водоподающих трубопроводов проложены подземно. Забор воды насосной станцией осуществляется из водоприемных колодцев водоприемной камеры. К водовыпуску вода подводится по 2 напорным трубопроводам диаметром 630 мм и протяженностью 28 м. Напорные трубопроводы проложены подземно. Водовыпускное сооружение представляет собой приемный колодец - водослив.

*Мелиоративный polderный комплекс ФГБУ «Управление «Ленмелиоводхоз»*

Площадь осушения polderных систем составляет 9,29 тыс. га (polderный комплекс «Пашский» - 5,2 тыс. га, «Доможиронский» - 3,32 тыс. га, «Заостровский» - 0,77 тыс. га).

Таблица 5 - Данные технико-эксплуатационных карт мелиоративных систем по паспортам ФГБУ на 01.01.2022 г.

Название	Работоспособное состояние, да/нет	Процент износ а, %	Дата ввода в экс	Водоприемник/ водоисточник	Фактическая площадь, тыс. га		Примечание
					осушение	осушено	
1	2	3	4	6	7	8	9
1 Дамба обвалования, polder «Междуречье»	да	64	1978	р. Бабыя	0,847		Кормовые культуры
2 Дамба обвалования, polder «Викшеньга 1»	да	71	1975	р. Свирь	0,601		Кормовые культуры

3 Дамба обвалования, польдер «Пашский Мох»	да	50	1984	Староладожский канал	2,458		Кормовые культуры
4 Дамба обвалования, польдер «Латушки»	да	56	1987	р. Свирь	0,377		Кормовые культуры
5 Дамба обвалования, польдер «Доможирово»	да	90	1971	р. Кислая Оять	1,388		Кормовые культуры
6 Дамба обвалования, польдер «Карпино»	да	29	1973	р. Касопаша	1,263		Кормовые культуры
7 Дамба обвалования, польдер «Между каналами»	да	50	1978	р. Куйвасырь	0,974		Польдерные земли не востребованы
8 Дамба обвалования, польдер «Остров Заостровье»	да	75	1986	р. Свирь	0,391		Сброс воды происходит самотеком через регулирующее водосборное сооружение, 391 га
9 Дамба обвалования, польдер «Сермакса»	Да	75	1978	р. Свирь	0,345		Кормовые культуры

В ФГБУ «Управление «Ленмелиоводхоз» всего осушено земель и защищено дамбами 8,644 тыс.га. На остальных площадях требуется реконструкция.

*Мелиоративный польдерный комплекс ФГБУ «Управление «Рязаньмелиоводхоз»*

Площадь осушения польдерных систем составляет 5,108 тыс.га («Порцевка» - 1,012 тыс. га, «Задне-Пилево» - 0,984 тыс. га, «Ершово» - 0,150 тыс. га, «Взвоз» - 0,272 тыс. га, «Линево» - 0,919 тыс. га, «Макеевский мыс» - 1,771 тыс. га).

Процент износа польдерной системы «Порцевка» составляет 90% и требуется реконструкция. По данным, поступившим от ФГБУ «Управление «Рязаньмелиоводхоз», польдерные системы «Задне-Пилево», «Ершово», «Взвоз», «Линево», «Макеевский мыс» числятся как «бесхозные», требуется перевести в муниципальную собственность

*Мелиоративный польдерный комплекс ФГБУ «Управление «Ярославльмелиоводхоз»*

Площадь осушения польдерных систем составляет 0,622 тыс. га («Ниже-Прасловская» - 0,429 тыс. га, «Макаровский» - 0,193 тыс. га). Насосная станция №7 - износ 70% Защитные земляные дамбы: протяженность - 9,84 км, износ - 43,6%. Сооружения построены при строительстве осушительных мелиоративных систем «Ниже – Прасловская» и «Макаровский». Требуется реконструкция.

## **Выводы**

Таким образом, общая площадь польдерных систем в гумидной зоне составляет 120,949 тыс.га. Из них в сельскохозяйственном производстве используется 112,826 тыс.га.

В Калининградской области подлежит новому строительству 23 и реконструкции 27 насосных станций обслуживающих площади с/х культур 63,659 тыс. га;

ФГБУ «Управление «Вологдамелиоводхоз» - 2 системы, обслуживающие площадь 1,569 тыс.га и 1,082 тыс.га и подлежат реконструкции;

ФГБУ «Управление «Новгородмелиоводхоз» - 1 система площадью обслуживания 0,650 тыс.га, подлежит реконструкции;

ФГБУ «Управление «Карелмелиоводхоз» - 2 система площадью обслуживания 0,400 тыс.га и 0,400 тыс.га, подлежат реконструкции;

ФГБУ «Управление «Ленмелиоводхоз», - из восьми систем площадью обслуживания 9,29 тыс.га подлежат реконструкции;

ФГБУ «Управление «Рязаньмелиоводхоз», - польдерная система «Порцевка» площадью 1,012 тыс.га полностью подлежит реконструкции, польдерные системы «Задне-Пилево», «Ершово», «Взвоз», «Линево», «Макеевский мыс» требуется реконструкция и перевод в муниципальную собственность;

ФГБУ «Управление «Ярославльмелиоводхоз» - 2 системы площадью обслуживания 0,622 тыс.га, степень износа 70% подлежат реконструкции.

Дамбы имеют протяженность 9,84 км, износ 43,6%, подлежат реконструкции и частично техническому перевооружению.

### **Список использованных источников:**

1. Федеральный закон от 10.01.1996г.№4 – ФЗ «О мелиорации земель» с изменениями и дополнениями от: 10 января 2003 г., 22 августа, 29 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 26 июня 2007 г., 13 мая, 14 июля, 30 декабря 2008 г., 28 ноября 2011 г., 14 октября, 31 декабря 2014 г., 5 апреля 2016 г., 27 декабря 2019 г., декабрь 2022 г.;
2. Костяков А.Н. «Основы мелиорации» издание №6. – М.: Из-во Сельскохозяйственная литература, 1960 г.;
3. Ольгаренко В.И., Ольгаренко Г.В., Рыбкин В.Н. Эксплуатация и мониторинг мелиоративных систем. / Учебник для вузов, под общей ред. чл.-корр. РАСХН Ольгаренко В.И. – Коломна. ООО «Инлайт», 2006 г.
4. Кизяев Б.М., Ковалев В.Н., Щедрин В.Н., Ольгаренко Г.В. и др. Федеральные регистры базовых и зональных технологий и технических средств для мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве России до 2020 г. - Москва-Коломна: МСХ РФ, 2010 г.;

5. Ковалев Н.Г., Ольгаренко Г.В., Митрофанов Ю.И. и др. Методика оперативной диагностики деградации мелиорированных почв для обоснования комплексных мероприятий по сохранению и расширенному воспроизводству плодородия: научн. издание / ФГБНУ ВНИИ «Радуга». – Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015 г.;
6. Применение агромелиоративных мероприятий на осушенных минеральных землях Нечерноземной зоны РСФСР (технологический регламент). - М.: Госагропром МСХ РСФСР, 1991 г.;
7. Методические указания, по дифференцированной оценке, бонитета почв с учётом их мелиоративного состояния (зона осушения). - М., 2006 г.;
8. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия академ. РАСХН А.П.Щербакова, д. с.-х. н. Г.Н.Черкасова. – Курск - Тверь, 2001 г.;
9. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство / Под ред. Кирюшина В.И., Иванова А.Л. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005 г.;
10. Востокова Л.Б., Якушевская И.В. Бонитировка почв. - М.: МГУ, 1979 г.;
11. Методы полевых исследований по осушительным мелиорациям / ВАСХНИЛ; Коллектив авторов / Под ред. Б.С. Маслова. – М.: Колос, 1983 г.;
12. Справочник по эксплуатации мелиоративных систем Нечерноземной зоны РСФСР / Коллектив авторов СевНИИГиМ; Сост. Т.И. Даишев. – Л.: Ленотделение Агропромиздата, 1987 г.

## НАПРАВЛЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ВОДОЕМА ПРИ ПОЛУ ИНТЕНСИВНОМ РАЗВЕДЕНИИ РЫБ

*Гинатуллина Е.Н., к.б.н, с.н.с., Туйчиев, К.С., Рахимджонова Э.Х., Каримов Р.А.*

*Научно-исследовательский институт Рыбоводства Узбекистана,*

*Ташкентская обл., Янгиюльский район*

**Аннотация:** Проводили эксперименты с внесением корма для рыб в контейнеры с хлореллой и без и наблюдали за изменением рН и аммиака. В группах, где использовали рыбный корм вместе с хлореллой, только при рН=7,5 концентрация хлореллы на порядок превышала ее концентрацию в двух других группах со значениями рН=8,0 и 5,0. Хлореллу можно применять в рыбоводных прудах для быстрой утилизации остатков корма и улучшения гидрохимических показателей прудов.

**Ключевые слова:** прудовое рыбоводство, плотность клеток хлореллы, аммофос, корм Alter Aqua, биопрепарат «Альготек Аква».

Введение. Известно, что микроводоросли спирулина, сценедесмус и хлорелла обладают высокой пищевой ценностью и приобретают практическое значение в условиях дефицита кормовых белков, как растительного, так и животного происхождения [8, 10]. Согласно текущим оценкам мировой рынок микроводорослей оценивается в 5–7 млрд. долл. США, ежегодный объём продаж для целей продовольствия и питания оценивается в 2 млрд. долл. США, а для рыбных кормов – 0,7 млрд долл. США, причём ожидается устойчивый рост этих показателей на 5 % в год [3]. Интерес к микроводорослям возрос в связи с различными аспектами их практического применения: для получения высокобелковых кормовых концентратов, для создания биологических систем жизнеобеспечения в космических летательных аппаратах, для очистки окружающей среды. Показано, например, что поскольку микроводоросли способны поглощать углекислый газ в больших количествах, их можно использовать как «ловушки» диоксида углерода на тепловых электростанциях [1].

Центральная Азия (особенно Узбекистан) с его высокими среднегодовыми температурами и продолжительным вегетационным периодом является природным источником микроводорослей. Особенно обширные исследования флоры водорослей естественных водоразделов Средней Азии в период с 1947 по 1960 гг. проводились А.М. Музафаровым; кроме того в его лаборатории активно проводились эксперименты по культивированию



хлореллы и использованию ее в животноводстве [6]. Ученый изучил флору водорослей горных рек Сырдарьинского бассейна и выделил из этих бассейнов 812 видов. В дальнейшем штаммы из его коллекции (Институт Ботаники АН РУз) легли в основу научно-коммерческих разработок в России и Европе, в том числе и штамм хлореллы *Chlorella vulgaris* GKO, который мы использовали для проведения настоящего эксперимента, используя ее для очистки воды, загрязненной кормами для рыб.

По сравнению с другими культивируемыми микроводорослями, хлорелла обладает мощным антиоксидантным эффектом и обладает более широким запасом микроэлементов и витаминов. Сухая биомасса хлореллы содержит 40-55% белка, 35% углеводов и 5-10% липидов и до 10% незаменимых жирных аминокислот. Хлорелла успешно применяют в сельскохозяйственном производстве (в скотоводстве, свиноводстве, звероводстве, птицеводстве, пчеловодстве) в качестве пищевых добавок к рациону различных животных, а также для улучшения плодородия почв, увеличения всхожести семян, получении силоса и т.п. Однако, очень мало экспериментальных данных по использованию хлореллы в прудовом рыбоводстве. В рыбоводстве особенная ценность микроводорослей заключается в том, что их разводят как кормовой объект для стартовых кормов: хлореллу для дафнии, а спирулину для артемии [8].

Целью этой работы было показать, как доминирование протокковых водорослей, а именно хлореллы улучшает качество воды при использовании кормов для рыб и какие условия нужно соблюдать, чтобы направленно управлять альгоценозом при разведении прудовой рыбы.

Методы исследования. Биопрепарат «Альготек Аква», который мы использовали, содержит планктонный штамм *Chlorella vulgaris* GKO, в концентрации 50 млн.кл/мл, и симбиотические бактерии, разрушающие органику, и являющиеся поставщиками углекислого газа в водной среде, где используется.

Эксперименты с биопрепаратом проводили в пяти 5 л контейнерах (в каждый добавляли 1 мг биопрепарата, так что концентрация клеток хлореллы составляла 100 тыс. кл./мл) в режиме световая-темновая фаза 12/12 часов. В качестве водной среды использовали чистую бутилированную гидрокарбонатную воду «Hydrolife» местного производства, с добавлением биопрепарата «Альготек Аква»/без препарата, с органическими удобрениями аммиачная селитра (селитра)/аммофос – 0,2-0,3 г/л, с культурой мойны/без культуры мойны и используя корм для форели Alter Aqua (AAqua) 8 мм по 15 г в каждый контейнер. В 1 –ый контейнер внесли: корм AAqua + селитра + хлорелла; во 2-ой: корм AAqua + селитра + хлорелла + мойна; в 3-ий: AAqua + селитра + мойна; в 4-ый: AAqua + аммофос; в 5-ый: селитра + хлорелла (таблица). Первоначальная величина рН на 2-ой день эксперимента во всех контейнерах составляли 4,0-5,0. После 20 дней при однократном первоначальном внесении всех

компонентов по окончании эксперимента измерили величины рН, аммиака и плотность клеток хлореллы в камере Горяева.

#### Результаты и обсуждение.

Остатки органического вещества при разложении корма хорошо утилизировались хлореллой. Параметры аммиака находились в пределах 0,1-0,3 мг/л, а показатели рН отличались в разных контейнерах (табл.1). Так, во 2-ой группе плотность клеток хлореллы (С) после 20 дней эксперимента была на порядок выше, чем в двух других группах - 2 050 тыс. кл/мл, где тоже использовалась хлорелла.

Таблица 1 - Физико-химические параметры в группах (измерение параметров провели в конце эксперимента)

Группы/Компоненты	рН	NH <sub>3</sub> , мг/л	C, тыс.кл/л	Примечание
1-ая: корм AAqua + селитра + хлорелла	8,0	0,3	210	Прозрачная среда, плотность хлореллы невысокая
2-ая: корм AAqua + селитра + хлорелла + моина*	7,5	0,1	2050	Прозрачная среда, только клетки хлореллы высокая
3-ая: AAqua + селитра + моина	7,0	0,1	-	Мутная среда, присутствие неразложившегося корма
4-ая: AAqua + аммофос	4,5	0,3	-	Мутная среда, присутствие неразложившегося корма
5-ая: селитра + хлорелла	5,0	0,3	175	Прозрачная, плотность хлореллы невысокая

\*Моина погибла во 2-ом и 3-ем контейнере на 3 сутки из-за низкого уровня рН среды

Известно, что мониторинг за потреблением концентрации хлореллы проводят, контролируя рН водной среды. Если величина водородного показателя в биореакторе накопительного типа, отклоняется от нейтральной, а точнее выше 7.5, это угнетает рост хлореллы и свидетельствует о накоплении углекислоты и недостатке биогенных элементов. Вероятно, фактор повышенной рН в 1-ом контейнере свидетельствует о том, что, не смотря на присутствие органики в виде корма и селитры, рост хлореллы лимитировался недостатком азота или избытком углекислоты, так как дополнительную аэрацию в эксперименте не использовали. Во 2-ом контейнере присутствовали такие же компоненты, как в 1-ом, но была добавлена культура мины (плотность 20 экз/л). Моину добавляли для того, чтобы ускорить утилизацию органического азота, так как этот вид зоопланктона обладает высокой фильтрационной способностью. Несмотря на то, что моина очень быстро погибла в этом

эксперименте, в другом опыте (неопубликованные данные), мы помещали Дафнию магна и инфузорию в контейнер с не планктонным штаммом хлореллы (без аэрации) и фильтрационная способность дафний, как и наличие ее органических остатков, разлагаемых инфузорией, безусловно, влияло на благоприятную жизнедеятельность хлореллы.

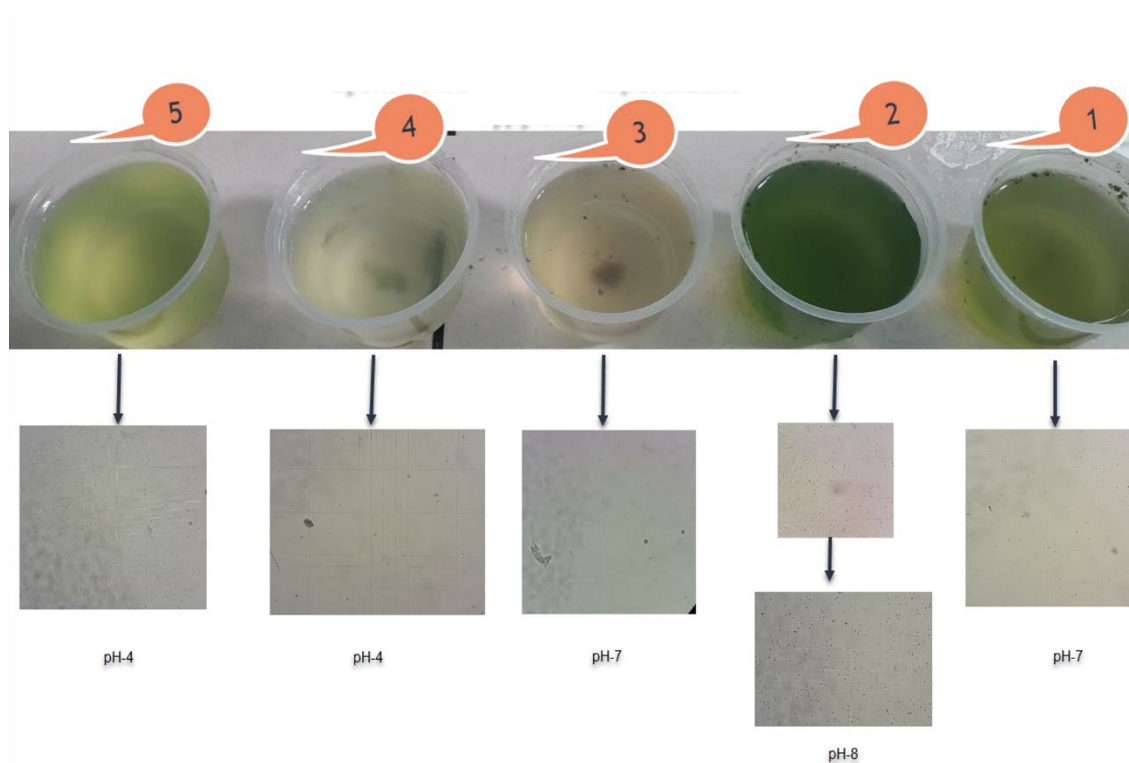


Рисунок - Состояние водной среды в контейнерах (прозрачность, pH) через 20 суток после начала эксперимента

Современная проблема аквакультуры состоит в том, что при полу интенсивном разведении рыбы из-за низкого содержания кислорода учащаются заморы рыб, а болезни очень быстро передаются и являются причиной быстрой гибели большого их количества. Кроме того, за счет цветения сине-зеленых водорослей и отсутствия доминирования зеленых водорослей ухудшается продуктивность экосистемы в целом. Так, например, при недостатке в пище живых компонентов увеличиваются кормовые коэффициенты.

Для улучшения экологического состояния экосистемы рыбоводного пруда необходимо соблюдать следующие условия:

- 1) Достаточное, но не избыточное содержание биогенных элементов;
- 2) Достаточная интенсивность солнечного света;
- 3) Доминирования зеленых (протококковых) водорослей.

Направленное управление альгоценозом дает эффективное и безопасное повышение естественной кормовой базы: происходит развитие живых кормов инфузорий, дафний, хирономид, стабилизируется содержание кислорода, и, как следствие, увеличивается

продукционные рыбоводные показатели. При внесении хлореллы продукционные возможности дафнии увеличиваются в несколько раз, что создает благоприятные кормовые условия для рыб.

Азотно-фосфорные удобрения неотъемлемое звено в интенсивном прудовом рыбоводстве. Рекомендуется при каждом очередном внесении удобрений, концентрацию по азоту доводить до 2 мг/л, а по фосфору до 0,5 мг/л [4].

Однако, для оптимизации жизнедеятельности хлореллы (при однократном внесении в рыбоводный пруд) необходимо поддерживать определенный биогенный баланс: соотношение азота и фосфора в водоеме. Так, опыты по внесению минеральных форм азота и фосфора в различных количественных сочетаниях в пруды, позволяют говорить о возможности достижения эффекта направленного регулирования типа цветения в природных условиях. Отношение вносимых в пруды азота и фосфора в среднем по сезону в контроле 4, а в опыте - 25 свидетельствуют о том, что при повышении отношения азота к фосфору биомасса протоккковых водорослей увеличивается, а биомасса цианобактерий снижается. Стимуляция сине-зеленых происходит при низком отношении азота за счет доминирования видов, не способных к азотфиксации (в фосфоре нуждаются азотфиксаторы; [9]). Так, например, в эвтрофных водоемах биогенное манипулирование состоит в том, что необходимое увеличение азота, достигается не за счет снижения фосфора, а за счет добавления соединений азота [7].

К недостаткам использования хлореллы в рыбоводстве следует отнести: высоко затратный процесс культивирования, чувствительность хлореллы к токсичным загрязнениям и, в общем, к параметрам среды культивирования: наличию углекислого газа, или избытку кислорода, недостаточности освещения, величине рН воды. Кроме того, хлореллу не рекомендуется использовать для кормления личинок рыб. Экспериментальная работа по кормлению суспензией хлореллы рыбок Данио рерия в условиях отсутствия аэрации и циркуляции воды (использование вредно для личинок), вызывала их 100% гибель, так как суспензии хлореллы существенно снижала гидрохимические показатели водной среды [2].

Тем не менее, преимущества использования хлореллы в рыбоводстве состоят в том, что добавление хлореллы в рыбоводные пруды снижает затраты на кормление (уменьшает кормовые коэффициенты; [5]), улучшает вкусовые качества рыбы, на ветеринарную программу и использование аэраторов. Обогащается видовое разнообразие гидробионтов и создается богатая кормовая база для рыбы. Рыбы и другие гидробионты, при разведении, выделяют в водоем углекислый газ, который используется хлореллой. Таким образом, использование хлореллы в аквакультуре обеспечивает более экологичный подход для решения задач безопасного питания.

### Список использованных источников:

1. И.А. Абдулагатов, А.Б. Ахасов, Г.Д. Догеев и др.. Микроводоросли и их технологическое применение в энергетике и защите окружающей среды // Юг России: Экология, развитие / Экология микроводорослей, 2018. Т.13, № 1, с. 166-183.
2. В. Баруллин, В.В. Лесневская, Ю.М. Салтанов Влияние различных кормовых суспензий на рост и развитие личинок Данио Рерио в эксперименте *in vivo* // Животноводство и ветеринарная медицина: науч.-практ. журн. – 2021. - №1(40). - С. 22-27
3. Э.М. Биндер Альтернативы продовольственных и кормовых продуктов // 1-ая международная конференция ФАО/ВОЗ/АС по безопасности пищевых продуктов, Аддис-Аббеба, 12-13 февраль 2019
4. Головкин, Г.В. Влияние трехкомпонентных удобрений на формирование кормовой базы при подращивании растительноядных рыб в прудах Ростовской области/ Г.В. Головкин// СБ. научн. трудов. Основные 120 проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов АзовоЧерноморского бассейна. - 2007. – С. 389-396
5. Кренке Г. Я. Использование живых кормов в товарном рыбоводстве // Обзор. инфор. ЦНИИТЭИРХ. Сер.: Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. М., 1981. Вып. 2. 54 с.
6. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. Массовое культивирование хлореллы и ее использование в животноводстве. Ташкент: Фан, 1968. 160 с.
7. Levich A.P., Bulgakov N.G. The role of nitrogen-phosphorus ratio in selecting for dominance of phytoplankton by cyanobacteria or green algae and its application to reservoir management // Russian J. of Aquatic Science. 1992 N2. P.149-159.
8. Olguín, E.J. 1986. Appropriate biotechnology systems in the arid environment. In H.W. Doelle, & C.G. Helén, eds. *Applied Microbiology*. Dordrecht, D. Reidel Publ. Com., Paris, UNESCO, *Trends in Sci. & Res.*, 2: 111–134.
9. Rijn, J.V. & Shilo, M. 1986. Nitrogen limitation in natural populations of cyanobacteria (*Spirulina* spp. and *Oscillatoria* spp.) and its effect on macromolecular synthesis. *Appl. Environ. Microbiol.*, 52: 340–344.
10. Scieszka S., Klewicka E. Algae in food-a general review // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2018. № 57 (5). P. 1–23.

УДК 631.587(575.1)

## КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫЕ ВОДЫ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН

*Чембарисов Э.И., доктор географических наук, профессор*

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

*Баллиев А.И., докторант (PhD)*

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

**Аннотация:** в данной статье приведены результаты анализа приближенного водно-солевого баланса орошаемой территории Республика Каракалпакстан за 2000-2021 гг., а также результаты распределения современной величины коллекторно-дренажного стока в пределах шестнадцати административных районов.

**Ключевые слова:** Республика Каракалпакстан, приближенный водно-солевой баланс, административные районы, объемы, минерализация и химический состав коллекторных вод.

**Введение:** Анализ развития мелиорации в Узбекистане показал, что в настоящее время во всех областях республики в орошаемой зоне существует и функционирует коллекторно-дренажная сеть, гидрологический и гидрохимический мониторинг её работы начался примерно в 1968-1970-тые годы. Такая же сеть существует в орошаемой зоне Республики Каракалпакстан, длина которой в настоящее время равна 20614,7 км, а основными магистральными коллекторами являются КС-1, КС-3, КС-4, ГЛК. В последние годы объем коллекторно-дренажных вод (к-д-в) орошаемой территории республики достиг 1,6-2,0 км<sup>3</sup> который меняется в зависимости от водности года в р. Амударье и запланированного количества поступления оросительных вод на поля (часто меньше лимита) [1-6].

**Методы исследований.** Был проведен сбор многолетних материалов Каракалпакской мелиоративной экспедиции (ККМЭ) и некоторых литературных источников и их анализ.

**Оценка приближенного водно-солевого баланса за многолетний период.** Согласно собранным и проанализированным данным наименьшие объемы коллекторно-дренажного стока (0,45-0,79 км<sup>3</sup>) наблюдались в 1968-1972 гг., при этом средняя расчетная минерализация изменялась от 2,48 до 4,27 г/л.

В период 1973-1976 гг. объемы коллекторно-дренажного стока возросли до 0,82-1,52 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации изменялась в пределах 1,96-4,2 г/л.

В 1986-1990 гг. объемы коллекторно-дренажного стока возросли до 1,9-2,6 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации изменялась в пределах 3,91-4,33 г/л.

В эти годы поступление солей с оросительной водой изменялось от 6942,49 до 9088,74 тыс.т , а вынос солей изменялся от 8971,80 до 10487,28 тыс.т, причем вынос солей превышал их поступление , т.е. солевой баланс был отрицательным.

Сведения о приближенном солевом балансе орошаемой территории Республики Каракалпакстан за 2000-2021 гг. приведены в табл.1

Таблица 1 - Приближенный водно-солевой баланс орошаемой зоны Республики Каракалпакстан за 2000-2021 гг. (*по данным мелиоративной экспедиции*)

ГОДЫ	Приходная часть		Поступление солей, тыс.т	Расходная часть		Вынос солей, тыс.т	Изменение количества солей, тыс.т
	суммар. водозабор на орошение, млн.м <sup>3</sup>	минерализация оросительной воды, в г/л		сток дренажно-сбросных вод, млн.м <sup>3</sup>	минерализация дренажно-сбросных вод, г/л		
		плотный остаток			плотный остаток		
2000	3594,7	1,265	4547,29	1572,2	4,312	6779,32	2232,03
2001	2173,1	1,399	3040,17	589,9	4,192	2472,86	567,31
2002	5812,12	1,013	5887,68	1201,5	3,122	3751,18	2136,6
2003	8029,89	1,097	8808,79	2249,5	3,045	6849,73	1959,06
2004	6841,61	1,05	7183,69	1980,9	3,665	7260	-76,31
2005	8152,93	0,979	7981,72	2404,3	3,195	7681,74	299,98
2006	7023,99	1,121	7873,89	2248,7	3,583	8057,09	-183,2
2007	6206,22	1,145	7106,12	1989,3	3,845	7648,86	-542,74
2008	2736,8	1,312	3590,68	1100,1	4,222	4644,62	-1053,94
2009	7195,49	1,092	7857,48	1348,5	3,479	4691,43	3166,04
2010	8350,4	0,912	7615,56	2833	3,376	9564,21	-1948,64
2011	4852,8	1,119	5430,28	1300,1	3,648	4742,76	687,52
2012	7459,5	0,974	7265,55	2294,2	3,05	6997,31	268,24
2013	6155,7	1,016	6254,191	1712,2	3,312	5670,806	583,385
2014	6115,8	1,015	6207,537	1630,7	3,564	5811,815	395,722
2015	6921,1	0,934	6464,307	2481,9	3,45	8562,555	-2098,25
2016	6466,72	1,01	6531,387	2196,6	3,76	8259,216	-1727,83
2017	7108,14	1,052	7179,221	2569,14	3,692	9659,966	-2480,75
2018	4249,8	1,121	4764,026	1483,59	4,023	5968,906	-1204,88
2019	6818,35	0,932	6351,293	2391,48	3,427	8194,919	-1843,63
2020	5299,49	1,113	5899,468	1691,35	4,015	6790,045	-890,577
2021	4457,03	1,15	5123,635	1168,16	3,975	4642,998	480,637

Сток коллекторно-дренажных вод за 2000-2021 гг. изменялся в пределах 2173,1 млн.м<sup>3</sup>(2001 г.)-8350,4 млн.м<sup>3</sup>(2010 г.), средняя величина минерализации коллекторно-дренажных вод колебалась от 3,04 (2003 г.) до 4,31 г/л (2000 г.) вынос солей коллекторно-дренажными водами составил от 2472,8(2001 г.) до 9659,9 тыс.т (2017 г.).

При этом положительный солевой баланс наблюдался в 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2021, а отрицательный в 2004, 2006, 2007, 2008, 2010, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 гг.

В последние годы стало наблюдаться некоторое рассоление орошаемой территории, о чем свидетельствует преобладание выноса легкорастворимых солей над их поступлением.

Несмотря на значительные объемы коллекторно-дренажных вод, они практически не используются в народном хозяйстве и отводятся лишь в пустынные понижения или в ближайшие озера.

**Характеристика коллекторно-дренажного стока в пределах административных районов.** Эти данные приведены в табл.2 и рис.1.

Таблица 2 - Распределение среднесуточных объемов воды ( $W$ , км<sup>3</sup>), минерализации ( $M$ , г/л) и химического состава коллекторно-дренажных вод по административным районам Республики Каракалпакстан за 2017-2021 гг.

*(по данным мелиоративной экспедиции).*

№пп	районы	Коллекторный сток, млн.м <sup>3</sup>	Минерализация, г/л	химический состав
1	Турткульский	0,183	3,50	ХС-КМН
2	Элликалинский	0,252	3,66	ХС-КМН
3	Берунийский	0,250	4,98	СХ-Н
4	Амударьинский	0,232	3,66	ХС-КМН
5	Тахиаташский	0,041	3,63	ХС-КМН
6	Тахтакупырский	0,083	2,82	ХС-НМК
7	Караузьякский	0,097	4,14	ХС-КМН
8	Бозатауский	0,045	4,33	ХС-КМН
9	Чимбайский	0,086	5,30	СХ-МН
10	Кегейлиский	0,082	4,47	ХС-НМК
11	Нукусский	0,099	3,13	ХС-КНМ
12	Ходжейлийский	0,140	3,94	ХС-НМК
13	Шуманайский	0,092	3,49	ХС-КНМ
14	Канлыкульский	0,059	3,61	ХС-КМН
15	Кунградский	0,111	3,21	ХС-МН
16	Муйнакский	0,023	3,67	ХС-КМН
	<b>По республике</b>	<b>1,872</b>	<b>4,26</b>	<b>ХС-КМН</b>



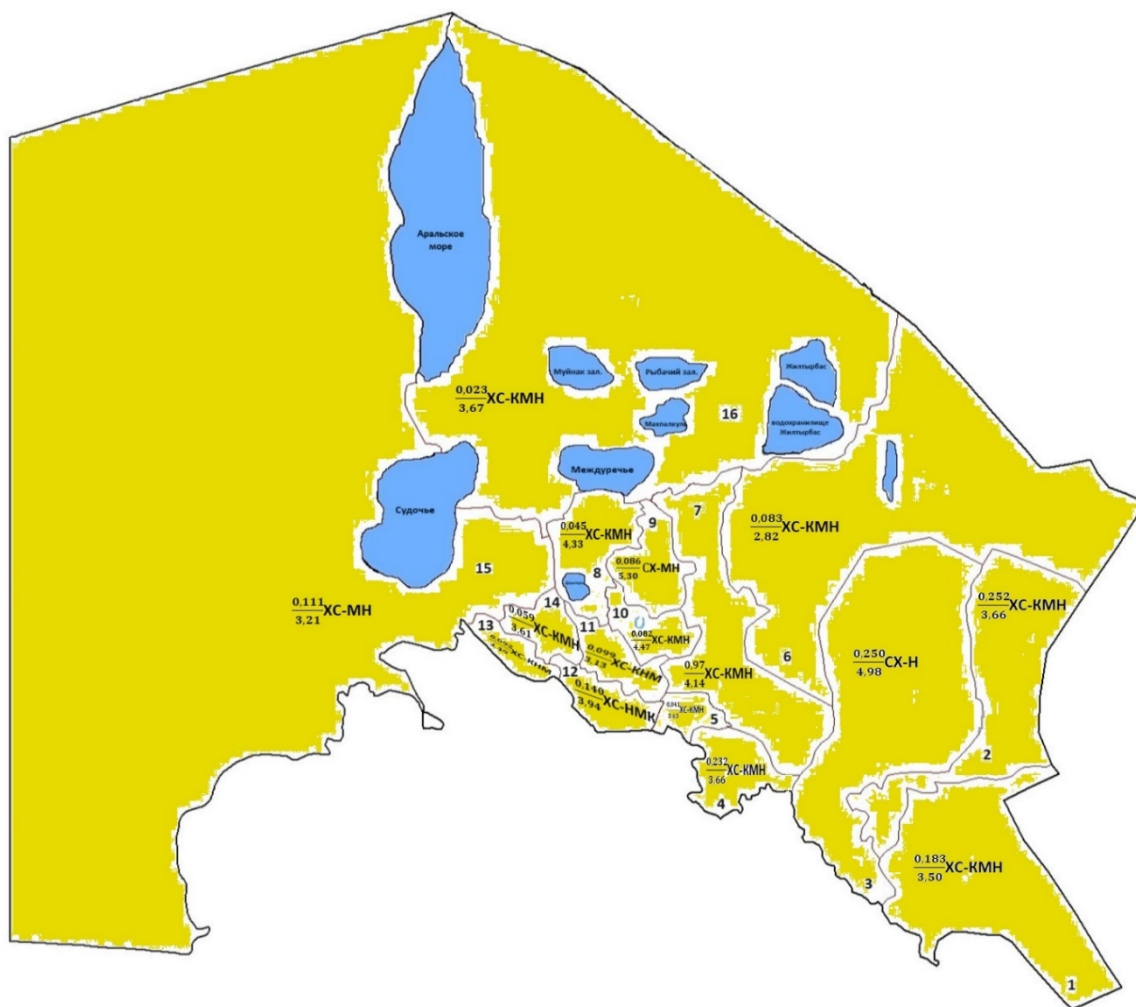


Рисунок 1 - Карта территориального распределения (объема (W к-д-в, км<sup>3</sup>), минерализации (M, г/л) и химического состава коллекторно-дренажных вод по административным районам Республики Каракалпакстан 30 2019-2023 гг. (1-Турткульский, 2-Элликалинский, 3-Берунийский, 4-Амударьинский, 5-Тахиаташский, 6-Тахтакупырский, 7-Караузьякский, 8-Бозатауский, 9-Чимбайский, 10-Кегейлиский, 11-Нукусский, 12-Ходжейлинский, 13-Шуманайский, 14-Канлыккульский, 15-Кунградский, 16-Муйнакский)

В пределах 16 административных районов величина объемов коллекторно-дренажного стока меняется от 0,023 км<sup>3</sup> (Муйнакский район) до 0,251 км<sup>3</sup> (Элликалинский район).

В целом по республике современный объем коллекторного стока равен 1,872 км<sup>3</sup>, а средняя величина минерализации равна 4,26 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН).

В Турткульском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 1,872 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-4,26 г/л, преобладающий химический состав-хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН).

В Элликалийском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,251 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-3,66 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН).

В Берунийском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,250 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-4,4,98 г/л, преобладающий химический состав - сульфатно-хлоридно-натриевый (СХ-Н).

В Амударьинском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,234 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-3,66 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН).

В Тахиаташском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,040 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-3,63 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН).

В Тахтакупирском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,082 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-2,82 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-натриевый- магниевый-кальциево- - (ХС-НМК).

В Караузьякском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,096 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-4,14 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН).

В Бузатауском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,045 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-4,33 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН).

В Чимбайском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,085 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-5,30 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-магниевый-натриевый (ХС-МН).

В Кегейлиском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,082 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-4,47 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-натриевый-магниевый-кальциево- - (ХС-НМК).

В Нукусском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,099 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-3,13 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-кальциево- натриево-магниевый- (ХС-КНМ).

В Ходжелийском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,139 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-3,94 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-натриевый-магниевый-кальциевый- (ХС-НМК).

В Шуманиском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,092 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-3,49 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН).

В Канлыккульском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,059 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-3,61 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН).

В Кунградском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,111 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-3,21 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-магниевый-натриевый (ХС-МН).

В Муйнакском районе объем коллекторно-дренажного стока равен 0,023 км<sup>3</sup>, средняя величина минерализации-3,67 г/л, преобладающий химический состав - хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН).

#### **Выводы:**

- В целом по республике современный объем коллекторного стока равен 1,872 км<sup>3</sup>, а средняя величина минерализации равна 4,26 г/л, преобладающий химический состав-хлоридно-сульфатный-кальциево-магниевый-натриевый (ХС-КМН). Несмотря на значительные объемы коллекторно-дренажных вод, они практически не используются в народном хозяйстве и отводятся лишь в пустынные понижения или в ближайшие озера;

- наиболее предпочтительно по величине минерализации использовать коллекторный сток в Тахтакупырском, Нукусском и Кунградском районах, в других районах его необходимо при использовании смешивать с речной водой.

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

1. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т., Баллиев А.И., Реймова Г.Б. Оценка влияния ирригационного качества коллекторных водорошаемой зоны Республики Каракалпакстан как показатель миграции легкорастворимых солей//МАТЕРИАЛЫ X Международной научно-практической конференции «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ: ВЫЗОВЫ XXI века» Казахстан 2022. -. с 6-8;
2. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан. – Нукус: «Билим», 2008. – 57 с.;
3. Чембарисов Э.И., Баллиев А.И. Минерализация и химический состав магистральных коллекторов орошаемой зоны Республики Каракалпакстан// Международная научно-практическая конференция развитие Наука, образования и технологий современных условиях: ЦПНП М.: 29 декабрь 2022., С.147-151.;

4. Чембарисов Э.И., Баллиев А.И Проблемы гидроэкологии водных объектов республики Каракалпакстан и их изученность// Международная научно-практическая Конференции Тенденции И проблемы развития Современной науки: Петрозаводск.: 15 мая 2023., С.438-446;
5. Чембарисов Э.И., Баллиев А.И К Изучению качества воды в водотоках и водоемах Каракалпакстана в условиях изменения климата // Архитектура многополярного мира в ххi веке: Экология, экономика, геополитика, культура и образование Сборник материалов VIII международной научно-практической конференции Біробіджан, 28 апреля 2023., С.110-117;
6. Чембарисов Э.И., Баллиев А.И К Изучению качества воды в водотоках и водоемах Каракалпакстана в условиях изменения климата. // Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции «Архитектура многополярного мира в ХХI века: экология, экономика, геополитика, культура и образование. Биробиджан, 2023.- С.110-117;
7. Чембарисов Э.И., Баллиев А.И Современные типы гидрохимического режима коллекторных вод республики Каракалпакстан// Международная научно-практическая конференции «Педагогика образование, наука и технологии: проблемы и решения» ЦПНП М.: 31 декабрь 2023., С.226-230.

## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАСОСОВ С ТРАНСМИССИОННЫМ ВАЛОМ ПО СРАВНЕНИЮ С ДРУГИМИ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ НАСОСАМИ

*Муравьев А.В., научный сотрудник ФГБНУ ВНИИ «Радуга», awm1@mail.ru*

*Лебедев Д.А., младший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИ «Радуга», аспирант ФГБОУ  
ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, denislebedev992@gmail.com*

**Аннотация:** В случаях, когда применение традиционных типов центробежных насосов в закрытых оросительных системах оказывается проблематичным или малоэффективным, использование вертикальных насосов с трансмиссионным валом (далее – ВНТВ) может быть безальтернативным и обоснованным выбором. В статье приводится краткая информация об особенностях и назначении ВНТВ, рассмотрены ключевые преимущества и недостатки таких насосов в сравнении с другими центробежными насосами, используемыми при промышленном поливе сельскохозяйственных культур.

**Ключевые слова:** вертикальный центробежный насос с трансмиссионным валом, закрытая оросительная система, конструктивные особенности, эксплуатационная надежность, расходно-напорные характеристики, поверхностный и скважинный водозабор, промышленный полив сельскохозяйственных культур.

**Введение.** В Советском Союзе практика использования воды из подземных источников для целей промышленного и сельскохозяйственного орошения не нашла широкого применения по ряду причин. Среди ключевых факторов можно выделить следующие: сложности производства и устаревшая конструкция насосов типа ВНТВ скважинного применения; трудности и долгий процесс оформления разрешительной документации на право использования подземных вод для водопользования; наличие значительных объемов поверхностных водоемов в СССР; отсутствие адекватной поддержки мелких сельхозкооперативов; предпочтение, отдаваемое в Советском Союзе созданию крупных централизованных систем орошения; трудности ремонта и технического обслуживания насосов типа ВНТВ.

В мировой практике, напротив, использование воды из подземных источников для орошения становится заметным трендом в развитии орошаемого земледелия. Примером тому может служить ситуация в Соединенных Штатах Америки, где приблизительно 37% общего

объема воды, используемой для орошения сельскохозяйственных угодий, поступает из подземных источников.

Учитывая последние геополитические вызовы, стоящие перед нашей страной, развитие сельскохозяйственного орошаемого земледелия, являющегося одним из значимых факторов успешного выполнения Доктрины продовольственной безопасности РФ, принятой в 2010 году, приобретает особо значимый смысл. И большой резерв по увеличению площади орошаемых земель, в частности, кроется как раз в малоиспользуемых сегодня подземных источниках воды, где применение насосов ВНТВ в качестве основного типа насосов для насосных станций подземного водозабора может быть экономически и функционально оправдано.



На рис. 1 укрупненно показано устройство насоса типа ВНТВ. Фланцевая колонна с трансмиссионным валом может состоять от 1 до нескольких десятков секций общей длиной до нескольких сотен метров в водоснабжении и орошении, как правило эта длина составляет не более 150м. В России сегодня насосы этого типа производятся на нескольких заводах. В частности, на Ясногорском Насосном Заводе (г. Ясногорск, Тульская область) выпускаются насосы этого типа серии АТН10 и АТН14.

Рисунок 1 - Устройство насоса типа ВНТВ

В настоящее время ФГБНУ ВНИИ «Радуга» выполняет НИОКР с целью обобщения отечественного и зарубежного опыта по проектированию и эксплуатации данных насосов. Целью данной НИОКР является разработка эскизного проекта на изготовление экспериментального образца трех-агрегатной насосной станции с электроприводом на базе насосов типа ВНТВ для закрытых оросительных систем.

В рамках этой НИОКР, обобщив отечественный и зарубежный опыт изготовления и эксплуатации насосов типа ВНТВ, были сформулированы ключевые преимущества и недостатки насосов типа ВНТВ, которые необходимо учитывать при проектировании оросительных насосных станций.

## **Преимущества и недостатки насосов ВНТВ по сравнению с другими типами центробежных насосов**

### Преимущества насосов ВНТВ:

- Занимают мало места на площадке;
- Не требуют предварительной заливки водой, поскольку рабочее колесо первой ступени находится ниже уровня воды, всегда имеет подпор;
- Легко адаптируются к условиям применения (при необходимости, можно дополнительно установить секцию/чашу насоса или убрать лишнюю);
- Обладают высокой гидравлической эффективностью, их максимальный КПД обычно находится в пределах 70-80%;
- Обладают высокой энергоэффективностью, благодаря возможности работы с двигателями меньшего размера;
- Идеально подходят для условий применения с высоким напором, малой и средней подачей;
- Имеют минимальные потери напора на утечку;
- Обеспечивают стабильную производительность;
- Имеют большой ресурс;
- Отличаются высокой надежностью;
- Приподнятый вертикальный электродвигатель над поверхностью земли обеспечивает лучшую защиту от наводнений и паводков.

### Недостатки насосов ВНТВ:

- Для их установки требуется большой запас высоты на месте монтажа (при подъеме и опускании в скважину или колодец);
- Нелегко сбалансировать гидравлическую нагрузку на опорном оголовке, особенно при большой длине напорных фланцевых колонн (от 10 до 150 м) и высоком напоре;
- Первоначальная стоимость приобретения и установки насоса относительно высока.

В таблице 1 приведены обобщенные сведения о преимуществах и недостатках различных типов центробежных насосов, которые необходимо учитывать при выборе того или иного их типа при проектировании насосных станций.

Таблица 1 - Преимущества и недостатки насосов для орошения

Тип насоса	Преимущества	Недостатки
Горизонтальный центробежный насос	1. Высокая эффективность в различных условиях эксплуатации	1. Высота всасывания ограничена и должна находиться в пределах 20 вертикальных футов (6м) от поверхности воды
	2. Простота установки	2. Требуется предварительное заполнение водой
	3. Простые, экономичные и адаптируемые ко многим ситуациям	3. Потеря всасывания может привести к повреждению насоса
	4. Могут использоваться электрические, с двигателями внутреннего сгорания или с использованием тракторной мощности	4. Если общий требуемый напор намного ниже расчетного значения, двигатель может перегреваться
	5. Не перегружаются при повышенном общем требуемом напоре	
Вертикальный насос с трансмиссионным валом (ВНТВ)	1. Адаптированы для использования в колодцах, скважинах, приемках	1. Сложны в установке, проверке и ремонте
	2. Обеспечивают высокий требуемый напор при высокой эффективности	2. Более высокая начальная стоимость, чем у центробежного насоса
	3. Можно использовать электрическую энергию или энергию двигателей внутреннего сгорания	3. Для поддержания высокой эффективности рабочие колеса необходимо периодически регулировать
	4. Предварительное заполнение водой не требуется	4. Ремонт и техническое обслуживание обходятся дороже, чем для других типов центробежных насосов
	5. Могут использоваться там, где уровень воды в водоисточнике сильно колеблется	
	6. Менее восприимчивы к воздействию молний	
Погружной скважинный насос	1. Могут использоваться в глубоких и узких колодцах, скважинах	1. Более дорогие при больших размерах, чем насосы типа ВНТВ
	2. Предварительное заполнение водой не требуется	2. Для привода допускается использование только электроэнергии
	3. Могут использоваться в кривых колодцах	3. Более восприимчивы к воздействию молний
	4. Простота установки	4. Требуется постоянная циркуляция воды вокруг электродвигателя, иначе он выйдет из строя из-за перегрева обмоток
	5. Меньшие диаметры насосов обходятся дешевле, в сравнении с насосами ВНТВ сопоставимого размера	
Пропеллерный (осевой) или диагональный насос	1. Простая конструкция	1. Не подходят для всасывающего подъема
	2. Могут перекачивать немного песка	2. Нельзя откручивать клапан, чтобы уменьшить расход
	3. Предварительное заполнение водой не требуется	3. Глубина погружения насосной части в водозабор очень важна и критична
	4. Эффективны при перекачке очень больших объемов воды при низком общем требуемом напоре	4. Ограничиваются низким (менее 23 м) напором
	5. Могут использоваться электрические насосы, с двигателем внутреннего сгорания и с использованием ВОМ-трактора	



Также в дополнение к данным Таблицы 1, ниже более подробно отдельно выделены преимущества и недостатки насосов типа ВНТВ, которые необходимо учитывать при проектировании насосных станций мелиоративного назначения, и в частности, для закрытых оросительных систем.

Следует также отметить, что насосы типа ВНТВ часто используются в мировой практике для целей промышленного орошения в тех случаях, когда:

- Есть только подземные водоисточники со скважинным водозабором;
- Уровень воды в поверхностных водоисточниках расположен ниже практических пределов применения горизонтальных центробежных насосов.

Что касается первого случая, когда в качестве водоисточника для орошения могут быть использованы только подземные воды, то большинство проектных организаций в нашей стране сразу выбирают для этих целей хорошо известные погружные скважинные насосы. Однако, как было показано ранее в таблице 1, это решение не всегда может быть оптимальным, а может и вообще нецелесообразным.

Во втором случае, когда стандартный и дешевый вариант горизонтального консольного насоса или других центробежных непогружных насосов (насосов типа Д, ЦНС) не проходит по критерию допустимого кавитационного запаса NPSH (например, высота всасывания для насосов при поверхностном водозаборе превышает 6-6,5м), приходится использовать также один из трех вариантов:

- Заглублять горизонтальный насос наземной установки;
- Использовать погружной центробежный насос (типа СМ);
- Использовать погружной скважинный насос (типа ЭЦВ).

Во всех этих случаях есть свои минусы по сравнению с насосами типа ВНТВ, и они заключаются в следующем:

- Заглубление горизонтального насоса для приведения высоты его всасывания к допустимым значениям NPSH для конкретного типа и типоразмера насоса может быть связано с дополнительными затратами на обеспечение мер незатопления площадки расположения насоса типа ВНТВ (или насосной станции на его основе) с электродвигателем и ее дополнительной гидроизоляции;

- Насосы типа СМ не обладают высоким КПД и не считаются наилучшим вариантом для их использования в оросительных системах по причине их низкой энергоэффективности и малого ресурса;

- Использование скважинного насоса типа ЭЦВ для его использования в водозаборной камере поверхностного водоисточника (в отличие от обсадной трубы) может

быть чревато недостаточным уровнем циркуляции воды вокруг погружного электродвигателя скважинного насоса и, соответственно, систематическим перегревом обмоток его электродвигателя.

### **Заключение**

Обобщая информацию, представленную выше, можно кратко резюмировать, что насосы типа ВНТВ представляют собой эффективное решение для специфических условий эксплуатации, требующих среднего или высокого напора, малой и средней производительности, при условии нецелесообразности применения других типов центробежных насосов для данных условий применения. Однако их применение связано с определенными ограничениями, в частности, с повышенными монтажными требованиями, а также с высокими первоначальными инвестициями по сравнению с другими типами центробежных насосов, используемыми для оросительных систем.

### **Список использованных источников:**

1. Отчёт о НИР по теме 2.2.2 "Разработка типовых рядов модульных насосных установок (МНУ) для систем орошения с-х культур". Коломна: ФГБНУ ВНИИ "Радуга", 2015-2016.
2. Чебаевский В.Ф., Вишневский К.П., Накладов Н.Н., Кондратьев В.В. Насосы и насосные станции. – М.: Агропромиздат, 1989.
3. Чебаевский В.Ф., Вишневский К.П., Накладов Н.Н. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок: Учебное пособие. М.: Колос, 2000.- 376 с.
4. Вишневский К.П., Подласов А.В. Проектирование насосных станций закрытых оросительных систем: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990.
5. Дубенок Н.Н., Шумакова К.Б. Гидротехнические сельскохозяйственные мелиорации. Учеб. пособие. 2016.- 336 с.
6. Бегляров Д.С., Али М.С. Насосы и насосные установки. Учебное пособие. М.: МГУП, 2005. - 192 с.
7. Ольгаренко Г.В., Давшан С.М. Савушкин С.С., Бальбеков Р.А.// Насосные станции для орошения. Справочное пособие. – Коломна, 2007. - 304 с.
8. Рожков А. Н., Али М. С.//Экономическая эффективность применения насосных установок с регулируемым электроприводом при малых подачах воды. // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника». М.: ООО «Издательство ВСТ», 2015. № 5. С. 69-74.
9. Каталог насосов, применяемых в мелиорации. М.: Росоргтехводстрой МВХ РСФСР, 1988. 229 с.

10. Карелин В. Я., Минаев А. В. //Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1986. - 320 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ОБЩЕГО КОЛИЧЕСТВА ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ  
И ПРОВОДИМОСТИ В СМЕШАННЫХ СОЛЕННЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ  
РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ В СОСТАВЕ ГРУНТОВЫХ ВОД**

*Джаббарлы Б.Р., докторант Азербайджанский Технический Университет*

*Ахмедова Р.А., инженер НИИ Аэрокосмической информатики,*

*г. Баку, Азербайджанская Республика*

**Аннотация:** Рассмотрен вопрос об загрязнении грунтовых вод: (а) из-за промышленных сточных вод; (б) из-за береговых загрязненных вод.

Предложены интегральные показатели загрязнения грунтовых вод соответственно для вышеуказанных двух случаев. Проводимость сточных и береговых вод (ЕС) зависит от концентрации растворенных в них ионов, способных переносить электрический заряд (TDS). Определены эквивалентные вариационные задачи, позволяющие выбрать оптимальный вид функции  $EC(TDS)$ . Решения этих задач позволили определить виды функции  $EC(TDS)$  при которых суммарное загрязнение достигает максимума и минимума соответственно.

**Ключевые слова:** проводимость, загрязнение вод, грунтовые воды, оптимизация, корреляция

**Введение.** Широко используемых показателей качества береговых и промышленных сточных вод являются общее количество взвешенных частиц (TDS) и электрическая проводимость. Эти показатели широко используются при оценке степени вовлечения морской воды в грунтовые воды [1-4]. Как показывают результаты многочисленных экспериментальных исследований, эти показатели хорошо коррелированы [5-7]. Проводимость сточных и береговых вод зависит от концентрации растворенных в них ионов, способных переносить электрический заряд [6-8]. Измерение проводимости воды осуществляется довольно просто, в то время как определение количества взвешенных твердых частиц требует проведения относительно сложных технологических измерений. Важность таких измерений объясняется необходимостью определения доли морских береговых вод в грунтовой воде [9-11]. Вместе с тем, между TDS и проводимостью вод (ЕС) имеется достаточно сильная корреляция в виде

$$TDS \left( \frac{\text{мг}}{\text{л}} \right) = k \cdot EC \left( \frac{\text{мС}}{\text{см}} \right) \quad (1)$$

Вместе с тем, указанная корреляция не всегда имеет линейный характер, что зависит от активности растворенных в воде ионов [9-13].

Внастоящее время в технической литературе приведены различные математические соотношения TDS и EC применительно с соленым и промышленным сточным водам, свободно проникающий в грунтовые воды. Так, например, согласно [14], между TDS и EC соленых вод существует достаточно сильная логарифмическая корреляция в виде

$$TDS = a_1 \ln EC - a_2 \quad (2)$$

где  $a_1 = 54879$ ;  $a_2 = 558626$ .

Что касается сточных водразличных производств, то здесь соответствующая корреляция имеет несколько иной характер и определяется выражением [15]

$$\frac{TDS}{EC} = D_1 - \frac{D_2}{EC} \quad (3)$$

Соответствующие кривые выражения (3) для грязных и очищенных сточных вод различных производств прведены соответственно на рис. 1 а,б.

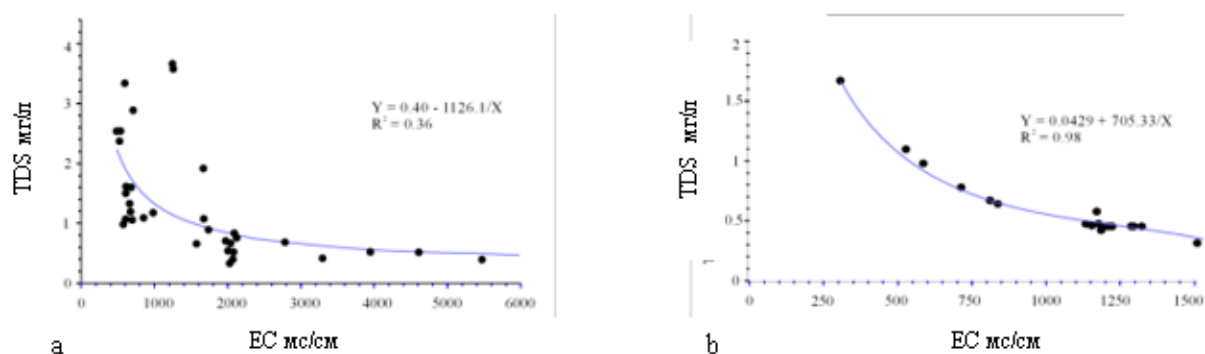


Рисунок 1 а, б - Корреляционные характеристики между показателями TDS и EC для сточных вод сыро-молочного производства (а) и для очищенной сточной воды (б)

Как было отмечено выше, грунтовые воды содержит смесь различных сточных вод производств, а также береговых морских вод. Следовательно, можно ставить следующие задачи исследования:

Определить оптимальную характеристику  $EC = f(TDS)$  для грунтовой водной смеси, содержащей сточные воды с показателем  $TDS_i$ ;  $i = 1, n$ , где множество  $T = \{TDS_i\}$ ; является упорядоченным, т.е.

$$TDS_i = TDS_{i-1} + \Delta TDS; \Delta TDS = const, \text{ где } TDS_0 = 0 \quad (4)$$

при которой некоторые комплексные предлагаемые показатели  $TDS$  достигают экстремального значения.

### Материалы и методы

Рассмотрим случай загрязнения грунтовых вод солеными береговыми водами. Выражение (2) представим в следующем виде

$$TDS^2 = TDS \cdot a_1 \ln EC - TDS \cdot a_2 \quad (5)$$

Введем на рассмотрение функцию

$$EC = EC(TDS) \quad (6)$$

С учетом выражений (5) и (6) напишем

$$TDS^2 - TDS \cdot a_2 = TDS \cdot a_1 \ln EC(TDS) \quad (7)$$

С учетом выражения (7) сформируем комплексный показатель загрязнения грунтовых вод береговыми водами в виде

$$\gamma_1 = \int_0^{TDS_{max}} [TDS^2 - TDS \cdot a_2] dTDS \quad (8)$$

С учетом выражений (7) и (8) формулируется задача нахождения такой оптимальной функции  $EC(TDS)$ , при которой показатель  $\gamma_1$  достиг бы экстремума. Следовательно, будем искать экстремум следующего функционала

$$F_1 = \int_0^{TDS_{max}} TDS a_1 \ln EC(TDS) dTDS \quad (9)$$

Для решения оптимизационной задачи (9) воспользуемся следующим ограничительным условием

$$F_2 = \int_0^{TDS_{max}} EC(TDS) dTDS = C; C = const \quad (10)$$

С учетом выражений (9) и (10) составим целевой функционал безусловной вариационной оптимизации  $F_{12}$  в виде

$$F_{12} = \int_0^{TDS_{max}} TDS a_1 \ln EC(TDS) dTDS + \lambda_1 \left[ \int_0^{TDS_{max}} EC(TDS) dTDS - C \right] \quad (11)$$

где  $\lambda$ -множитель Лагранжа.

Решение оптимизационной задачи (11) согласно [15] должно удовлетворить условию

$$\frac{d\{TDS a_1 \ln EC(TDS) + \lambda_1 EC(TDS)\}}{dEC(TDS)} = 0 \quad (12)$$

Из условия (12) получим

$$\frac{a_1 TDS}{EC(TDS)} + \lambda_1 = 0 \quad (13)$$

Из выражения (13) имеем

$$EC(TDS) = -\frac{a_1 TDS}{\lambda_1} \quad (14)$$

С учетом выражений (10) и (14) находим

$$F_2 = \int_0^{TDS_{max}} -\frac{a_1 TDS}{\lambda_1} dTDS = C \quad (15)$$

Из выражения (15) находим

$$\lambda_1 = -\frac{a_1}{2C} TDS_{max}^2 \quad (16)$$

С учетом выражений (14) и (16) имеем

$$EC(TDS)_{opt} = \frac{a_1 TDS_{max}^2 C}{a_1 TDS_{max}^2} = \frac{2C \cdot TDS}{TDS_{max}^2} \quad (17)$$

Таким образом, при решении (17) целевой функционал  $F_{12}$  достигает максимума, т. к. производная (13) по  $EC(TDS)$  оказывается всегда отрицательной величиной.

Отметим, что предложенный показатель  $\gamma_1$  также достигает максимума от значения  $TDS$ . Исследуя  $\gamma_1$  на максимум получим

$$TDS_{opt} = \frac{a_1}{2} \quad (18)$$

Следовательно, с учетом (8) и (18) имеем

$$\gamma_{1max} = \int_0^{TDS_{max}} \left( \frac{a_1^2}{4} - \frac{a_1 a_2}{2} \right) dTDS = \frac{a_1^2}{4} TDS_{max}^2 - \frac{a_1 a_2}{2} TDS_{max} \quad (19)$$

С учетом (9) и (17) получим

$$F_{1max} = \int_0^{TDS_{max}} TDS a_1 \ln \frac{2C \cdot TDS}{TDS_{max}^2} dTDS \quad (20)$$

Таким образом, предложенный показатель загрязненности грунтовых вод от береговых загрязненных вод имеет прямой максимум от  $TDS$  и косвенный от функции  $EC(TDS)$ .

Введем на рассмотрение второй характерный показатель загрязнения грунтовых вод из-за втекания в них различных производственных сточных вод, характеризуемых уравнением типа (3). С учетом ранее введенной функции (6), введем на рассмотрение второй специфический показатель загрязнения грунтовых вод из-за загрязнения различными сточными водами промышленных производств.

С учетом условий выражения (4), на базе выражения (14) сформируем следующий показатель

$$\gamma_2 = \int_0^{TDS_{max}} \frac{TDS^2}{EC(TDS)} dTDS \quad (21)$$

а также функционал

$$F_{21} = \int_0^{TDS_{max}} \left( D_1 + \frac{D_2}{EC(TDS)} \right) TDS dTDS \quad (22)$$

где согласно (3), (21), (22) имеем

$$\gamma_2 = F_{21}$$

Так как  $\gamma_2$  не имеет экстремум от  $TDS$ , то будем исследовать экстремум  $F_{21}$  по методу безусловной вариационной оптимизации. С учетом выражений (10) и (22) напишем:

$$F_{22} = \int_0^{TDS_{max}} \left( D_1 + \frac{D_2}{EC(TDS)} \right) TDS dTDS + \lambda_2 \left[ \int_0^{TDS_{max}} EC(TDS) dTDS - C \right] \quad (23)$$

Исследуем функционал  $F_{22}$  на экстремум. Аналогично (12) запишем

$$\frac{d\left\{ \left[ D_1 + \frac{D_2}{EC(TDS)} \right] TDS + \lambda_2 EC(TDS) \right\}}{d(TDS)} = 0 \quad (24)$$

Из условия (24) получаем

$$-\frac{D_2}{EC(TDS)^2} + \lambda_2 = 0 \quad (25)$$

Из выражения (25) находим

$$EC(TDS) = \sqrt{\frac{D_2 TDS}{\lambda_2}} \quad (26)$$

С учетом выражений (10) и (26) получим

$$\int_0^{TDS_{max}} \sqrt{\frac{D_2 TDS}{\lambda_2}} dTDS = C \quad (27)$$

Из выражения (27) получим

$$\frac{2\sqrt{D_2}}{3\sqrt{\lambda_2}} TDS^{\frac{3}{2}} = C \quad (28)$$

Из выражения (28) имеем

$$\lambda_2 = \frac{4D_2 TDS^3}{9C^2} \quad (29)$$

С учетом выражений (26) и (29) получим

$$EC(TDS) = \sqrt{\frac{TDS \cdot 9C^2}{4TDS^3}} = \frac{3C}{2TDS} \quad (30)$$

При решении (30) функционал  $F_{22}$  достиг бы минимума т. к. производная (15) по  $EC(TDS)$  оказывается всегда положительной величиной.

### Заключение

Рассмотрен вопрос об загрязнении грунтовых вод: (а) из-за промышленных сточных вод; (б) из-за береговых загрязненных вод.

Предложены интегральные показатели загрязнения грунтовых вод соответственно для вышеуказанных двух случаев. Определённые эквивалентные вариационные задачи позволяющие выбрать оптимальный вид функции  $EC(TDS)$ . Решения этих задач позволили определить вид функции  $EC(TDS)$  при которых суммарное загрязнение достигает максимума и минимума соответственно.

### Список использованных источников:

1. Moujabber M E, Samra B B., Darwish T and Atallah T. 2006. Comparison of different indicators for groundwater contamination by seawater intrusion on the Lebanese coast// Water Resour. Manag. 20 161-180.
2. Stigter T Y, Ribeiro L and Carvalho D. 2006. Application of a groundwater quality index as an assessment and communication tool in agro-environmental policies - Two Portuguese case studies// J. Hydrol 327 578-891.
3. Nonner J C. Introduction to Hydrogeology (London: CRC Press, Taylor and Francis Group)
4. Han D, Kohfahl C, Song X, Xiao G and Yang J. 2011. Geochemical and isotopic evidence for palaeo-seawater intrusion into the south coast aquifer of Laizhou Bay, China// Appl. Geochemistry. 26 863-883



5. Patil P N, Sawant D. V and Deshmukh R. N. 2012. Physico-chemical parameters for testing of water – a review// *Int. J. Environ. Sci.* 3 1194-1207.
6. Marandi A, Polikarpus M and Jöeleht A. 2013. A new approach for describing the relationship between electrical conductivity and major anion concentration in natural waters// *Appl. Geochemistry.* 38 103-109.
7. Daniels W L, Zipper C E, Orndorff Z W, Skousen J, Barton C D, McDonald L M and Beck M A. 2016. Predicting total dissolved solids release from central Appalachian coal mine spoils// *Environ. Pollut.* 216 371-379.
8. Kumar S K, Logeshkumaran A, Magesh N S, Godson P S and Chandrasekar N. 2015. Hydrogeochemistry and application of water quality index (WQI) for groundwater quality assessment, Anna Nagar, part of Chennai City, Tamil Nadu, India// *Appl. Water Sci.* 335-343.
9. Hem D. 1985. USGS Water Supply Paper (Washington DC: US Govt Printing Office) Study and Interpretation the Chemical of Natural of Characteristics Natural Water// 2254 66-69.
10. Rice A, Baird E.W and Eaton R.B. 2017. APHA 2017 Standard Methods for Examination of Water and Wastewater// (Washington: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation ISBN)
11. Khaki M, Yusoff I and Ismalami N. 2015. Application of the artificial neural network and neuro- fuzzy system for assessment of groundwater quality// *Clean - Soil, Air, Water.* 551-560.
12. Hayashi M. 2004. Temperature-electrical conductivity relation of water for environmental monitoring and geophysical data inversion// *Environ. Monit. Assess.* 119-128.
13. Siosemarde M, Kave F, Pazira E, Sedghi H and Ghaderi S.J. 2010. Determine of constant coefficients to relate total dissolved solids to electrical conductivity// *Int. J. Environ. Chem. Ecol. Geol. Geophys. Eng.* 4 457-459.
14. Ali N S, Mo K and Kim M. 2012. A case study on the relationship between conductivity and dissolved solids to evaluate the potential for reuse of reclaimed industrial wastewater KSCE// *J. Civ. Eng.* 708-713.
15. Thirumalini S and Joseph K. 2009. Correlation between electrical conductivity and total dissolved solids in natural waters// *Malaysian J. Sci.* 56-61.
16. Correlation between conductivity and total dissolved solid in various type of water: a review// *IOP Conference series: Earth and environmental science.* 118.
17. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление// *М. Наука.* 1974. Стр. 432.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА  
ЗЕМЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ПОЛИВЕ ШДМ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ**

*Мищенко Н. А., кандидат технических наук, зав. научно-исследовательским отделом;*

*Козлова Л. К., старший научный сотрудник*

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

*(ФГБНУ ВНИИ «Радуга»)*

*Тел. (496) 617-04-74 E-mail: [prraduga@yandex.ru](mailto:prraduga@yandex.ru)*

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы конструкций системы стационарного орошения неполитых углов при работе круговых дождевальных машин. Предложена система управления автоматизированной системой полива с применением дальнеструйных дождевальных аппаратов ФГБНУ ВНИИ «Радуга» которая позволяет на основе установленного режима орошения, выбранных параметров водопроводящего трубопровода и схем расстановок дождевателей, производить полив в автоматическом режиме.

**Ключевые слова:** повышение коэффициента земельного использования, стационарная система орошения, дальнеструйные дождевальные аппараты, гидроимпульсное управление.

Одним из приоритетных направлений является создание стационарной автоматизированной оросительной системы на угловых участках с установкой дождевальных аппаратов не политыми при орошении дождевальными машинами кругового действия.

Главным является вопрос автоматизации водораспределения стационарных дождевальных систем: для этого необходимо автоматизировать водозабор, подачу и распределение воды по напорным трубопроводам и струйным дождевальным аппаратам.

Передача сигналов управления осуществляется через напорную сеть трубопроводов. Оптимальными по приведенным капитальным вложениям считаются стационарные дождевальные системы с радиусом действия дождевальных аппаратов от 50 до 80 м [3].

Автоматизация стационарных дождевальных систем открывает большие возможности повышения производительности труда и снижения эксплуатационных затрат, улучшения мелиоративного состояния почв орошаемого массива, обеспечения растений влагой в оптимальных пределах. С целью уменьшения дополнительных затрат на автоматизацию работы стационарных оросительных систем необходимо применение более дешевых и

надежных в работе элементов автоматики, рациональное расположение водопроводящей сети, дождевальных устройств и насосно-силового оборудования.

Для автоматического включения в работу дождевальных аппаратов и выключения по заранее установленной программе в соответствии с требованиями режима и графика полива используются гидроавтоматические затворы. Управление гидроавтоматическими затворами осуществляется с помощью гидроимпульсов – подаваемых по трубкам малого диаметра. Гидроимпульсы создаются при помощи программатора, устанавливаемого на насосной станции или на распределительной трубчатой сети управляющего соленоидными клапанами.

#### Автоматизированный полив дождеванием на площади 8 га

Участок состоит из двух закольцованных трубчатых оросителей. На каждом оросителе в шахматном порядке расположены металлические стояки. Основание каждого стояка закреплено фундаментом из бетона.

На стояках трубчатых оросителей укреплены дальнеструйные дождевальные аппараты с дистанционно управляемыми затворами. В начале участка построен специальный колодец, в котором имеются две задвижки для регулирования количества воды между оросительными трубопроводами (рис.1) [4].

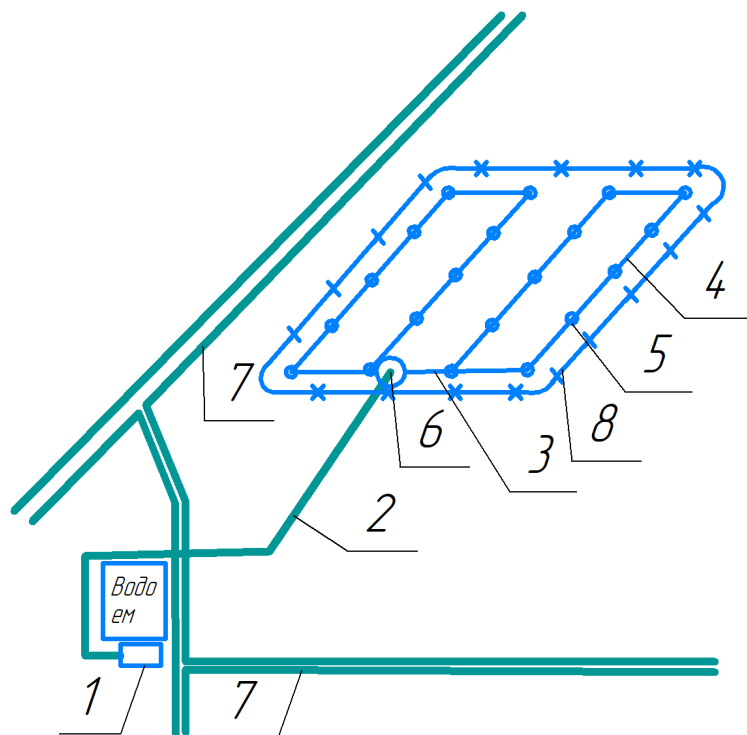


Рисунок 1 - Схема стационарной оросительной сети пл.8 га

- 1- насосная станция, 2 – трубопровод, 3,4 – закольцованные трубчатые оросители, 5 – стояки с дождевальными аппаратами, 6 - колодец с задвижками, 7 – трубопровод, 8 – граница участка.

## Автоматизированный полив дождеванием на площади 20 га

Автоматизированная стационарная дождевальная система с гидроимпульсным управлением работает по принципу централизованного управления гидрозатворами индивидуальной настройки [5]. Закольцованные оросители могут быть выполнены из стальных или полиэтиленовых труб. На системе реализован принцип рассредоточения поливного тока, т.е. на каждом оросителе предусмотрена работа только одного дождевального аппарата. При включении системы в работу открытие командной задвижки осуществляется ступенчато, с выдержкой времени на промежуточной ступени с целью обеспечения плавного заполнения оросительной сети водой. Технологическая схема работы программного устройства предусматривает автоматическое, полуавтоматическое и ручное управление задатчиком гидравлических команд, управление насосным агрегатом, контролирует давление в системе и заданный режим работы путем отсчета циклов полива (рис.2).

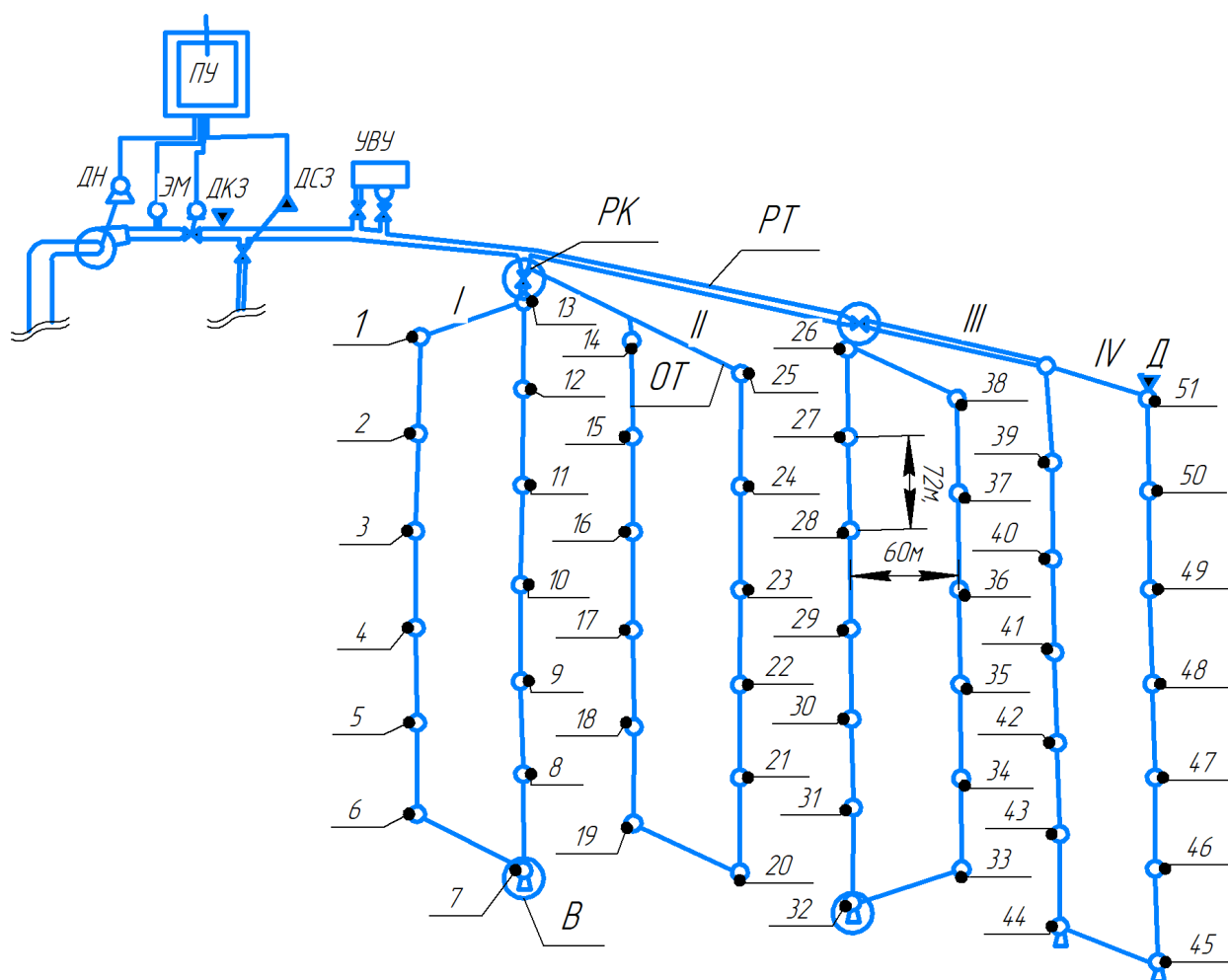


Рисунок 2- Схема автоматизированной стационарной дождевальной системы с одноступенчатым гидроимпульсным управлением

ПУ – программное устройство, ДН – электродвигатель насоса, ЭМ – электроконтактный манометр, ДКЗ – электродвигатель командной задвижки, ДСЗ – электродвигатель сливной

задвижки, УВУ – установка ввода удобрений, 1, 2, 3, - номера дождевальных аппаратов, РК – распределительный колодец, В – вантуз, РТ – подводящий и распределительный трубопроводы, ОТ – оросительный трубопровод,

I, II, III, IV - номера оросителей, Д – место установки датчика

Техническая характеристика оросительной системы

Площадь полива, га	20
Насос	Д1
Напор, м	72
Расход, л/с	80
Тип закрытой оросительной сети	Попарно-закольцованная
Схема расстановки гидрантов	По углам треугольника
Расстояние между оросительными трубопроводами, м	60
Расстояние между дождевальными аппаратами, м	72
Дождевальный аппарат	JET-50
Гидроавтоматические устройства	Гидрозатворы
Программное устройство	Электрическое

С учетом опыта по созданию однозонных стационарных дождевальных систем с гидроимпульсным управлением и техническим совершенствованием гидроавтоматов разработаны более экономичные и приемлемые в производстве двухступенчатые гидроимпульсные системы управления многозонным стационарным дождеванием.

Использование стационарных дождевальных систем при орошении углов поля, не политых многоопорными дождевальными машинами кругового действия, позволит автоматизировать трудоемкий процесс в технологии выращивания сельскохозяйственных культур, создать оптимальные режимы увлажнения почвы, повысить производительность труда в с/х производстве.

**Список использованных источников:**

- 1 Савушкин С.С. и др. Дождевальная машина кругового действия «Карусель». Паспорт НТД ФГБНУ ВНИИ «Радуга», 2023
- 2 Булгаков В.И., Мищенко Н.А. Энергосберегающие, экологически безопасные технологии и технические средства орошения для агропромышленного комплекса России / Вестник мелиоративной науки Выпуск 3 г. Коломна 2022г.
- 3 Пособие к СНиП 2.06.03.-85 Оросительная сеть для полосовых шланговых дождевателей. М: Союзводпроект, 1986

- 4 Рычков Н.И., Козлов А.И. Автоматизация стационарных систем дождевания. М: ГиМ, 1970, № 6
- 5 Козлов А.И. и др. Полив дождеванием с использованием гидроавтоматических средств телеуправления. М: ГиМ, 1977, № 2
- 6 Мищенко Н.А., Рязанцев А.И., Козлова Л.К. О повышении коэффициента земельного использования при поливе широкозахватными дождевальными машинами кругового действия/ Вестник мелиоративной науки Выпуск 3 г. Коломна 2023г.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

*Кониева Г.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник  
Калмыцкий филиал ФГБНУ «ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», г. Элиста, Россия*

[konieva.g@yandex.ru](mailto:konieva.g@yandex.ru)

**Аннотация.** Республика Калмыкия является маловодным и засушливым регионом Российской Федерации. Дефицит водных ресурсов способствовал развитию орошения – на территории Калмыкии функционируют пять крупных обводнительно-оросительных систем, выполняющие функции орошения, обводнения территорий с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур и обеспечения жизнедеятельности населения и прочих нужд. Общий годовой лимит водоподачи в 2023 году из внешних источников определен в объеме 332,127 млн. м<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** обводнительно-оросительная система, водозабор, водоподача, орошение, обводнение, дефицит воды, потери воды.

Структура использования земель определяется природными и климатическими условиями, а также зависит от социально-экономических факторов. Общая площадь земельного фонда Республики Калмыкия, то есть всех категорий земель, зарегистрированных в Земельном кадастре, составляет 7473,1 тыс. гектаров (информация из Государственного отчета Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии о состоянии и использовании земель в Российской Федерации за 2023 год). В зависимости от целевого назначения все участки земель делятся на 7 категорий: земли под сельскохозяйственное использование, земли населенных пунктов, земли под промышленные и другие специализированные нужды, земли особо охраняемых природных территорий, лесные угодья, земли водных объектов и земли для особых целей. В соответствии с Земельным кодексом, к землям водного фонда относятся: участки, занятые поверхностными водоемами и их охранной зоной; территории охраны источников водоснабжения; земли, занятые гидротехническими и другими водохозяйственными сооружениями. В 2023 году площадь земель водного фонда оставалась на уровне 60,1 тыс. гектаров, не изменившись по сравнению с предыдущим годом.

На территории республики Калмыкия функционируют пять крупных обводнительно-оросительных систем. Вода на очистные сооружения подается из соседних бассейнов рек Волга, Кубань, Терек и Кума [3-7]. По состоянию на 01 января 2024 года общая площадь

мелиорированных земель составила 80,9 тыс. га. Иригационные системы в республике не работают должным образом. Из общей фактической площади земель, обслуживаемых системами за 2023 год, остались не политыми до 59,9...100% земель. Одними из причин этого являются отсутствие иригационного оборудования, нехватка воды, отсутствие финансовых средств у сельхозпроизводителей для оплаты электроэнергии, неисправность системы (КАРОС), а также наличие дефектов в состоянии каналов. Низкий КПД системы обусловлен значительными потерями воды.

На рисунке 1 показана динамика годовых объемов воды на орошение в Республике Калмыкия за период с 2013 по 2023 год. В основу построения графика положены данные, приведённые на анализе статистических данных Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, материалов информационного портала ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [2]. Из рисунка видно, что максимальный годовой объем воды на орошение за последнее десятилетие в республике отмечен в 2014 году и составил 480 млн. м<sup>3</sup>. Общий годовой лимит водоподачи в 2023 году из внешних источников определен в объеме 332,127 млн. м<sup>3</sup>.

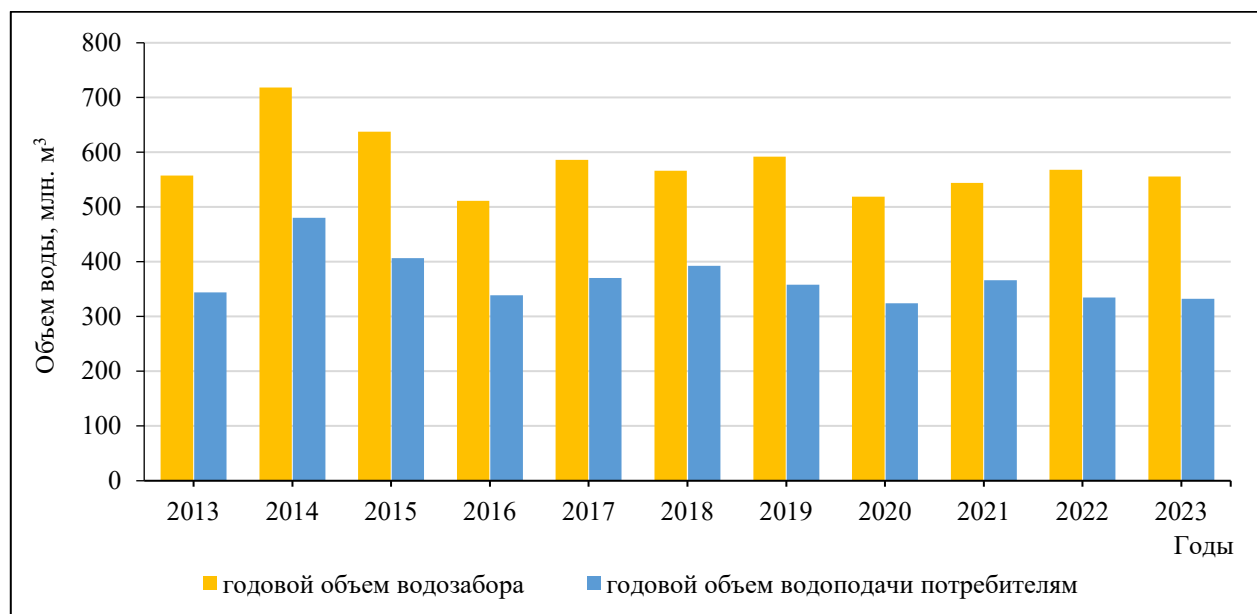


Рисунок 1 - Динамика годовых объёмов забора воды для нужд орошения в Калмыкии

Для оценки эффективности использования водных ресурсов данные ООС были проанализированы на основе общих потерь воды при транспортировке из необлицованных русел каналов (табл. 1). В результате исследования было установлено, что в Сарпинской ООС наивысшие показатели потерь были зафиксированы в 2015 и 2019 годах, достигая 37–37,5 % от общего объема забора воды в систему. Что касается Черноземельской ООС, максимальные



значения доли потерь составили 40,85 % в 2017 году, 40,00 % в 2023 году и 41,78 % в 2022 году. В отношении Право-Егорлыкской и Каспийской ООС в каждом из исследуемых годов доля потерь превышала 50%. Потери воды при транспортировке варьируются в диапазоне от 20,84 до 63,48%.

Таблица 1 – Основные показатели водозабора и водоподачи потребителям по обводнительно-оросительным системам Республики Калмыкия

Год	Сарпинская ООС				Черноземельская ООС			
	фактический объем, млн м <sup>3</sup>			потери в %	фактический объем, млн м <sup>3</sup>			потери в %
водоза- бора	водопо- дачи потре- бителям	потерь при транспор- тировке	водоза- бора		водопо- дачи по- требите- лям	потерь при транспор- тировке		
2013	203,06	136,37	66,69	32,84	279,30	171,9	107,4	38,45
2014	157,31	124,52	32,79	20,84	478,50	322,3	156,2	32,64
2015	182,28	114,82	67,46	37,01	383,90	263,6	120,3	31,34
2016	143,15	105,59	37,56	26,24	313,70	211,9	101,8	32,45
2017	166,04	106,01	60,03	36,15	363,00	214,7	148,3	40,85
2018	163,96	104,12	59,84	36,50	336,10	263,42	72,68	21,62
2019	221,2	138,29	82,91	37,48	304,20	193,7	110,5	36,32
2020	166	105,66	60,34	36,35	291,25	193,67	97,58	33,50
2021	189,94	145,45	44,49	23,42	297,00	197,18	99,82	33,61
2022	155,0	102,42	52,58	33,92	355,81	207,17	148,64	41,78
2023	155,0	101,42	53,58	34,57	330,10	198,06	132,04	40,00
	Право-Егорлыкская ООС				Каспийская ООС			
2013	61,03	27,93	33,10	54,24	9,67	4,74	4,93	50,98
2014	60,93	22,25	38,68	63,48	19,00	9,30	9,70	51,05
2015	60,66	23,16	37,50	61,82	10,80	5,30	5,50	50,93
2016	47,46	18,15	29,31	61,76	6,88	3,37	3,51	51,02
2017	52,23	19,42	32,81	62,82	5,02	3,11	1,91	38,05
2018	60,49	22,28	38,21	63,17	5,86	2,87	2,99	51,02
2019	60,72	23,07	37,65	62,01	5,69	2,79	2,90	50,97
2020	50,26	19,10	31,16	62,00	11,50	5,64	5,86	50,96
2021	46,45	18,35	28,10	60,50	10,50	5,15	5,35	50,95
2022	45,18	18,97	26,21	58,01	12,19	5,97	6,22	51,03
2023	57,44	26,15	31,29	54,47	13,27	6,50	6,77	51,02

В 2023 году годовой объем воды на орошение по Черноземельской обводнительно-оросительной системе составил 330,10 млн. м<sup>3</sup>, в т.ч. объем водоподачи потребителям составил 198,06 млн. м<sup>3</sup>, остались без полива 27,51 тыс. га, что составляет 68,11% от всех земель, фактически обслуживаемых системой.

Анализ структуры посевных площадей в зоне деятельности Сарпинской ООС показал, что их большая часть приходится на зерновые культуры, которые занимали 9,50 тыс. га в 2014

году, 5,74 тыс. га в 2017 году. Максимальная площадь под кормовыми культурами была 13,21 тыс. га в 2017 году. В зоне деятельности Черноземельской ООС высокие площади занимают в основном кормовые и прочие культуры (рис. 2).

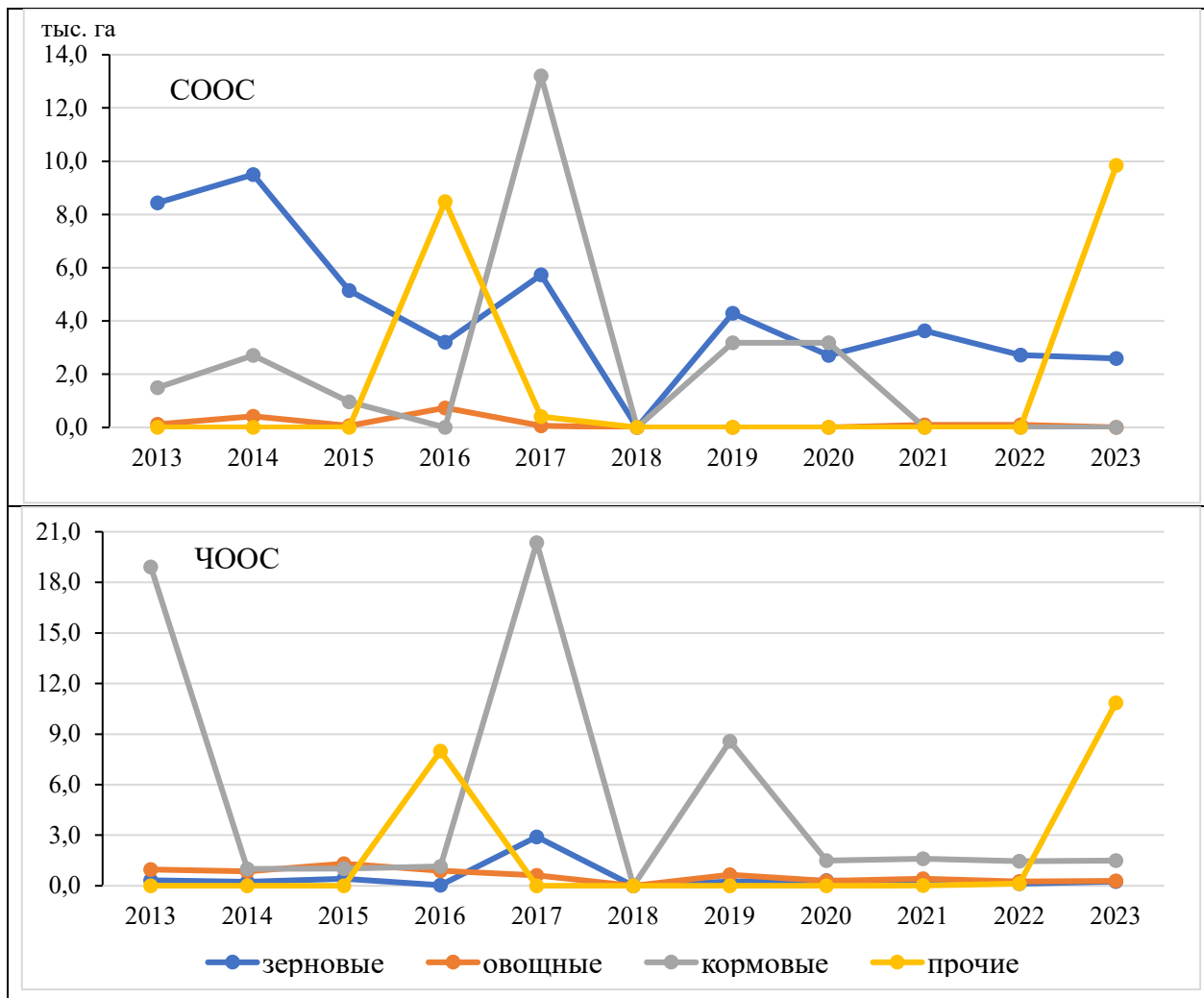


Рисунок 2- Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Калмыкии

В Республике Калмыкия в условиях недостаточного увлажнения, частых засух и все более засушливого климата без использования орошения невозможно говорить об устойчивости сельскохозяйственного производства, а тем более о повышении его эффективности орошаемого земледелия. Для обеспечения рациональности и повышения эффективности водораспределения во всех ирригационных системах необходима реализация целого комплекса мероприятий: ресурсосбережение, эффективные системы расчета наличия и использования водных и земельных ресурсов на орошаемых сельскохозяйственных угодьях, спонсирование восстановительных работ, организация структур управления водопользованием на орошаемых землях, оснащение современными счетчиками воды.

### Список использованных источников:

1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 году. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. М. [Электронный ресурс <https://rosreestr.gov.ru/site/activity/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/> (дата обращения 01.07.2024)].
2. Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга». Мелиоративные системы и гидротехнические сооружения [Электронный ресурс <https://inform-raduga.ru/gts> (дата обращения 01.05.2024)].
3. Кониева Г.Н., Иванова В.И., Адучиева М.Г. Водохозяйственные аспекты землепользования в Республике Калмыкия. Актуальные вопросы научно-технологического развития агропромышленного комплекса // Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) – Махачкала: ФГБНУ «ФАНЦ РД» – С. 174-178.
4. Кониева Г.Н., Дедова Э.Б. Проблемы водообеспечения при развитии кормопроизводства в Республике Калмыкия. Сельскохозяйственный научно-производственный журнал. «Орошаемое земледелие». №3. 2022. С. 17-20. DOI: 10.35809/2618-8279-2022-3-2
5. Косиченко Ю. М., Бакланова Д. В. Оценка эффективности использования водных ресурсов обводнительно-оросительными системами Калмыкии // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 14–25.
6. Ляшков М., Домашенко Ю. Оптимизация экологически безопасного водопользования на мелиоративных системах в условиях дефицита водных ресурсов. Экология и промышленность России. 2021. № 25(11). С. 42-47.
7. Турсунова Э. А. Мировой опыт водосбережения в условиях дефицита водных ресурсов. Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте [Электронный ресурс]: Материалы II республиканской научно-технической конференции. Минск: БНТУ, 2022. – С. 361-368.

УДК 340.1/614.8

## КРАТКИЙ АНАЛИЗА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ГТС

**Булгаков Д. В.**, младший научный сотрудник

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

*(ФГБНУ ВНИИ «Радуга»)*

Тел. (496) 617-04-74 E-mail: [prraduga@yandex.ru](mailto:prraduga@yandex.ru)

**Аннотация:** Законодательная база в области безопасности гидротехнических сооружений разбросана в большом количестве документов. Требуется оптимизация количества и качества содержания документов.

**Ключевые слова:** Гидротехнические сооружения, законодательная база, Декларация безопасности гидротехнического сооружения, Класс ГТС, ГТС, МЧС, Ростехнадзор, НССО.

Законодательная база в области безопасности гидротехнических сооружений разбросана в большом количестве документов. Требуется оптимизация количества и качества содержания документов в процессе использования имеющейся информации, нужна её классификация, систематизация, анализ и оценка, что и является задачами исследования, сопровождаемыми методами обзора и анализа существующей нормативной базы в области безопасности ГТС.

Информацию, полученную в результате отбора, анализа, систематизации и логического обобщения сведений из большого количества первоисточников по исследуемой теме. И обобщение опыта прошлых лет в области обзорно-аналитической деятельности позволяет обсудить и осознать те изменения, которые происходят в развитии информационных ресурсов, разработать государственные стандарты и законодательные акты, которые сняли бы существующие неопределённости.

При исследовании нормативной базы в области обеспечения безопасности гидротехнических сооружений и анализе деятельности Ростехнадзора, МЧС, Минсельхоза России и НССО использовали 269 (двести шестьдесят девять) первоисточников нормативных правовых актов в связи с этим предлагается создать (разработать) вторичные документы, сопроводить их комментариями, ссылками и предложениями.

Ценность и полезность анализа материала заключается в предоставлении владельцам ГТС помощи в их непосредственной работе путём предоставления им систематизированного материала, отвечающего их профессиональным интересам и запросам. Обзор позволяет ученым

и инженерам следить за основными направлениями развития соответствующей профессиональной деятельности.

Опираясь на опыт работы научных сотрудников ФГБНУ ВНИИ «Радуга» по выполнению научно-исследовательских работ и Экспертного центра по экспертизе деклараций безопасности ГТС мелиоративного и водохозяйственного комплексов, можно сформулировать предложения по теме для внесения и изменения законодательной базы в области безопасности ГТС:

- создать «Федеральные нормы и правила в области безопасности ГТС», в которых класс сооружения не будет определяться Ростехнадзором;

- совершенствовать (изменить) перечень требований к экспертам Экспертных центров по экспертизе деклараций безопасности ГТС, имеющих квалификационное удостоверение эксперта в области безопасности ГТС, действительное на всей территории России, с целью повышения ответственности за содержания экспертных заключений;

- повысить ответственность владельцев ГТС и Ростехнадзора, рассматривающей и утверждающей декларацию безопасности (ДБ) ГТС за приводимые в ней сведения (с учетом опыта ответственности за подачу непротиворечивых сведений в ДБ);

- изменить Административный регламент Ростехнадзора в части оказания услуги по утверждению декларации безопасности ГТС и заменить термин «услуга» на термин «обязанность и методическая помощь»;

- степень готовности организации–декларанта к предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на ГТС отнести к компетенции местных органов власти, а не МЧС;

- использовать в комиссионных обследованиях ГТС термин «преддекларационное обследование» взамен термина «регулярное обследование»;

- считать участие представителя Экспертного центра в преддекларационном обследовании ГТС обязательным;

- отрегулировать порядок и сроки проведения преддекларационного обследования со сроками решения конкурсной комиссии о назначении конкретного Экспертного центра для проведения экспертизы декларации безопасности ГТС;

- для участия в преддекларационном обследовании ГТС III и IV классов рекомендуется создавать комиссию из 7 (семи) представителей: собственника или эксплуатирующей организации, Ростехнадзора, МЧС, Экспертного центра, проектной или строительной организации, участвовавшей в проектировании или строительстве ГТС, службы экологии, органа местного самоуправления; общественные организации могут участвовать в преддекларационном обследовании по инициативе собственника и эксплуатирующей ГТС организации;

- уточнить сроки оповещения и пребывания членов комиссии на ГТС при преддекларационном обследовании, а также срок подписания Акта преддекларационного обследования членами комиссии;

- оплату работы представителей Экспертного центра, проектной или строительной организации и эколога осуществляет собственник или эксплуатирующая организации из своих средств;

- считать годовой отчет Экспертного центра показателем его работы, по которому выносится оценка его деятельности с целью продления или не продления срока деятельности;

- выработать алгоритм написания названий ГТС, для отражения в Российском регистре ГТС;

- регламентировать объем текста в декларации безопасности ГТС, сопоставив его с объемом приложений к декларации;

- регламентировать срок поступления заключения экспертной комиссии по декларации безопасности ГТС и собственно декларации в Ростехнадзор;

- сооружения 4-го класса должны декларироваться один раз с целью уточнения класса сооружения и могут эксплуатироваться без разрешения на эксплуатацию, а информация о них может направляться в Ростехнадзор по желанию декларанта;

- сократить количество действующих нормативно-правовых актов в области безопасности ГТС с 700–800 документов до минимума.

Кроме предложений можно отметить, что:

- объем обязательных требований к безопасности ГТС включает в себя требования всех действующих на настоящий момент нормативно-правовых актов;

- достаточность или недостаточность плана мероприятий по поддержанию безопасного состояния ГТС определяет исключительно уполномоченный Ростехнадзором инспектор;

- всё, что происходит при нарушении безопасного состояния ГТС нельзя рассматривать как чрезвычайную ситуацию;

- термины и определения в области безопасности ГТС должны быть ГОСТИрованы;

- каждое ГТС должно быть оценено по эффективности его работы, определяемой отношением затрат на создание сооружения и эксплуатацию в течение срока службы к количеству человек, которым это сооружение сохранило жизнь.

Разброс в статистических данных Ростехнадзора, МЧС, Минсельхоза и НССО в области безопасности ГТС отражает несогласованность и незаинтересованность этих организаций в общей заботе о работоспособности и безопасности производственных объектов, к которым относятся гидротехнические сооружения.

Деятельность всех организаций, заинтересованных в обеспечении безопасности ГТС России, должна подчиняться государственной идее рационального использования водных ресурсов России, которая особенно актуальна в ближайшей перспективе, поскольку водные ресурсы и далее будут играть глобальную ключевую роль в мировой экономике.

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

1. Федеральный закон О безопасности ГТС №117-ФЗ от 21.07.97 (ред. 03.07.2016);
2. Постановление Правительства РФ от 20.11.2020 №1892 «О декларировании безопасности гидротехнических сооружений»;
3. Приказ Ростехнадзора от 26 ноября 2020 г №465 «Об утверждении формы акта обследования ГТС и его территории после осуществления мероприятий по консервации и (или) ликвидации ...»;
4. Ольгаренко Г.В., Турапин С.С., Каштанов В.В. Безопасная эксплуатация гидротехнических сооружений мелиоративного комплекса: монография. - Коломна: ИП Лавренов А.В., 2018. - 228 с.;
5. Письмо Ростехнадзора от 13.03.2014 г. №00-03-06/489 «О классификации ГТС»;
6. ГОСТ Р 22.2.09-2015 Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений;
7. Приказ МЧС от 16 августа 2012 года № 2-4-87-16-14 Методические рекомендации по выдаче заключения о готовности организации, эксплуатирующей ГТС, к локализации и ликвидации ЧС и защите населения и территории в случае аварии ГТС;
8. Письмо Ростехнадзора от 29.01.2021 года №10-00-10/219 Об использовании нормативных правовых актов;
9. Приказ Минсельхоза России от 31 июля 2020 года №438 Об утверждении правил эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС;
10. РД 153-34.2-21.342-00 Пособие к Методике определения критериев безопасности гидротехнических сооружений.

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОЛИВА ДОЖДЕВАЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ РАССАДЫ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

*Рязанцев А.И., д-р. тех. наук, профессор, Травкин В.С.*

*Федеральное государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»,*

*Московская обл., Коломенский район, пос. Радужный*

*Евсеев Е.Ю., преподаватель,*

*Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Государственный социально-гуманитарный университет», Московская обл., г.о. Коломна*

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы повышения качественных показателей полива дождевальной установкой для базового модуля теплицы шириной 9 м. Отмечается, что достигнуть этого возможно за счет оптимизации расстояния  $a$ , посредством крепления реактивных насадок направленного действия от постоянного места крепления насадок кругового действия на расстоянии равным 80 см.

**Ключевые слова:** дождевальная установка; качество полива; концевые насадки кругового действия; реактивные насадки направленного действия; безстоковый и равномерный полив; оптимальное расстояния  $a$ .

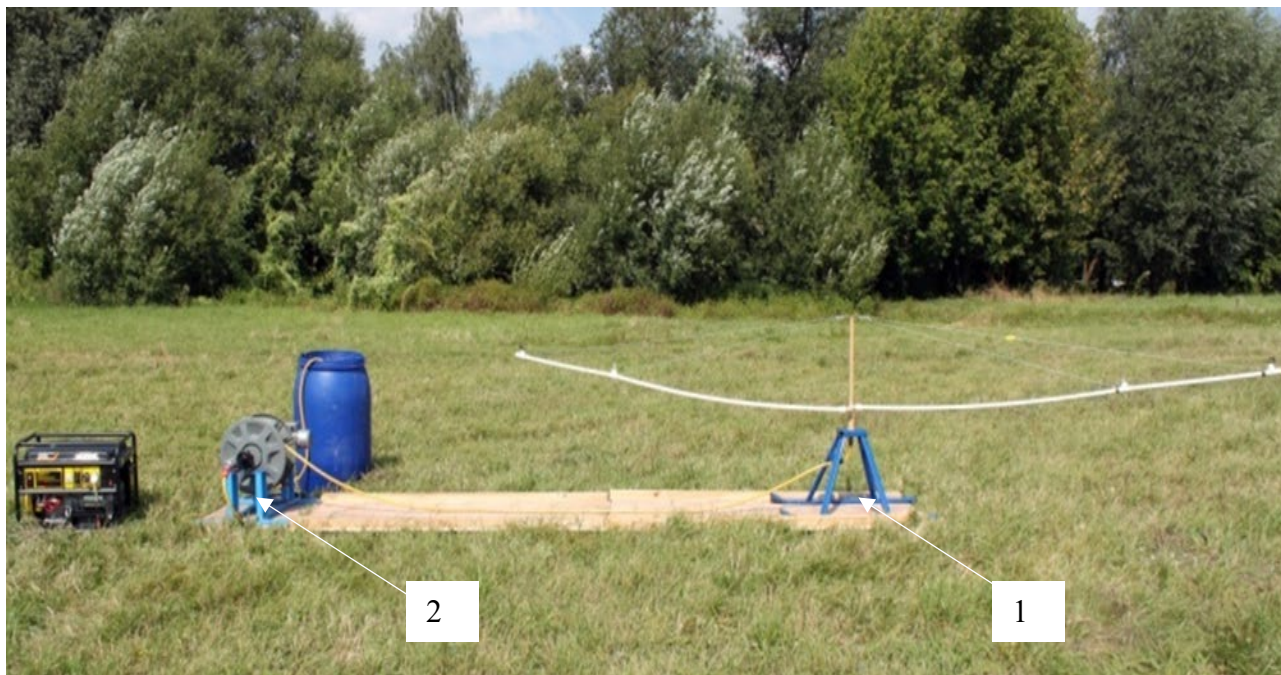
В последние годы Министерство сельского хозяйства Российской Федерации фиксирует рекордные урожаи сельскохозяйственной продукции. Это связано с одним из направлений отрасли овощеводства, как выращивание рассады овощных культур в закрытом грунте с дальнейшей посадкой в открытом грунте. Такой метод является эффективных, так как сокращает вегетационный период растений в защищенном грунте, позволяет выращивать сорта и культуры с длинным вегетационным периодом, с коротким летним сезоном, а также получать большие урожаи в короткие сроки, при этом дополнительно наблюдается экономия посевных заготовок, в 3 – 5 раз меньше, чем при посадке в открытом грунте [1, 2, 12].

При выращивании рассады сельскохозяйственных культур в теплицах необходимо постоянное орошение. Для этого, в большей степени, применяется метод дождевания. Дождевальные установки, используемые в теплицах, при поливе рассады овощных культур в закрытом грунте, не обеспечивают требуемые показатели эффективности полива: интенсивности дождя, равномерности распределения его по площади, а также размера капель.



Следовательно, применение существующих модификаций дождевальной техники, недостаточно эффективно. Из-за несоблюдения агротехнологических требований, при использовании такой техники, повреждается рассада, происходит вымывание почвы из ячеек кассет, что снижает объем произведенной рассады на 45 – 55%.

Как показали теоретические исследования, более приемлемой для орошения кассетной рассады исходя из качественных показателей работы, простоты конструкции и технического процесса полива, а также легкости технического обслуживания является дождевальная установка ДШ-0,6 (для базового модуля теплицы шириной 9 м) (патент РФ №187870) (рисунок 1) [3, 6, 8].



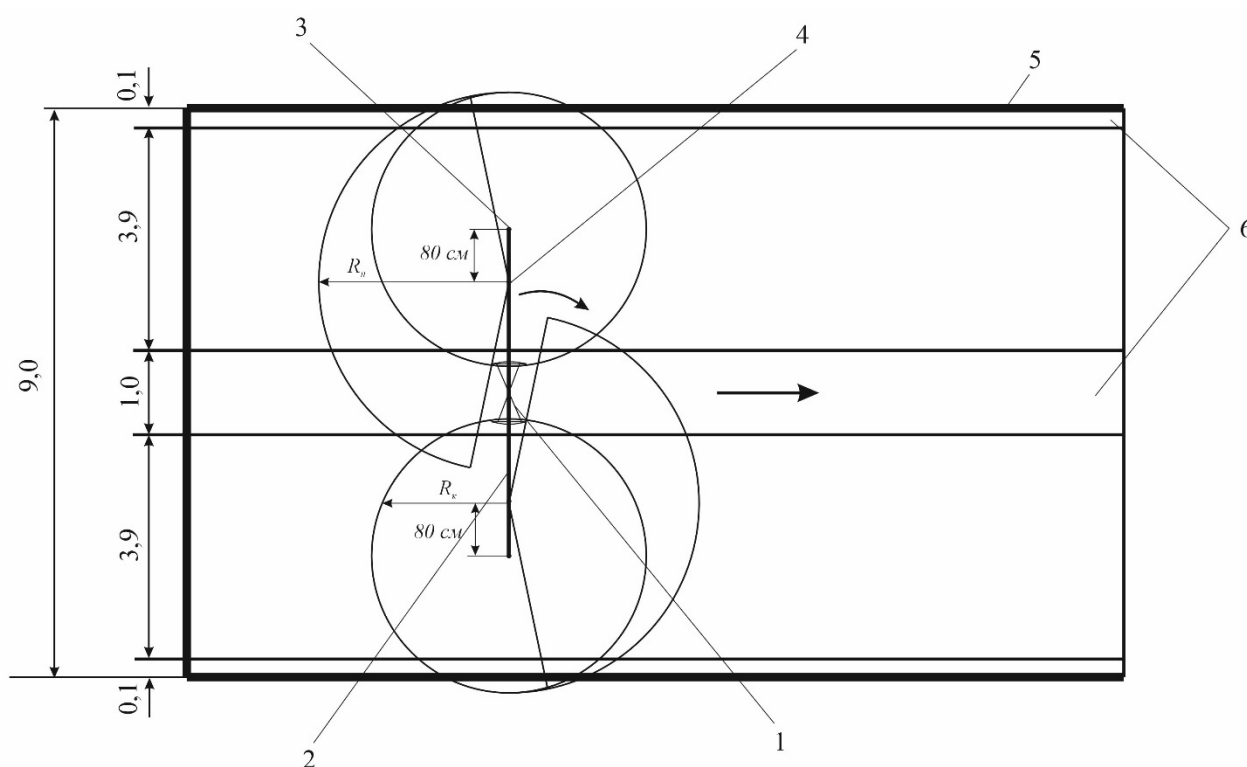
1 – модуль дождевания; 2 – модуль управления.

Рисунок 1 – Общий вид дождевальной установки

Дождевальная установка, применяемая для полива рассады овощных культур, работает таким образом. Подача воды осуществляется в дождевальные крылья, которые установлены на опорном основании. Под воздействие реактивных сил воды, вытекающих из насадок секторного действия, дождевальные крылья начинают вращаться и выполнять полив в центре орошаемого участка, а концевые насадки кругового действия, производят полив в периферийной части круга (рисунок 2). То есть дождевальная установка работает по принципу сегнера колеса. Однако это не обеспечивает высокие показатели равномерности полива из-за неопределенности расстояния  $a$  места крепления насадок направленного действия от постоянного места крепления концевых насадок кругового действия, уменьшение которого приводит к образованию стока со стен теплицы, а увеличение, к снижению коэффициента равномерности полива, за счет уменьшения площади перекрытия факелов дождя от насадок [4, 7, 9].

Исходя из этого и требований настоящего времени, а также особенностей технологического процесса полива данной установкой, предъявляющих повышенные требования при производстве кассетной рассады, целесообразна разработка технических решений по повышению качественных показателей ее работы.

Безстоковый и равномерный полив, при использовании дождевальной установки, содержащей опорное основание, дождевальные крылья с концевыми насадками кругового действия и реактивными насадками направленного действия, может быть достигнут за счет оптимизации расстояния  $a$  (рисунок 2), посредством крепления реактивных насадок направленного действия от постоянного места крепления насадок кругового действия на расстоянии равным 80 см (патент РФ № 227062 U1) [10].



1 – опорное основание; 2 – дождевальные крылья; 3 – концевые насадки кругового действия; 4 – реактивные насадки направленного действия; 5 – стенка теплицы; 6 – технологический проход

Рисунок 2 – Технологическая схема полива дождевальной установкой в теплице

Как показали исследования, установка насадок таким образом обеспечивает безстоковый (0%) и равномерный ( $K_{эф.п.} = 0,73$ , по требованиям  $\geq 0,70$ ) полив (таблица 1) [5, 11].

Таблица 1 - Обоснование оптимального расстояния  $a$  между насадками кругового и направленного действия

№	Показатели	Значения					
		50	60	70	80	90	100
1.	Расстояние между насадками $a$ , см.	50	60	70	80	90	100
2.	Величина стока, %	20	15	10	0	0	0
3.	Коэффициент равномерности полива, $K_{эф.п.}$	0,78	0,77	0,75	0,73	0,70	0,68

Таким образом, установка насадок указанным способом повышает качество полива дождевальной установкой в теплицах до значений, установленных агротребованиями.

#### Список использованных источников:

1. Евсеев, Е. Ю. Повышение производительности многофункциональной машины кругового действия на склонах / Е. Ю. Евсеев, А. И. Рязанцев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 121-127.
2. Евсеев, Е. Ю. Повышение эффективности применения многофункциональной машины на склоновых площадях / Е. Ю. Евсеев // Нива Поволжья. – 2023. – № 2(66).
3. Егорова, Н.Н. Технология и механизация орошения выращиваемой кассетным способом в защищенном грунте рассады овощных культур: диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.01. - Рязань, 2003. - 160 с. : ил.
4. Исследование траекторий движения капель дождевальной машины / Г. К. Рембалович, А. И. Рязанцев, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4(40). – С. 138-142.
5. Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей СТО АИСТ 11.1 – 2010. – 56 с.
6. Патент № 2672313 С2 Российская Федерация, МПК А01G 25/02. Дождевальная установка : № 2017109826 : заявл. 24.03.2017 : опубл. 13.11.2018 / А. И. Рязанцев, Г. В. Ольгаренко, Н. А. Мищенко [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга" (ФГБНУ ВНИИ "Радуга").

7. Патент на полезную модель № 187870 U1 Российская Федерация, МПК A01G 25/09. Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице: № 2018133057 : заявл. 17.09.2018: опубл. 21.03.2019 / А. И. Рязанцев, В. С. Травкин, Г. К. Рембалович [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

8. Патент на полезную модель № 189319 U1 Российская Федерация, МПК A01G 25/00. Дождевальная установка для теплиц: № 2018119609 : заявл. 28.05.2018: опубл. 21.05.2019 / А. И. Рязанцев, В. С. Травкин, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

9. Патент на полезную модель № 211759 U1 Российская Федерация, МПК A01G 25/00. Дождевальная установка : № 2022102621 : заявл. 03.02.2022 : опубл. 21.06.2022 / А. И. Рязанцев, С. С. Турапин, Ж. К. Леонова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга".

10. Патент на полезную модель № 227062 U1 Российская Федерация, МПК A01G 9/24, A01G 25/00. Дождевальная установка для теплиц : № 20241138661 : заявл. 22.05.2024 : опубл. 22.05.2024 / А. И. Рязанцев, С. С. Турапин, В. С. Травкин, Е. Ю. Евсеев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга".

11. Рекомендации по применению низконапорного дождевателя для орошения рассады овощных культур : методические рекомендации / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, А. И. Рязанцев, Г. К. Рембалович, Л. Н. Лазуткина, М. Ю. Костенко, Р.В. Безносюк [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. – 30 с.

12. Рязанцев, А. И. Повышение эксплуатационных показателей транспортных систем многоопорных машин: учебное пособие для студентов вузов по направлению 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", профиль "Автомобильный сервис" / А. И. Рязанцев, А. О. Антипов, Е. А. Смирнова. – Коломна: Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области "Государственный социально-гуманитарный университет", 2018. – 246 с.

**ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МУТНОСТИ ЖИДКОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ПРОХОЖДЕНИЯ И РАССЕЯНИЯ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА**

*Джаббарлы Б.Р., докторант,*

*Азербайджанский Технический Университет*

*Ахмедова Р.А., инженер*

*НИИ Аэрокосмической информатики, г.Баку, Азербайджанская Республика*

**Аннотация:** Проанализированы режимы работы системы лазерного определения мутности воды в двух технологических позициях установки лазера и фотометра. Сформулирована задача определить оптимальную позицию размещения сканирующей камеры. Для простоты интерпретации получаемых результатов рассмотрены следующие дуальные варианты: (а) размещение камеры, когда увеличение расстояния от лазера до воды  $d_1$  сопровождается с увеличением расстояния от камеры до воды  $d_2$ . (б) размещение камеры, когда увеличение  $d_1$  сопровождается с уменьшением  $d_2$ . Проанализированы режимы работы системы лазерного определения мутности воды в двух технологических позициях установки лазера и фотометра. Определено, что выборе противофазных позиций на выходе интегрирующего измерителя можно получить минимальный сигнал, что может стать причиной низкой достоверности при проведении измерений мутности жидкости.

**Ключевые слова:** мутность, лазер, камера, измерения, достоверность.

**Введение.** Верная оценка мутности различных типов жидкостей имеет важное значение в производственной и научной сфере деятельности человека и актуальность этой задачи не вызывает сомнений [1-4]. Результаты измерения мутности позволяет охарактеризовать исследуемую жидкость по следующим показателям [5-8]:

1. Определение облачного вида или тучности исследуемой жидкости.
2. Определение таких показателей жидкости, как поглощение лазерного луча или рассеяние его, а также прозрачности, т.е. степень пропускания лазерного луча через жидкость.
3. Оценка характеристик малых частиц, которые растворены в пределах жидкости.
4. Оценка степени потери прозрачности жидкости из-за наличия в ней мелких частиц.

В общем случае внешние мелкие вещества в составе жидкости, проявляют себя следующим образом:

1. В виде взвешенных частиц во всем объеме жидкости.
2. В виде коллоидального вещества (ил, мелкие органические или неорганические вещества, микроорганизмы и т.д.)

Для измерения мутности жидкости используются следующие физические единицы оценки степени мутности:

1. Единица оценки мутности, предложенная обозначаемая как (JTU);
2. Нефелометрическая единица мутности, сформированная на базе результатов измерения мутности фармазина (FNU);
3. Единица измерения мутности, основанная на результатах исследования ослабления оптического луча фармазином (FAU);
4. Универсальная нефелометрическая единица оценки мутности (NTU).

### Материалы и методы

Для проведения измерений была построена измерительная система, блок-схема которого показана на рис. 1.

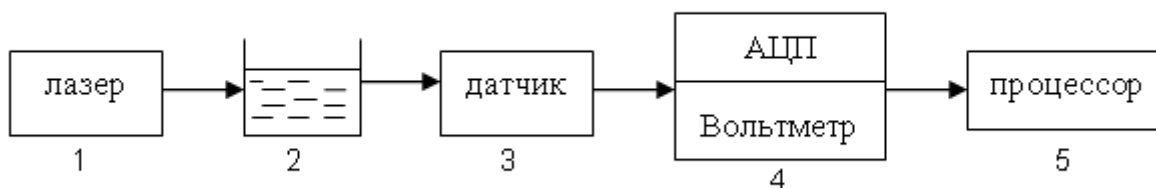


Рисунок 1 - Блок-схема измерительной установки. Цифрами указаны: 1-лазер; 2-сосуд с исследуемой жидкостью; 3-фотодатчик; 4-аналого-цифровой преобразователь вольтметра; 5-процессор

Для обеспечения верности полученных результатов измерения система с прохождением лазерного луча была откалибрована с использованием набора эталонных мер, показатели мутности которых в единицах NTU известны.

Результаты такой калибровки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Эталонных образец	Результат измерение (Вольт)
20 NTU	5,1940
50 NTU	5,2028
100 NTU	5,1450

Текущие значения мутности исследуемой жидкости и показания на выходе АЦП связаны следующим выражением:

$$U = U_{min} + k(U_{max} - U_{min}) \quad (1)$$

где

$$k = \frac{T - T_{min}}{\Delta T}; \Delta T = T_{max} - T_{min} \quad (2)$$

где  $U$ -выходная величина измерителя;  $T$ -мутность;  $U_{min}$ -минимальная величина выходного показателя вольтметра;  $T_{min}$ -минимально измеряемая величина мутности;  $U_{max}$ -максимальная величина выходного показателя вольтметра;  $T_{max}$ -максимально измеряемая величина мутности.

Таким образом, используя формулу (1) задавшись величиной  $U$  можно определить величину  $T$ . Из выражения (1) имеем:

$$k = \frac{U - U_{min}}{U_{max} - U_{min}} \quad (3)$$

С учетом выражений (2) и (3) находим

$$T = T_{min} + \frac{(T_{max} - T_{min})(U - U_{min})}{U_{max} - U_{min}} \quad (4)$$

Рассмотрим вопрос об определении концентрации загрязнителей в жидкости. В общем случае между NTU и TSS имеется следующее регрессионное соотношение

$$NTU = \frac{TSS^b}{\alpha} \quad (5)$$

где  $b = 0,96$ .

Например, если концентрация солей в жидкости равна 2гр/л,  $TSS = 0,08$ ; мутность 4500 NTU то коэффициент  $\alpha$  будет вычислен как

$$\alpha = \frac{TSS^b}{NTU} = \frac{0,08^{0,96}}{4500} \approx 2,2 \cdot 10^{-5}$$

Таким образом, определив коэффициент  $\alpha$ , и измерив NTU исследуемого образца можно вычислить TSS. Рассмотрим особенности измерения мутности жидкости с использованием отраженного лазерного луча. Оптическая схема таких измерений показана на рис. 2.

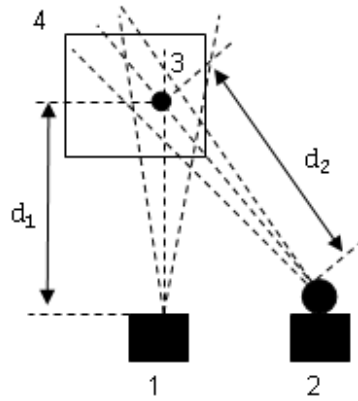


Рисунок 2 - Оптическая схема проведения измерений по отражению оптического луча. Цифрами указаны: 1-лазер; 2-фотометр; 3-отражающая частиц (взвешенная частица); 4- прозрачный сосуд с жидкостью

Очевидно, что при расположении лазера и камер в порядке, показанной на рис. 2 расстояния  $d_1$  и  $d_2$  для каждой из мелких частиц типа частицы 3 (рис. 2). В общем случае интенсивность сигнала на входе измерителя определится как

$$I = I_0 \exp[-\eta(d_1 + d_2)] \quad (6)$$

При этом формула (6) верна для зеркально отражающей загрязняющей частицы. Где  $d_1$ - дистанция между загрязнителем и лазером;  $d_2$ -дистанция между загрязнителем и измерителем;  $\eta$ -коэффициент ослабления.

Для случая рассеяния луча частицей получаем

$$I = I_0 \exp[-\eta(d_1 + \beta d_2)] \quad (7)$$

где  $\beta$ -коэффициент рассеяния. При этом в первом приближении считаем, что  $\beta$  не зависит от угла рассеяния. Рассмотрим случай, когда известны два множества  $D_1$  и  $D_2$ , определяемые как

$$D_1 = \{d_{1i}\}; i = \overline{1, n} \quad (8)$$

$$D_2 = \{d_{1j}\}; j = \overline{1, n} \quad (9)$$

Следует определить такую оптимальную позицию размещения сканирующей камеры. Для простоты интерпретации получаемых результатов далее рассмотрим следующие дуальные варианты:

1. Такое размещение камеры когда увеличение  $d_1$  сопровождается с увеличением  $d_2$ .
2. Такое размещение камеры, когда увеличение  $d_1$  сопровождается с уменьшением  $d_2$ .

Заметим, что рис. 2 соответствует первому варианту размещения сканирующей камеры. Второй вариант размещения сканирующей камеры показан на рис. 3.



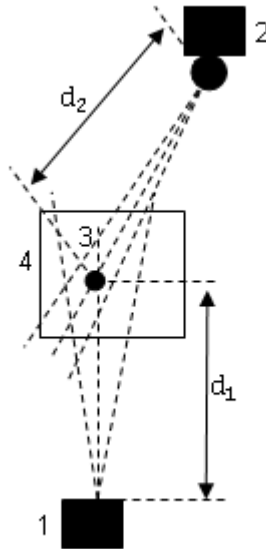


Рисунок 3 - Взаиморасположение лазера и оптической камеры, при которой увеличение  $d_1$  сопровождается с уменьшением  $d_2$

Перехода от дискретных величин  $d_{1i}$  и  $d_{2j}$  и непрерывному аналогу, введем на рассмотрение функцию

$$d_2 = \varphi(d_1) \quad (10)$$

Для рассматриваемого дуального случая наложим на функцию (10) следующее ограничительное условие

$$\int_0^{d_{1max}} \varphi(d_1) d(d_1) = C ; C = const \quad (11)$$

Геометрический смысл ограничения (11) для дуального режима заключается в постоянстве площадей между линиями 1 и 2 обозначенными на рис. 4.

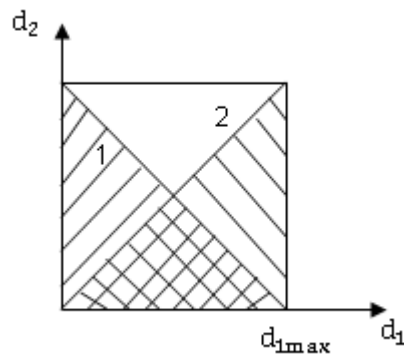


Рисунок 4 - Геометрическая интерпретация ограничительного условия (11), наложенного на введенную функцию  $\varphi(d_1) = d_2$

С учетом выражений (7) и (10) целевой функционал  $F_1$  определим как

$$F_1 = \int_0^{d_{1max}} I_0 \exp[-\eta(d_1 + \beta\varphi(d_1))] d(d_1) \quad (12)$$

С учетом выражений (11) и (12) целевой функционал  $F_2$  безусловной вариационной определим как

$$F_2 = \int_0^{d_{1max}} I_0 \exp[-\eta(d_1 + \beta\varphi(d_1))] d(d_1) + \lambda \left[ \int_0^{d_{1max}} \varphi(d_1) d(d_1) - C \right] \quad (13)$$

где  $\lambda$ -множитель Лагранжа.

Решение оптимизационной задачи (13) должно удовлетворить условию [9]:

$$\frac{d\{I_0 \exp[-\eta(d_1 + \beta\varphi(d_1))] + \lambda\varphi(d_1)\}}{d\varphi(d_1)} = 0 \quad (14)$$

Из выражения (20) получаем

$$-\eta\beta I_0 \exp[-\eta(d_1 + \beta\varphi(d_1))] + \lambda = 0 \quad (15)$$

Из выражения (15) находим

$$\exp[-\eta(d_1 + \beta\varphi(d_1))] = \frac{\lambda}{\eta\beta I_0} \quad (16)$$

Из выражения (16) получаем

$$d_1 + \beta\varphi(d_1) = \frac{1}{\eta} \ln \frac{\eta\beta I_0}{\lambda} \quad (17)$$

или

$$\varphi(d_1) = \frac{1}{\beta\eta} \ln \frac{\eta\beta I_0}{\lambda} - \frac{d_1}{\beta_1} \quad (18)$$

Таким образом, при обратной зависимости  $d_1$  и  $d_2$  данная система дает экстремальный результат. Однако, и трудно поверить, что при решении (18) функционал (12) достигает минимума. Так, например, производная (21) по искомой функции является положительной величиной, согласно признаку Лагранжа, указывает на минимум.

Что касается  $\lambda$ , то это постоянная может быть вычислена с учетом выражений (10) и (11).

### Обсуждение

Таким образом, согласно решению сформулированной оптимизационной задачи минимальный суммарный сигнал измерителя достигается при наличии обратной зависимости между коэффициентами  $d_1$  и  $d_2$ . Все точечные загрязнители жидкости находятся на расстояниях  $d_{1i}$  и  $d_{2j}$  соответственно от лазера и измерителя где  $i, j = \overline{1, n}$ . При этом  $d_{1i}$  и  $d_{2j}$  являются элементами упорядоченных множеств  $D_1$  и  $D_2$ . Для упрощения анализа рассмотрен дуальный режим, где дуальные режимы связаны ограничительным условием. Определен режим, при выборе которого на выходе интегрирующего вольтметра можно получить минимальный суммарный сигнал.

### Основные выводы и заключение

1. Проанализированы режимы работы системы лазерного определения мутности воды в двух технологических позициях установки лазера и фотометра.

2. Определено, что в выборе противофазных позиций на выходе интегрирующего измерителя можно получить минимальный сигнал, что может стать причиной низкой достоверности при проведении измерений мутности жидкости.

**Список использованных источников:**

1. J. M. McMahon, J. M. Olley, A. P. Brooks, J. C. R. Smart, B. Stewart-Koster, W. N. Venables, G. Curwen, J. Kemp, M. Stewart, N. Saxton, A. Haddadchi and J. C. Stout, Vegetation and longitudinal coarse sediment connectivity affect the ability of ecosystem restoration to reduce riverbank erosion and turbidity in drinking water, *Sci. Total Environ.*, 2019, **707**, 1–16
2. A. Villa, J. Folster and K. Kyllmar, Determining suspended solids and total phosphorus from turbidity: comparison of high frequency sampling with conventional monitoring methods, *Environ. Monit. Assess*, 2019, **191**, 605
3. B. Vinçon-Leite and C. Casenave, Modelling eutrophication in lake ecosystem: A review, *Sci. Total Environ.*, 2019, **651**, 2985–3001
4. B. G. B. Kitchener, J. Wainwright and A. J. Parsons, A review of the principles of turbidity measurements, *Prog. Phys. Geogr.*, 2017, **41**, 620–642
5. Facts about. Turbidity & Dredging// IADC company. <http://https://www.iadc-redging.com>
6. Daly J. What is turbidity// ISA. <http://publications https://www.isa.org/>
7. Postolache O., Girao P., Pereira M., Ramos H. An IR turbidity sensor: design and application (virtual instrument)// IMTC/2002. Proceedings of the 19<sup>th</sup> IEEE instrumentation and measurement technology conference. 2002. Pp. 535-539. Vol. 1.
8. Ziegler A. C. Hydrologist issues related to use of turbidity measurements as a surrogate for suspended sediment// Turbidity and other sediment surrogates workshop. April 30 – 2 May. 2002.
9. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление// М. Наука. 1974. Стр. 432.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАСОСОВ С ТРАНСМИССИОННЫМ ВАЛОМ В ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

*Муравьев А.В., научный сотрудник ФГБНУ ВНИИ «Радуга», [awm1@mail.ru](mailto:awm1@mail.ru)*

*Лебедев Д.А., младший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИ «Радуга», аспирант ФГБОУ  
ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [denislebedev992@gmail.com](mailto:denislebedev992@gmail.com)*

**Аннотация:** В статье рассмотрены основные особенности применения вертикальных насосов с трансмиссионным валом при их использовании в оросительных системах. Обозначены факторы, которые следует учитывать при выборе и проектировании данных насосов.

**Ключевые слова:** центробежный вертикальный насос с трансмиссионным валом, закрытая оросительная система, эксплуатационная надежность, КПД, промышленное орошаемое земледелие.

### Введение

Более чем вековая мировая практика широкого использования насосов типа ВНТВ (вертикальных насосов с трансмиссионным валом), показанных на рис. 1 (насосы серии АТН, выпускавшиеся ранее на Ясногорском механическом заводе) показала, что насосы этого типа лучше подходят для их использования в промышленных оросительных системах, чем скважинные артезианские насосы (например, насосы серии 2ЭЦВ, выпускающиеся сегодня на Ливенском заводе погружных насосов, и показанные на рис. 2), а при некоторых обстоятельствах их применение в оросительных насосных станциях является единственно возможным по сравнению с другими типами центробежных насосов.

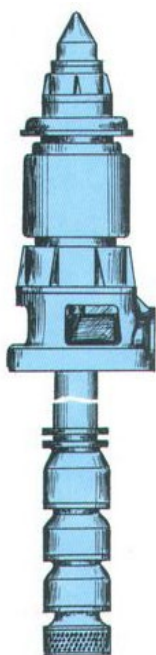


Рисунок 1 - Насосы серии АТН



Рисунок 2 - Насосы серии 2ЭЦВ

Особенность оросительных систем, и тем более закрытых оросительных систем (ЗОС), использующихся часто в промышленном орошаемом земледелии, состоит в следующем:

1. Дефицит технического персонала, технических и финансовых средств для обслуживания насосов и насосных станций;
2. Отсутствие резервирования насосных агрегатов в насосной станции как на стадии ее проектирования, так и при ее эксплуатации;
3. Ограниченный лимит времени на устранение отказов и неполадок в работе насосов и насосной станции в целом;
4. Большие удельные затраты энергопотребления насосных станций к стоимости единицы выращенной на поливе продукции;
5. Отсутствие возможности ремонта насосов ЗОС в полевых условиях в случае их аварийного отказа или сильного износа;
6. Удаленность мест расположения оросительных насосных станций от крупных населенных пунктов с развитой системой техподдержки в области насосно-силового оборудования;
7. Необходимость обеспечения режима подачи воды насосной станции в ЗОС по потребности, в зависимости от количества одновременно работающей дождевальной техники или блоков капельной системы орошения.

Это накладывает дополнительные важные требования на надежность, безотказность и энергоэффективность насосно-силового оборудования насосных станций ЗОС.

С этой точки зрения применение насосов типа ВНТВ, обеспечивающих, как показала многолетняя мировая практика их эксплуатации, высокую ремонтпригодность, отказоустойчивость и энергоэффективность на протяжении всего срока их службы, повышает доходность инвестиций в орошаемое земледелие. Особенно в тех климатических и гидрогеологических зонах РФ, где водные ресурсы – трудно извлекаемы и слабо энергообеспечены, уровень воды в них – сильно изменчив по сезону, а быстрое и качественное обслуживание насосов – является проблемным вопросом.

К сожалению, в последние десятилетия прошлого столетия и до настоящего времени, производство насосов серии А и АТН (типа ВНТВ) в СССР и в РФ, для оросительных целей фактически было остановлено.

Использование этого типа насосов в оросительных насосных станциях при их многоагрегатном исполнении, позволит обеспечить более надежную и энергоэффективную подачу воды в ЗОС, при одновременной работе нескольких дождевальных машин или

нескольких блоков капельной системы орошения, именно в тех случаях, когда другие типы центробежных насосов не смогут позволить этого сделать.

Но использование насосов типа ВНТВ в мировой практике не ограничивается только водозабором из подземных артезианских и других глубоких источников. Часто такие насосы используются при водозаборе из водохранилищ и других поверхностных водоисточников. При этом они имеют ряд особенностей применения по сравнению с другими типами центробежных насосов, например, перед консольными горизонтальными насосами и насосами двухстороннего всасывания.

В данном контексте, представляется целесообразным выделить ключевые аспекты использования ВНТВ, которые следует принимать во внимание при разработке проектов насосных станций для нужд мелиорации, особенно применительно к закрытым системам орошения.

### **Особенности применения насосов ВНТВ в оросительных системах**

- Вертикальные насосы с трансмиссионным валом, так же, как и скважинные погружные многоступенчатые насосы типа ЭЦВ (или 2ЭЦВ) имеют неоспоримое преимущество по сравнению с другими типами центробежных насосов по причине того, что они работают фактически «под заливом» и лимитирующий фактор кавитационного запаса (или коэффициент NPSH) для них не столь актуален.

Насосы ВНТВ могут иметь стандартный частно-регулируемый привод своего электродвигателя наземного расположения, в отличие от погружного электродвигателя (это возможно, но очень проблематично и дорого), что очень часто важно именно для закрытых оросительных систем;

- Электродвигатели насосов ВНТВ могут быть лучше защищены от молний, т.к. не требуют длинных и дорогих экранированных кабелей, соединяющих их со шкафом управления на поверхности земли. Наземное расположение электродвигателей позволяет использовать стандартные молниезащитные устройства, что делает их более доступными с точки зрения установки и обслуживания.

- При прочих равных условиях насосы ВНТВ имеют больший коэффициент полезного действия, чем скважинные погружные насосы, т.к. маслозаполненный электродвигатель погружного насоса имеет КПД ниже, чем электродвигатель наземного расположения ВНТВ. Маслозаполненные погружные насосы страдают от тепловых потерь и требуют энергоемких систем охлаждения, что снижает их общую эффективность.

- При прочих равных условиях насосы ВНТВ имеют большую надежность и назначенный ресурс работы, чем погружные скважинные насосы;

- Насосы ВНТВ позволяют эксплуатацию в зонах малых подач и даже при закрытой напорной задвижке, в то время как для погружных скважинных насосов эти режимы являются почти аварийными и автоматика, как правило, будет часто отключать приводной электродвигатель погружного насоса по причине его быстрого перегрева.

- Насосы ВНТВ позволяют устанавливать их насосную часть в водозаборную камеру (как правило, бетонированную) на реках озерах, водохранилищах и других поверхностных водоисточниках. Это очень популярное и типовое техническое решение в зарубежных странах, особенно в тех случаях, когда водоисточник имеет сильно нестабильный по сезону или по годам уровень воды в нем (колебание уровня воды, например, составляют более 5м). В этом случае насосы ВНТВ заранее проектируются на самый экстремально низкий уровень воды в водоисточнике, и используется так называемая конструкция насоса ВНТВ с коротким валом. Как правило, заглубление таких насосов составляет от 6 до 20-25 метров;

- При отсутствии поверхностных водоисточников и/или при отсутствии электроэнергии, требуемой для привода стандартных горизонтальных центробежных насосов, вопрос о сельскохозяйственном орошении земель в таких районах, как правило, даже и не возникал. В этом случае всегда растениеводство сводилось к выращиванию сельхозкультур на богаре. Однако насосы типа ВНТВ позволяют не только дотянуться до глубоких подземных водоисточников, но и позволяют осуществить их привод с помощью ВОМ-трактора, что существенно расширяет границы развития орошаемого земледелия в РФ, как часто и поступают в других странах мира в этой ситуации.

Эффективное использование вертикальных насосов с трансмиссионным валом в закрытых оросительных системах требует тщательного планирования, включая правильный выбор насосов в соответствии с техническими параметрами системы, и регулярного техобслуживания для обеспечения надежности и долговечности работы. Однако, благодаря возможности подбора насосов с различными характеристиками (например, под разные глубины и объемы воды), вертикальные насосы с трансмиссионным валом могут быть точно адаптированы под конкретные требования закрытой оросительной системы.

### **Заключение**

Вертикальные насосы с трансмиссионным валом, используемые в закрытых оросительных системах для промышленной ирригации, являются одними из самых популярных насосов в США.

Хотя стоимость первоначальных вложений в покупку самого насоса ВНТВ, в строительство водозаборного сооружения для него, а также в его более сложный монтаж, по сравнению с обычными центробежными насосами, существенно выше, более, чем вековая практика применения таких насосов в мире для орошения показала, что совокупные приведенные затраты за весь срок службы таких насосов, существенно ниже, чем у горизонтальных центробежных насосов. Применение насосов типа ВНТВ для промышленного орошения сельхозкультур хорошо зарекомендовало себя при использовании в зонах рискованного земледелия, с ограниченным объемом открытых водоисточников и/или при отсутствии, либо удаленности электрических энергоресурсов от насосной станции.

С учетом важности дальнейшего развития орошаемого земледелия в РФ насосы типа ВНТВ должны вновь занять свое достойное место в ряду наиболее употребимых насосов для вновь проектируемых и модернизируемых ЗОС.

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

11. Отчёт о НИР по теме 2.2.2 «Разработка типовых рядов модульных насосных установок (МНУ) для систем орошения с-х культур». Коломна: ФГБНУ ВНИИ «Радуга», 2015-2016.
12. Чебаевский В.Ф., Вишневецкий К.П., Накладов Н.Н., Кондратьев В.В. Насосы и насосные станции. – М.: Агропромиздат, 1989.
13. 16. Овчинников А.С., Пантюшина Т.В., Мануйленко И.А., Бочарникова О.В., Большаков И.А., Бочарников В.С.: Уч. пособие по дисциплине «Насосы и насосные станции» // Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия. – Волгоград / 2010. -76 с.
14. Вишневецкий К.П., Подласов А.В. Проектирование насосных станций закрытых оросительных систем: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990.
15. Дубенок Н.Н., Шумакова К.Б. Гидротехнические сельскохозяйственные мелиорации. Учеб. пособие. 2016.- 336 с.
16. Бегляров Д.С., Али М.С. Насосы и насосные установки. Учебное пособие. М.: МГУП, 2005. - 192 с.
17. Ольгаренко Г.В., Давшан С.М. Савушкин С.С., Бальбеков Р.А.// Насосные станции для орошения. Справочное пособие. – Коломна, 2007. - 304 с.
18. Лобачев П.В. Насосы и насосные станции/ Стройиздат.-М.: 1983.– 191с.
19. Ивановский В.Н., Сабиров А.А., Кузьмин А.В. К вопросу о выборе рабочей области характеристики центробежных насосов// РГУ нефти и газа им. Губкина И.М. – М./Территория нефтегаз. 2015. № 3.



20. Карелин В. Я., Минаев А. В. //Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1986. - 320 с.

**ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ СПОСОБОВ ОРОШЕНИЯ И ТЕХНИКИ ПОЛИВА  
В УСЛОВИЯХ КРУТОСКЛОННЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА**

*Сафронова В.А., магистрант*

*Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия victoriaaa2000@mail.ru*

*Научный руководитель Каблуков О.В., доцент, к.т.н.*

*Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия*

*[o.kablukov@rgau-msha.ru](mailto:o.kablukov@rgau-msha.ru)*

**Аннотация.** Для предотвращения негативных процессов, возникающих при освоении крутосклонных земель, необходимо изменить систему землепользования в комплексе с реконструкцией оросительных систем. Для сохранения и увеличения плодородия почв крутосклонной зоны, исключения эрозии и рационального использования водных и земельных ресурсов угодья целесообразно использовать под сады и виноградники, наиболее крутые склоны под многолетние травы или культурные пастбища с применением техники полива, позволяющей строго дозировать поливную воду. Актуальным направлением технологического процессинга микроорошения садов на крутосклонных землях является разработка и внедрение научно обоснованной методики по единообразному алгоритму проектирования и управления технологическими процессами целенаправленного, экологически безупречного мелиоративного преобразования земельных участков.

**Ключевые слова:** крутосклонные земли, техника и технология полива, капельное орошение, микроорошение,

**Введение.** Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО) занимает около 1% территории России, на территории сосредоточено 6,5% населения РФ. Это наиболее населенная сельская территория страны, доля городского населения составляет всего 49%. В условиях засушливого климата в Северокавказском регионе внедрение современных технологий и техники для экономии ресурсов при поливе является важной задачей для улучшения экологической обстановки. В этой связи проводится реализация научных исследований по внедрению ресурсосберегающих технологий для орошения земель со сложным рельефом, среди

которых наиболее перспективными для агропромышленного комплекса являются крутосклонные земли в Северокавказском регионе.

Эти земли характеризуются крутыми склонами (уклоны 0,01...0,3), сложным расчлененным рельефом, малой мощностью мелкоземного суглинистого слоя (0,2...1,0 м), наличием просадочных грунтов и почв, подверженных водной и ветровой эрозии.

Важнейшей задачей при оздоровлении экологической ситуации в Северо Кавказском регионе является внедрение экологически безопасной поливной техники и технологий. Инновационное развитие мелиоративного комплекса Северного Кавказа является приоритетным направлением «Стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа (СКФО) на период до 2030 года», утвержденной Распоряжением Правительства РФ № 1089 от 30.04.2022, среди первоочередных мер комплексного развития агропромышленного сектора в регионе, включая возвращения в оборот и освоения новых земель с применением современных способов орошения.

Особенно остро проблема рационального водопользования проявляется при производстве сельхозпродукции на крутосклонных землях. Инновационное развитие орошения – характерная особенность современного сельского хозяйства во всем мире, так как орошаемые земли являются одним из главных факторов обеспечения продовольственной безопасности. На землях, орошаемых современным поливным оборудованием и составляющим менее 20% площади пашни, производится более 40% продукции растениеводства в мире, так как урожайность на орошаемых землях в 2-5 раз выше, чем на богарных [2].

Из приведенного факта следует, что инженерно-мелиоративное преобразование сельскохозяйственных территорий СКФО, которое базируется на современной методологии и технологическом оснащении, является инновационным направлением комплексного природопользования в регионе.

Существующие способы орошения (поверхностный полив и дождевание) для достижения требуемой влажности почв используют завышенные количества воды. Кроме больших потерь водных и энергетических ресурсов, это приводит к развитию эрозионных процессов, засолению прилегающих равнинных территорий. Логично использовать данные земли для орошаемого земледелия только способами, позволяющими строго дозировать поливную норму и исключать эксцессы водной эрозию [2].

В данной работе приведена оценка применимости способов орошения, при которых обеспечивается оптимизация по экологическим, экономическим и технологическим требованиям современного агропроизводства. Внедрение новых средосберегающие мелиоративных способов позволяет достигать: рационального окультуривания ландшафтов; локализации источников негативных процессов. Рациональное окультуривание предполагает

территориальное размещение мелиоративных мероприятий, восстанавливающих полезный потенциал и снижающих нагрузку на компоненты окружающей среды.

### **Методика исследований**

Для обозначенных в работе целей и задач методом исследования является обобщение методологические концепции, подчерпнутые из научных работ [1, 2, 3]. В качестве аналитического метода исследования использован системный подход, в основе которого лежит рассмотрение изучаемых объектов как взаимосвязанных и взаимодополняемых систем [3]. Авторами при формировании выводов и заключений использованы принципы диалектической логики, диалектика формы и содержания, явления и сущности, общего и специфического.

### **Результаты и обсуждения**

Способы орошения и полива зависят от природно-хозяйственных условий. Активные мелиоративно-производственные методы представляют собой технологические процессы, регулирующие: водно-физические параметры почвы и грунтов - увеличение или уменьшение содержания воды, различных химических веществ, тепла; агротехнические свойства почв - рыхлость, структурность, водопроницаемость, водоудержание, емкость поглощения, кислотность, теплоемкость; параметры плодородия - накопление гумуса и других элементов, формирующих интегративную продуктивность; скорость устранения негативных аномалий в почвенных горизонтах - засоления, оглеения, лессиважа. Оценка возможности применения того или иного способа орошения и техники полива в условиях крутосклонных земель Северокавказского региона заключается в отыскании наиболее полного соответствия технических и экономических показателей способов и техники полива природно-хозяйственным условиям объекта.

Исходя из параметров крутосклонных земель и массивов О.В. Каблуков (Таблица 1) считает, что из перечня способов орошения и поливной техники перспективными для орошения крутосклонных земель массивов являются: закрытая самонапорная сеть с подземными перфорированными трубопроводами для полива садов и виноградников по бороздам, закрытая распределительная сеть трубопроводов для полива садов по бороздам на террасированных склонах, система синхронного импульсного дождевания и системы микроорошения.

Каждый из этих способов орошения может быть применен только в определенной зоне крутосклонных земель массивов, которая характеризуется особенностями рельефа, уклона, почв, гидрологическими и гидрогеологическими условиями требованиями сельскохозяйственных культур. В таблице 1 приведены условия применение наиболее перспективных способов орошения, с точки зрения внедрения на крутосклонных землях. Кратко рассмотрим способы орошения, применяемые на крутосклонных землях [3].

Таблица 1 - Условия применимости поливной техники для крутосклонных земель (Каблуков, 1990)

Показатели	Полivная техника			
	Самонапорная сеть закрытых трубопроводов	Террасирование склонов с закрытой трубопроводной сетью	Системы микроорошения	Системы синхронного импульсного дождевания
С/х использование	Сады и виноградники	Сады виноградники	Сады виноградники	Травопольные севообороты и культурные пастбища
Рабочий напор, м	0,5...8,0	0,5...15	10...60	60...100
Уклоны	0,01...0,2	0,2 и более	0,1...0,4	0,1...0,4
Минимальная мощность мелкоземного слоя, м	Более 0,5 кроме ночных часов	Более 0,5 кроме ночных часов	Более 0,5 кроме ночных часов	0,2 и более более круглосуточно, предпочтительно вечер и ночь
Периодичность полива	Через 10 суток	Через 10 суток	Через 10 суток	Ежедневно

Современные условия хозяйствования требуют использования самонапорной стационарной оросительной сети для поверхностного полива крутосклонных земель. Такие сети включают подземные и передвижные поливные трубопроводы, которые позволяют использовать преимущества сквозных борозд. Важно строго нормировать поливы и обеспечивать рекомендуемые расходы струй в каждую борозду. Для этого разрабатываются специальные расчеты и используется технология полива переменной струей (Сурин, 1988). Поливные системы должны иметь рабочий напор от 1 до 6 м, а для поливных шлангов достаточно напора 1 м. Высокий напор в сети (более 20 м) затрудняет работу системы и может приводить к поверхностному сбросу и эрозии почвы. При уклонах склонов выше 0,2-0,3 рекомендуется террасирование (Зухритдинов, 1984; Сурин, 1988), но это требует больших

затрат. Дождевание является наиболее технически совершенным способом полива, позволяющим улучшить микроклимат и создать оптимальный водно-воздушный режим почвы.

При дождевании на крутосклонных землях важно проводить поливы без образования поверхностного стока, вызывающего эрозию почвы и неравномерное увлажнение. Установление допустимой интенсивности дождя, соответствующей скорости впитывания воды в почву, помогает предотвратить поверхностный сток. Технически достижимым способом этого режима является системы рассредоточенного полива - синхронного импульсного дождевания

Мелкодисперсное дождевание применяется для регулирования микроклимата приземного слоя воздуха. Сущность этого способа заключается в периодическом смачивании листовой поверхности растений мелкодиспергированной (размер капель менее 500 мкм.) водой. Норма разового полива составляет 100...500 л/га в час.

Внутрипочвенное орошение – способ орошения крутосклонных земель, при котором оросительная вода подводится непосредственно в корнеобитаемый слой почвы. Этот метод позволяет уменьшить количество сорняков, не требует предполивной обработки, улучшает условия ухода за полем и облегчает труд поливальщиков. Кроме того, такое орошение обеспечивает хорошую аэрацию почвы и поддерживает оптимальную влажность. Однако равномерное увлажнение почвы возможно только при определенном уклоне и напоре, что затруднено при наличии больших перепадов высот. Также есть проблемы с контролем работы увлажнителей и их засоряемостью корнями растений [2]. На каменистых и сильноводопроницаемых почвах наблюдаются потери воды на фильтрацию.

Системы микроорошения - наиболее подходящие для крутосклонных земель. Они помогают поддерживать оптимальную влажность почвы, снижают потери воды, предотвращают эрозию и грибковые заболевания. Существуют различные типы систем, такие как капельное орошение и подкрановое дождевание. В то же время, у капельного орошения есть недостатки, такие как засорение и высокая стоимость. Подкрановое дождевание предлагает промежуточный вариант и имеет преимущества, такие как меньшая засоряемость и возможность использования менее очищенной воды. Однако, такие системы требуют контроля и могут приводить к компактной форме корнеобитания и негативно влиять на рост и урожайность плодовых культур, особенно в засушливых климатах [4].

Для решения поставленных задач была разработана технология и технологическое оснащение инновационного способа полива крутосклонных земель с садовыми насаждениями полива, который объединяет как достоинства капельного орошения, так и полива по бороздам. В условиях засушливого климата, когда орошение является практически единственным источником пополнения влагозапасов почвы для создания оптимального мелиоративного режима, необходимо организовать водоподачу таким образом, чтобы равномерно распределить

влагу во всем корнеобитаемом объеме и поддерживать влажность почвы на оптимальном уровне на протяжении всей вегетации при минимальных сбросах ниже расчетного слоя. Однако существенным недостатком является то, что под действием градиента гравитационного и капиллярного потенциала влага перемещается в нижние галечниковые горизонты и становятся источником пополнения грунтовых вод на нижерасположенных землях [4]. В таблице 2 представлены технические параметры поливного модуля микроорошения, в частности капельно-бороздкового полива.

Таблица 2 - Технические параметры поливной техники для микроорошения садов на крутосклонных землях (по Д.М. Нурабаеву, 1992)

№ п/п	Технические параметры	Система бороздкового полива из подземных поливных трубопроводов	Система локального капельного орошения	Система капельно-бороздкового полива
1.	Площадь модуля, га	10	10	10
2.	Рабочий напор, м.в.ст.	1...5	5...60	5...60
3.	Расход в голове системы, л/с	20...30	5...10	8...15
4.	Общий уклон участка	0,01...0,1	0,01...0,3	0,01...0,3
5.	Диаметр РТ, мм	100...150	32...75	32...75
6.	Удельная протяженность на 1 га, м/га	90...100	150...300	150...300
7.	Диаметр ПТ, мм	50...100	16...25	16...25
8.	Удельная протяженность на 1 га, м/га	150...250	1000...2000	1000...2000
9.	Расход в голове борозды, л/с	0,005...0,01	-	0,001...0,002
10.	Расход микровыпуска, л/ч	-	2...8	4...12
11.	Количество микроводовыпусков на одно дерево, шт.	-	2...4	2...8
12.	Длина борозды, м	60...100	-	1...8
13.	Доля увлажняемой части от	50...100	5...20	5...100

	площади междурядий, %			
14.	Стоимость оросительной сети, руб./га	1500...2000	2500...3500	2500...4000
15.	Сброс воды в конце борозды, в % от поливной нормы	10...30	0	0
16.	Смыв плодородного слоя за сезон, т/га	60...100	0	0

Метод полива по микробороздам основан на эффекте «стекания» контура увлажнения по наибольшему уклону участка, размеры и форму контуров увлажнения влияют уклон и неровности микрорельефа. Нарезка микроборозд оптимальна для возделывания садов на крутосклонных земель массивах, формируется катком, обеспечивая уплотнение ложа борозды и создание необходимого профиля. Технологическими параметрами капельно-бороздкового полива являются длина микроборозд, расстояние между ними, расход и количество микровыпусков у единичного дерева, схема их расстановки.

Для увлажнения почвы между деревьями используются микроборозды, расстояние между которыми зависит от ширины контура увлажнения и может быть выбрано из трех вариантов. Количество микроводовыпусков для каждого дерева определяется по формуле:

$$n = \frac{K \cdot B}{b}, \quad (1.3)$$

где  $K$  – доля увлажняемой площади от площади питания деревьев;

$B$  – расстояние между рядами деревьев, м;

$b$  – расстояние между микробороздами, м.

Системы увлажнения площади сада зависят от условий окружающей среды и видов плодовых культур. В аридных зонах площадь увлажнения должна соответствовать проекции кроны деревьев, а в пальмовых садах с плоской кроной - 30-40% площади междурядий. Системы капельного полива включают узлы и оборудование, такие как фильтры, трубы и капельницы, которые представлены на рисунке 1.

Актуальным направлений технологического процессинга микроорошения садов на крутосклонных землях является разработка и внедрение научно обоснованной методики по единообразному алгоритму проектирования и управления технологическими процессами целенаправленного, экологически безупречного мелиоративного преобразования земельных участков в предлагаемых обстоятельствах.

Среди которых:



- многоукладная форма собственности на осваиваемых или обустриваемых массивах для различных видов деятельности - сельскохозяйственной, рекреационной, промышленно-сырьевой, энергетической и многих других;

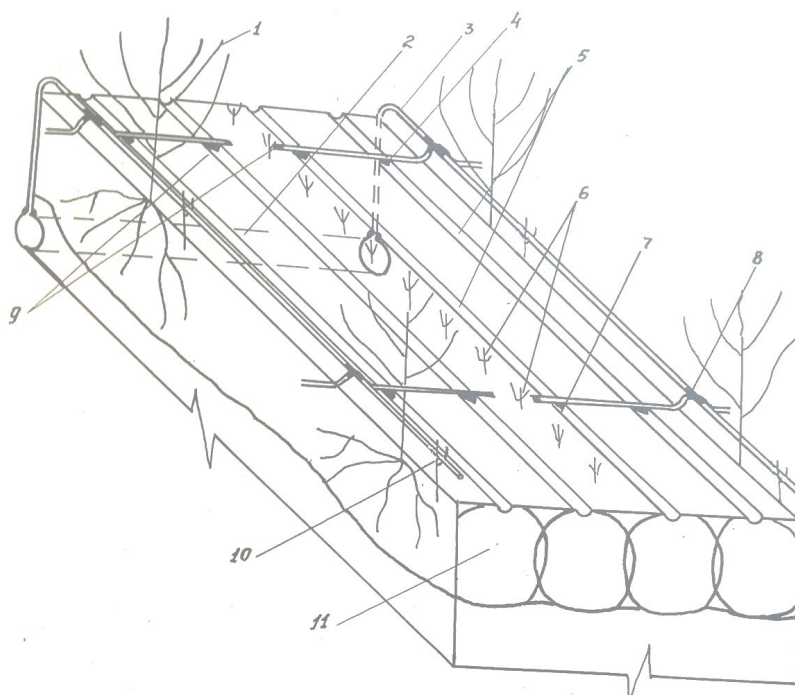


Рисунок 1 - Фрагмент системы капельно-бороздкового полива: 1-деревья; 2-распределительный трубопровод; 3-поливной трубопровод; 4-боковой отвод (питатель); 5-микроборозды; 6-междурядная культура; 7-микроводоотпуски; 8- переходник; 9-заглушка; 10-подпорки; 11- контуры увлажнения.

- сложные для агротехнического освоения агроландшафты с неблагоприятными природными условиями и опасными климатическими явлениями;
- лимитирование по основным видам ресурсов - финансовым, энергетическим, водным и другим видам дорогостоящего и дефицитного сырья;
- недопущение негативных экстерналий воздействий на сопряженные природно-техногенные комплексы и сельские территории;
- неопределенность по параметрам метеорологической обстановки на проектируемых массивах, стохастичность опасных природных процессов, неизученность агрессивных и катастрофических процессов на территории;
- гарантированное обеспечение требований по созданию благоприятной среды для проживания и ведения заявленных или предпочтительных видов деятельности;

- создание рентабельных и технологически эффективных процессинговых схем по обслуживанию и поддержания в надлежащем состоянии элементов технологической структуры (техносферы) агроландшафтов;

### **Выводы**

Позитивное влияние на качество полива в садах и виноградниках на крутых склонах оказывает использование технологии микроорошения. Микроорошение обеспечивает природоохранный эффект за счет строгой нормировки подачи воды на каждую микробоброду в зависимости от площади распространения основной массы корневой системы деревьев.

Особенностью системы микроорошения является локальное увлажнение корнеобитаемого слоя почвы и минимизация потерь воды. Однако, в засушливых условиях система капельного орошения может вызывать изменение распределения корневой системы плодовых культур, ограничивая корневую систему и снижая урожайность. Для преодоления недостатков локального орошения необходимо использовать технологию капельного – бороздкового полива с подобранными для конкретных условий расходом и расстановкой капельных микроводовыпусков.

Предложенный способ полива крутосклонных земель учитывает особенности рельефных, почвенно-мелиоративных и хозяйственных условий Северокавказского региона и рекомендуется для расчета режима орошения плодового сада при проектировании систем микроорошения, при составлении эксплуатационных графиков водораспределения и для других водохозяйственных расчетов.

### **Список использованных источников:**

1. Дубенок Н.Н., Бенин Д.М., Каблуков О.В., Шумакова К.Б., Ольгаренко Г.В. Разработка технико-экономического обоснования развития мелиоративного комплекса Северо-Кавказского федерального округа / «Мелиорация и водное хозяйство» №6, 2023, с.23-28.
2. Шабанов В. В., Голованов А. И. Некоторые аспекты точной мелиорации. /Природообустройство №1, 2019, с.92-95
3. Каблуков О.В. Научно-практические аспекты обустройства сложно скомпонованных агрогеосистем /Журнал «Научная жизнь» №6, 2014 – 10 с.
4. Нурабаев Д.М. Обоснование технологии и режима микроорошения садов на крутосклонных землях Ферганской долины / Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. М:1982.-26с.

## КРАТКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОЛИВА ДЛЯ КАССЕТНОЙ РАССАДЫ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ И НАПРАВЛЕНИЕ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

*Травкин В.С., младший научный сотрудник,*

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

*Федеральное государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»,*

*Московская обл., Коломенский район, пос. Радужный;*

*Евсеев Е.Ю., преподаватель,*

*Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Государственный социально-гуманитарный университет»,*

*Московская обл., г.о. Коломна*

**Аннотация:** В статье проводится анализ существующих систем полива дождеванием рассады овощных культур, выращиваемых кассетным способом в защищенном грунте, обосновываются их преимущества и недостатки, предлагаются пути совершенствования дождевальной техники для обеспечения почвосохранного и экологического процесса полива.

**Ключевые слова:** дождевальная установка; защищенный грунт, кассетная рассада, почвосохранный полив, диаметр капель, интенсивность дождя, полив в теплицах.

Продовольственная и экологическая проблемы занимают важнейшее место в экономике России. Одним из направлений отрасли овощеводства агропромышленного комплекса (АПК) является выращивание рассады в защищенном грунте для последующего производства овощной продукции в открытом грунте.

Действующие в нашей стране теплицы строились в соответствии со СНиП 2.10.04-85 от 01.01.1986 г. с учетом допустимых критериальных параметров для различных климатических зон (фотосинтетической активной радиации - ФАР, снеговых и ветровых нагрузок, продолжительности периода отопления).

Существуют типовые и индивидуальные проекты блочных и арочных теплиц с шириной модуля от 3 до 9 м. Большое распространение в нашей стране получили зимние и весенние грунтовые теплицы блочного и арочного типа в различном конструктивном исполнении. Институтами Гипрониисельпром, Латвгипросельстрой разработаны типовые проекты теплиц для различных климатических зон страны, с конструкцией каркаса из специальных облегченных профилей заводского изготовления. Площадь таких теплиц до 450 м<sup>2</sup>, в блочном варианте они могут занимать площадь до 6 га, высота в карнизе от 2,2 до 2,6 м, ширина пролета от 4,0 до 9,0 м. [1,2,8]

В отечественной и зарубежной практике строительства культивационных сооружений наиболее распространена ширина модуля (пролета) весенних теплиц равная 6,4; 7,0; 7,5м, но в последнее время в современной России ширина модуля таких теплиц по индивидуальным проектам в большинстве случаев составляет 9,0 м. Примером могут служить тепличные комплексы ООО «Сергиевское».

В свою очередь, рассадный метод позволяет сократить период вегетации растений в защищенном грунте, выращивать культуры и сорта, имеющие длинный вегетационный период, в районах с коротким летом, получать урожай овощей в более ранние сроки, экономить посевной материал (при рассадном методе требуется семян в 3 - 5 раз меньше, чем при посеве в грунт).[1]

Широкое распространение получила грунтовая и горшечная технология выращивания рассады. Но в последнее время сельхозпроизводители начали осваивать кассетный способ выращивания рассады. Результаты проведенных в Российской Федерации (РФ) и за рубежом научно-исследовательских работ (НИР) и производственного опыта ряда хозяйств показывают, что кассетная технология отличается от традиционных методов технологическими и экономическими преимуществами. [3,4,5]

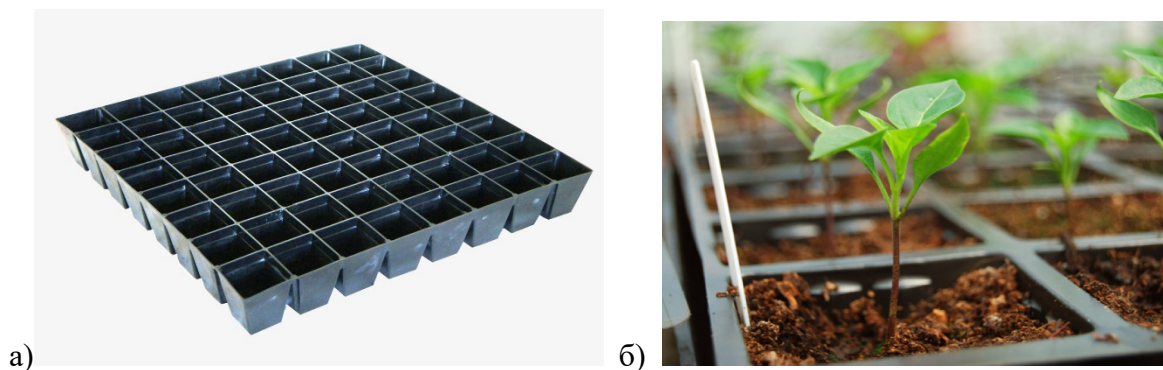


Рисунок 1 - Кассета для выращивания рассады капусты с ячейками размером 3х3х3 см  
(а - пустая, б - с растениями)

Неотъемлемой составляющей технологии выращивания сельскохозяйственных культур в теплицах является орошение.

Наиболее часто для орошения в защищенном грунте, в том числе и рассады овощных культур, выращиваемой кассетным способом, применяют дождевание в связи с тем, что этот способ полива менее энергоемкий и дорогостоящий. Для получения и распределения искусственного дождя по площади полива применяют дождевальные машины, системы, аппараты и насадки.

По агротехническим требованиям показатели качества дождя для полива кассетной рассады в теплицах должны соответствовать следующим значениям: коэффициент

эффективного полива - не менее 0,7; диаметр капель дождя - в пределах 0,4...0,6 мм; средняя интенсивность дождя - не более 0,4...0,5 мм/мин. [1]

Для полива сельскохозяйственных культур в зимних остекленных теплицах с шириной модуля более 30 метров применяются подвесные передвижные поливочные рампы зарубежного производства (финская фирма «Liippen», израильская фирма «Netafim» (Рис. 2) и др.). Дождевой пояс фронтально передвигается по монорельсе, подвешенной на каркасе перекрытия теплицы. В качестве дождеобразующих устройств используются круговые дефлекторные насадки с плоским дефлектором.



Рисунок 2 - Подвесная передвижная поливочная рампа израильской фирмы «Netafim»

Для весенних теплиц блочного и арочного типа применение таких рамп технически нецелесообразно, так как их установка требует большой устойчивости конструкции теплицы и экономически невыгодно из-за большой энергоемкости.

Существуют «системы микродождевания» (рис. 3) особенностью которых является распределительный трубопровод, расположенный в теплице, к которому подключены микродождеватели в шахматном порядке на расстоянии 2,5...3,0 м один от другого, однако, описанная система не нашла широкого применения в тепличных хозяйствах из-за недолговечности применяемых полиэтиленовых труб и соединительных деталей в условиях холодной зимы средней полосы России, кроме того, к кассетному способу выращивания рассады, существующие стационарные дождевальные системы имеют ряд недостатков, основными из которых являются следующие:

- применение существующих насадок (типа РВО-8) дают размер капель близкий к 1,0 мм против 0,4-0,6 мм по агротребованиям. Это приводит (по данным эксперимента) к вымыванию до 30% семян;



- при использовании дождеобразующих устройств дефлекторно-стержневого и дугового типа на двухтрубной дождевальном системе не обеспечивается требуемое распределение слоя дождя по орошаемой площади из-за малого радиуса полива;

- качество дождя не отвечает агротехническим требованиям, коэффициент эффективного полива меньше 0,70 ( $K_{эф}=0,54$ );



Рисунок 3 - Общий вид системы микрождевания в теплицах

Известна для полива кассетной рассады стационарная однотрубная система (Рис. 4), особенностью которой является трубопровод расположенный по середине модуля теплицы, на котором размещаются, в шахматном порядке, насадки секторного типа, которые создают: по равномерности полива, интенсивности дождя и диаметру капель показатели в пределах агротехнических требований.

Однако, как показали исследования, после 6-8 поливов наблюдалось повышенное разбрызгивание почвенного субстрата кассет.

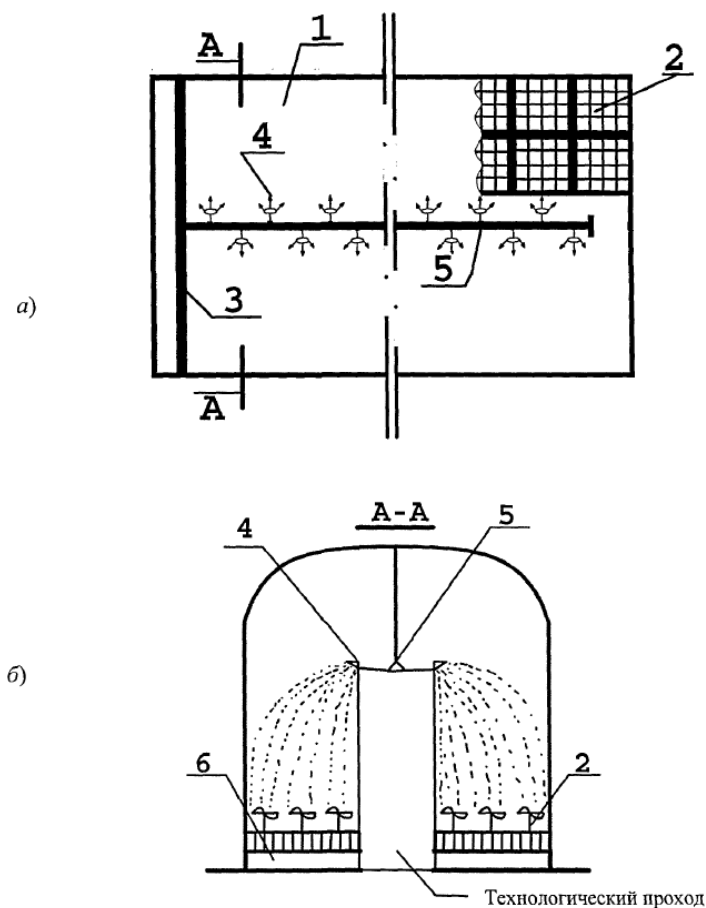


Рисунок 4 - Схема однотрубной стационарной дождевальной системы для орошения рассады овощей, выращиваемых кассетным способом. 1 - орошаемая площадь модуля теплицы, 2 - кассеты с рассадой, 3, магистральный трубопровод, 4 - дождевальная насадка, 5 - оросительный трубопровод, 6 - поддоны для установки кассет.

Устранение отмеченных недостатков, как показывают поисковые исследования, дает предпосылки к широкому внедрению для полива кассет в теплицах более мобильных дождевательных машин и установок, опыт применения которых практически отсутствует.

К мобильным дождевальным установкам, для полива рассады в кассетах, следует отнести разработанные во ВНИИ «Радуга» ДШ-1, «Россинка» (Рис. 5) и ДШ-0,6 (Рис.6), которые апробировались в СЗАО «Сергиевское» Коломенского района, ПНО «Пойма» Луховицкого района и АЗОТ «Озеры» Озерского района Московской области, характеристики данных дождевательных установок сведены в таблицу 1. [6,7]

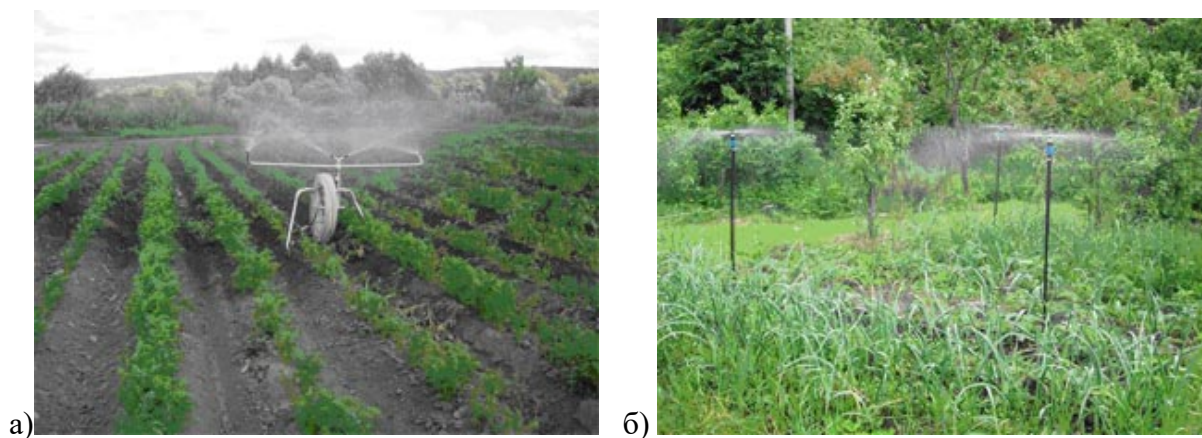


Рисунок 5 - Общий вид дождевальных установок: а - шланговый дождеватель ДШ-1;

б – комплект «Росинка»



Рисунок 6 - Дождевальная установка ДШ – 0,6

Таблица 1 - Характеристики мобильных дождевальных установок

№	Название дождевальной установки	Потребляемая мощность, кВт	Сезонная нагрузка, га	Удельная материал оёмкость, кг/л/с	Коэффициент эффективного полива	Средний диаметр капель дождя, мм	Средняя интенсивность дождя, мм/мин	Коэффициент земельно-го использования
1	ДШ-1	0,294	1,0	20,0	0,65	1,40	0,480	0,99
2	«Росинка»	-	0,6	24,0	0,65	1,50	0,1	0,99
3	ДШ-0,6	0,092	1,0	114,0	0,70	0,85	0,185	1,00

Как видно из таблицы 1, более применим для орошения кассетной рассады, исходя из основных показателей работы по интенсивности, равномерности распределения, простоте конструкции и легкости технического обслуживания, может быть шланговый дождеватель ДШ – 0,6.



Следует отметить, что для осуществления дождевателем ДШ-0,6 качественного полива кассетной рассады в защищенном грунте, необходимо его усовершенствовать посредством оптимизации параметров и схемы расстановки дождеобразующих устройств, исходя из обеспечения равномерности полива, снижения, с учетом опыта применения секторных насадок на стационарной системе, энергетического воздействия дождя на почвенный субстрат ячеек кассет и вписываемости в размеры модуля теплицы.

Заключение:

1. Выявлено, что значительным резервом в обеспечении населения овощной продукцией является возделывание рассады кассетным способом в защищенном грунте, с осуществлением орошения.

2. Обосновано, что наиболее приемлемым для полива кассетной рассады овощей в типовых теплицах является шланговый дождеватель ДШ – 0,6, усовершенствованный к условиям закрытого грунта.

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

1. Егорова, Н.Н. Технология и механизация орошения выращиваемой кассетным способом в защищенном грунте рассады овощных культур : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01. - Рязань, 2003. - 18 с.

2. Каштанов В.В. Технология и дождевальная установка для орошения приусадебных и садово-огородных участков: диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.01. - Рязань 2005. – 29 с.

3. Рекомендации по применению низконапорного дождевателя для орошения рассады овощных культур : методические рекомендации / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, А. И. Рязанцев, Г. К. Рембалович, Л. Н. Лазуткина, М. Ю. Костенко, Р.В. Безносюк [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. – 30 с.

4. Исследование траекторий движения капель дождевальной машины / Г. К. Рембалович, А. И. Рязанцев, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4(40). – С. 138-142.

5. Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей СТО АИСТ 11.1 – 2010. – 56 с.

6. Патент на полезную модель № 187870 U1 Российская Федерация, МПК А01G 25/09. Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице : № 2018133057 : заявл. 17.09.2018 : опубл. 21.03.2019 / А. И. Рязанцев, В. С. Травкин, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

7. Патент на полезную модель № 189319 U1 Российская Федерация, МПК A01G 25/00. Дождевальная установка для теплиц : № 2018119609 : заявл. 28.05.2018 : опубл. 21.05.2019 / А. И. Рязанцев, В. С. Травкин, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

8. Патент на полезную модель № 211759 U1 Российская Федерация, МПК A01G 25/00. Дождевальная установка : № 2022102621 : заявл. 03.02.2022 : опубл. 21.06.2022 / А. И. Рязанцев, С. С. Турапин, Ж. К. Леонова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга».

Ответственные за выпуск: Банникова А.И.

ФГБНУ ВНИИ «Радуга»

Коломна

2024