

**ISSN 2313-2248**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»  
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)**

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Сборник научных трудов**

**Выпуск 55**

Новочеркасск  
РосНИИПМ  
2014

УДК 631.587

ББК 41.9

П 901

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Н. Щедрин (главный редактор), С. Д. Магай, А. В. Акопян, Т. П. Андреева.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В. И. Ольгаренко – профессор кафедры «Мелиорация земель» Новочеркасского инженерно-мелиоративного института Донского государственного аграрного университета, заслуж. деятель науки РФ, чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, профессор;

В. В. Бородычев – директор Волгоградского филиала Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации Россельхозакадемии, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, профессор.

П 901 Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 55. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – 168 с.

Сборник научных трудов подготовлен ФГБНУ «РосНИИПМ» по материалам международной научно-практической конференции «Мелиоративная отрасль в современных условиях: состояние, проблемы, передовые технологии».

ISSN 2313-2248



УДК 631.587

ББК 41.9

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Акопян А. В.</b> Современное техническое состояние Садковского сброса Донского магистрального канала.....	7
<b>Бабичев А. Н.</b> Технические характеристики импортных дождевальных машин .....	15
<b>Бакланова Д. В., Шкуланов Е. И., Баева А. М.</b> О надежности работы водозаборных сооружений.....	24
<b>Балакай Н. И.</b> Гидротехнические сооружения для снижения поверхностного стока с земель сельскохозяйственного назначения .....	30
<b>Балакай С. Г.</b> Эффективность возделывания сорго зернового на юге России.....	39
<b>Брель В. К., Шадских В. А., Пешкова В. О., Кижаяева В. Е.</b> Особенности эколого-экономического процесса возделывания кормосмесей, сбалансированных по белку, в условиях орошения.....	43
<b>Васильев С. М., Домашенко Ю. Е., Ляшков М. А.</b> Водопользование на оросительных системах: проблемы и современные подходы к планированию.....	49
<b>Власов М. В.</b> Принципы построения автоматизированных систем дистанционного мониторинга технического состояния оросительных систем .....	52
<b>Кожанов А. Л.</b> Анализ технического состояния водовыпусков оросительных магистральных каналов в РФ .....	56
<b>Кореновский А. М., Шкуланов Е. И., Кокарев Я. В.</b> Вопросы проведения учений на гидротехнических сооружениях мелиоративного назначения и необходимости разработки их 3D-моделей.....	59
<b>Кузьмичёв А. А.</b> Комплексное использование водных ресурсов при лиманном орошении .....	65
<b>Магай С. Д., Байзакова А. Е.</b> Водный баланс и оросительная норма риса на опытных участках горизонтального дренажа юга Казахстана .....	71
<b>Мелихов В. В.</b> О законодательном обеспечении развития инноваций в мелиоративной отрасли в России на примерах разработок и практики регионов .....	77
<b>Нозадзе Л. Р.</b> Анализ состояния конечных водосбросных сооружений магистральных каналов .....	84

<b>Погребняк А. П.</b> Основные принципы конструирования современных адаптивных экологически безопасных агроэкосистем и агроландшафтов .....	88
<b>Пономаренко Т. С.</b> Повышение эффективности противопа- водковых мероприятий на мелиоративных объектах .....	94
<b>Сарсекова Д. Н., Есмурзаева А. К.</b> Солевой режим почв Караултюбинской рисовой системы Кызылординской области.....	99
<b>Снипич Ю. Ф., Бабичев А. Н.</b> Оценка эффективности низ- коэнергоемких оросительных систем .....	109
<b>Тиво П. Ф., Саквенков К. М., Крутько С. М.</b> Приемы по- вышения эффективности работы дренажа на тяжелых почвах.....	118
<b>Чембарисов Э. И., Лесник Т. Ю., Чембарисов Т. Э.</b> Неко- торые проблемы мелиорации засоленных земель Узбекистана.....	126
<b>Черничкина Н. Ю.</b> Исследование работы капельниц при орошении овощных культур.....	134
<b>Шкуланов Е. И., Кореновский А. М.</b> Оценка риска аварий гидротехнических сооружений мелиоративного назначения при декларировании безопасности.....	140
<b>Шкуланов Е. И., Кореновский А. М.</b> Проблемы страхова- ния ГТС мелиоративного назначения.....	149
<b>Шкуланов Е. И., Кореновский А. М.</b> Физический износ гидротехнических сооружений: его сущность и расчет .....	153
<b>Штанько А. С.</b> Анализ используемой в настоящее время технологии планирования и реализации водопользования на оро- сительных системах Ростовской области .....	160

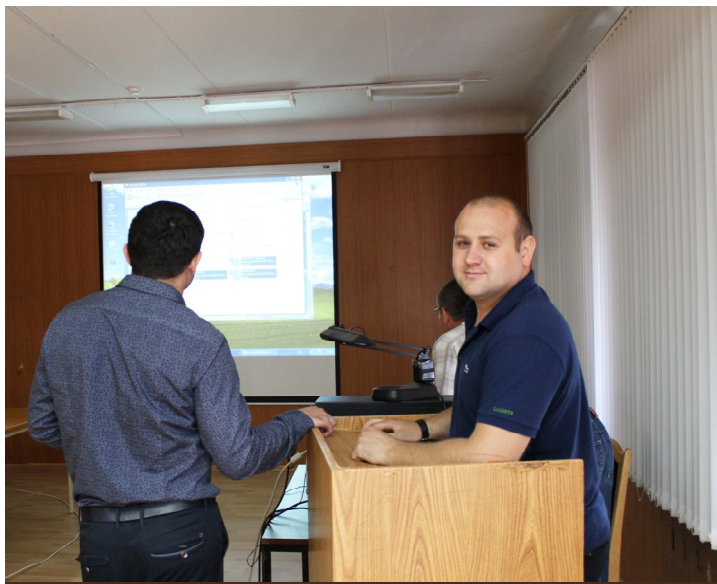
В выпуск № 55 сборника научных трудов «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия» вошли материалы Международной научно-практической конференции «Мелиоративная отрасль в современных условиях: состояние, проблемы, передовые технологии», проведенной 16 июня 2014 года ФГБНУ «Российский НИИ проблем мелиорации» (Новочеркасск, Российская Федерация) совместно с Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства (Тараз, Республика Казахстан).



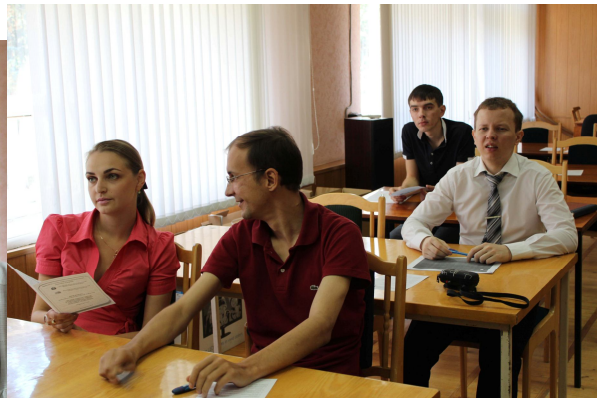
Открывая работу конференции, председатель оргкомитета, заместитель директора доктор технических наук Сергей Михайлович Васильев говорил о современных технике и технологиях в мелиоративной отрасли, указывая на их положительные и отрицательные стороны.

Приветствуя участников конференции, член оргкомитета, ведущий научный сотрудник отдела «Мелиорация и экология орошаемых территорий» Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства кандидат технических наук, доцент Сергей Давидович Магай отметил, что рассматриваемые вопросы чрезвычайно актуальны – ведь они направлены, в общем, на выработку международного сотрудничества в исследованиях динамики мелиоративных процессов при техногенном воздействии на природную среду и совершенствовании природопользования.

В работе конференции приняли участие ученые-мелиораторы из Казахстана, Узбекистана, Белоруссии и России.



Организаторы и участники готовятся к конференции



Работа конференции сопровождалась плодотворной и конструктивной дискуссией и завершилась вручением сертификатов участникам

**А. В. Акопян**

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

## **СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ САДКОВСКОГО СБРОСА ДОНСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА**

В статье представлены результаты натурного обследования Садковского концевго сброса на Донском магистральном канале. Отмечено, что современное техническое состояние Садковского сброса удовлетворительно. Выявлены современные проблемы, требующие срочного принятия мер по их решению: техническое состояние лотка консольного перепада находится в работоспособном состоянии, однако требует текущего ремонта, в частности заделки трещин в боковой части лотка; глубина воронки размыва лежит в пределах проектного значения (10 м), а ширина увеличилась почти в три раза по сравнению с первоначальными размерами (до пуска воды); на берегах воронки размыва наблюдается высокая активность оползневой эрозии, что требует срочного принятия мер по укреплению берегов.

Ключевые слова: техническое состояние, магистральный канал, концевой водосброс, воронка размыва, консольный перепад.

С целью изучения современного технического состояния Садковского сброса сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» было проведено его натурное обследование.

Для изучения технических характеристик данного сооружения на первом этапе были рассмотрены все имеющиеся в наличии материалы, а именно:

- акт приемки-передачи в постоянную эксплуатацию концевго сброса в балку Садковку на Донском магистральном канале, г. Ростов-на-Дону, 1959 г.;
- акт приемки в постоянную эксплуатацию Донского магистрального канала, 1958 г.;
- пояснительная записка к техническому отчету о выполнении эксплуатационных мероприятий по Управлению эксплуатацией Донского магистрального канала за 1958 г.;
- рабочий проект орошения земель по Нижнему Дону Ростовской области. Книга № 2, 1951 г.;
- технический отчет Донского филиала ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз» за 2011 г.;
- акт осмотра технического состояния Садковского катастрофического сброса, 21 октября 2013 г.;

- проектные чертежи Садковского сброса.

В концевой части ДМК на пикете 1115+79 расположен концевой сброс в балку Садковку, предназначенный для пополнения и опреснения Весёловского водохранилища, а также для опорожнения магистрального канала (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Головное сооружение Садковского сброса  
(автор фото А. В. Акопян)**

В состав концевого сброса входят следующие сооружения:

- головное регулирующее сооружение сброса на ПК 1115+79;
- быстроток на ПК 2+87,5 отводящего тракта с водобойным колодцем;
- участок канала от ПК 8+71,4 до ПК 4+66,3 длиной 95 м, укрепленный каменной мостовой;
- консольный перепад на ПК 4+66,3;
- водоотводящий тракт-прокоп в балку Садковку.

Головное сооружение Садковского сброса представляет собой регулятор с водосливом практического профиля, имеющим длину по гребню 8 м и отметку гребня 23,70 м; отверстие водослива перекрывается плоским щитом, который при необходимости пропуска воды двигается по пазам при помощи электролебедки. Гашение энергии ниспадающего потока воды через водослив практического профиля



осуществляется прямоугольным в плане водобойным колодцем, расположенным непосредственно у подошвы водослива. Над водосливным оголовком сброса построено здание управления затворами рабочего щита и донных галерей.

За водобойным колодцем головного сооружения сброса на ПК 2+72,5 начинается понурная плита быстротока, являющаяся переходным участком и имеющая длину 15 м, ширину на входе 8 м, а в месте сопряжения с быстротоком – 6 м. Отметка понура быстротока – 19,5 м. Длина быстротока – 55,8 м, падение – 6,5 м, уклон – 0,1 м.

Общая длина водобойного колодца быстротока составляет 24,0 м. На протяжении приблизительно 7 м от начала колодец имеет прямоугольное очертание и постоянную ширину 8,0 м. Далее (до конца) колодец имеет вид раструба с шириной в конце 13,5 м, а боковые вертикальные стенки постепенно переходят в откосы, плавно сопрягающиеся с откосами и дном промежуточного канала, который укреплен мостовой на двойной подготовке.

Консольный перепад представляет собой железобетонный лоток прямоугольного сечения, покоящийся на шести рядах металлических трубчатых опор. В каждом ряду по четыре сваи на обсадных трубах, заполненных железобетоном и замоноличенных сверху массивными железобетонными насадками. Длина лотка – 36 м, ширина лотка в свету – 7,0 м, высота лотка в свету – 2,0 м, уклон лотка – 0,0507. Верхние части ограждающих стенок лотка имеют по всей длине консольные железобетонные плиты, служащие эксплуатационными мостиками и огражденные ажурными металлическими перилами.

По оси сбросного тракта устроена пионерная прорезь шириной по дну 10 м. Проектом было намечено воронку размыва разработать экскаватором для того, чтобы предотвратить при размыве воронки давление грунта на свайные опоры консоли. Однако в связи с тем, что на отметке 7,0 м при разработке воронки были встречены водонасыщенные пески, Ростовдонводстрой и Южгипроводхоз отказались от дальнейшего углубления воронки, учитывая, что водонасыщенные пески не могут создавать угрозы давления грунта на опоры консоли, а оползают по мере размыва воронки. В связи с этим поперечные железобетонные схватки на последних трех рядах свай были подняты от 2,0 до 3,5 м. Берег воронки размыва у корня консольного перепада укреплен каменной мостовой, а в подводной части – каменной наброской.

В ходе работы с документацией были выявлены проблемы, возникшие при вводе Садковского сброса в эксплуатацию. Заключались они в том, что водобойный колодец быстротока не обеспечивал затопление прыжка. При отгоне прыжка у берегов отводящего канала возникали вихревые зоны с обратным течением, и по всему руслу (длиной 90 м) периодически проходила волна с амплитудой, достигающей 0,6 м. Возникающие при отгоне прыжка большие скорости течения размывали каменную отмостку в отводящем канале. Так, в частности, 2 ноября 1958 г. при пропуске расхода  $49,6 \text{ м}^3/\text{с}$  в течение 1,5 часов произошел размыв дна канала, укрепленного каменной мостовой, пролитой цементным раствором, по длине около 25 м.

По заключению специально приглашенной экспертной группы под председательством зав. кафедрой гидравлики НИМИ канд. техн. наук М. М. Скиба, причиной неудовлетворительной работы водобойного колодца явилось его неудачное проектное решение.

Для решения вышеописанной проблемы были дополнительно запроектированы трамплин с двумя рассекателями на первом быстротоке в шести метрах от начала водобойного колодца, бетонное крепление днища и откосов промежуточного канала на длине 30 м за водобойным колодцем; металлический трамплин-рассекатель на консольном перепаде.

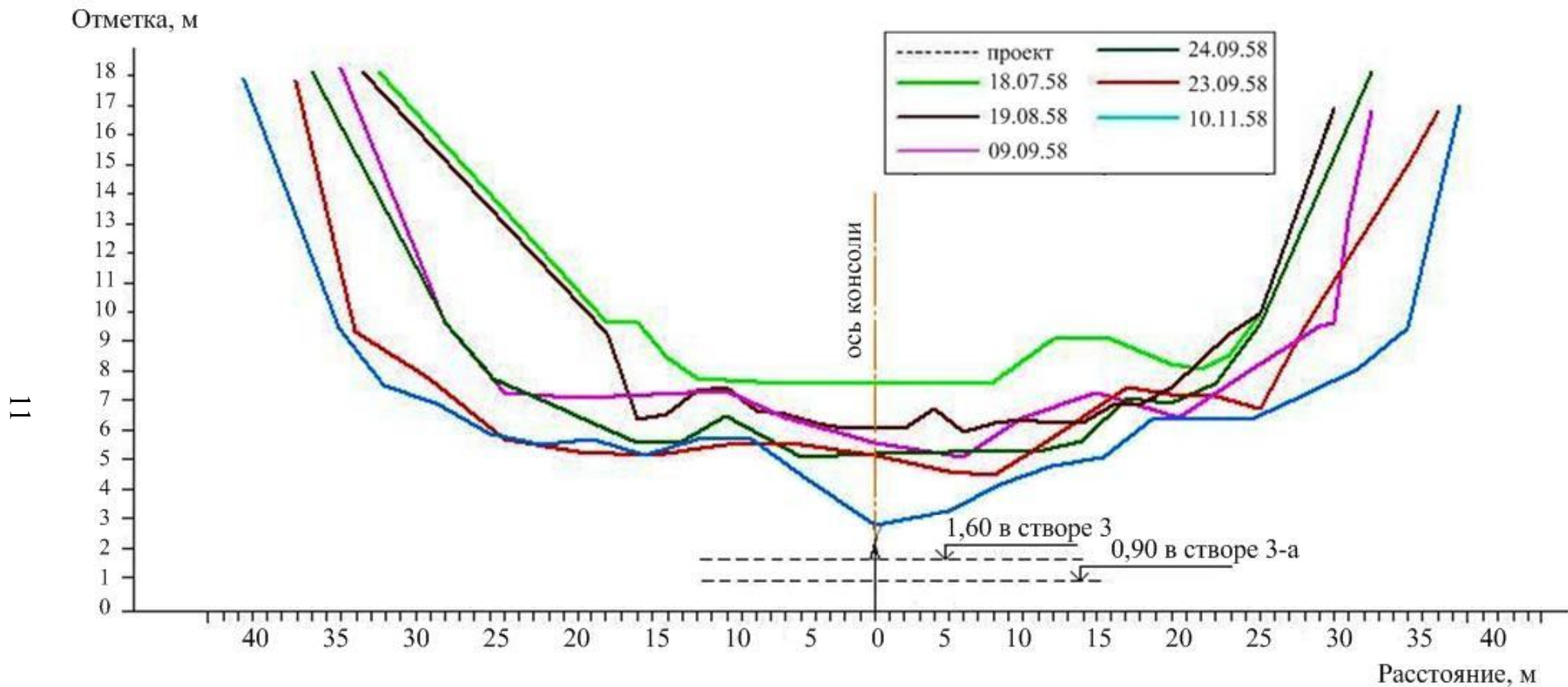
После пропуска воды специалистами Южгипроводхоз были произведены замеры глубин воронки размыва за консолью и вычерчены горизонталы до и после испытания сооружения. Замеры подтвердили удовлетворительное состояние воронки размыва (рисунки 2, 3).

В начальный период эксплуатации концевого водосброса комиссия рекомендовала следующие мероприятия:

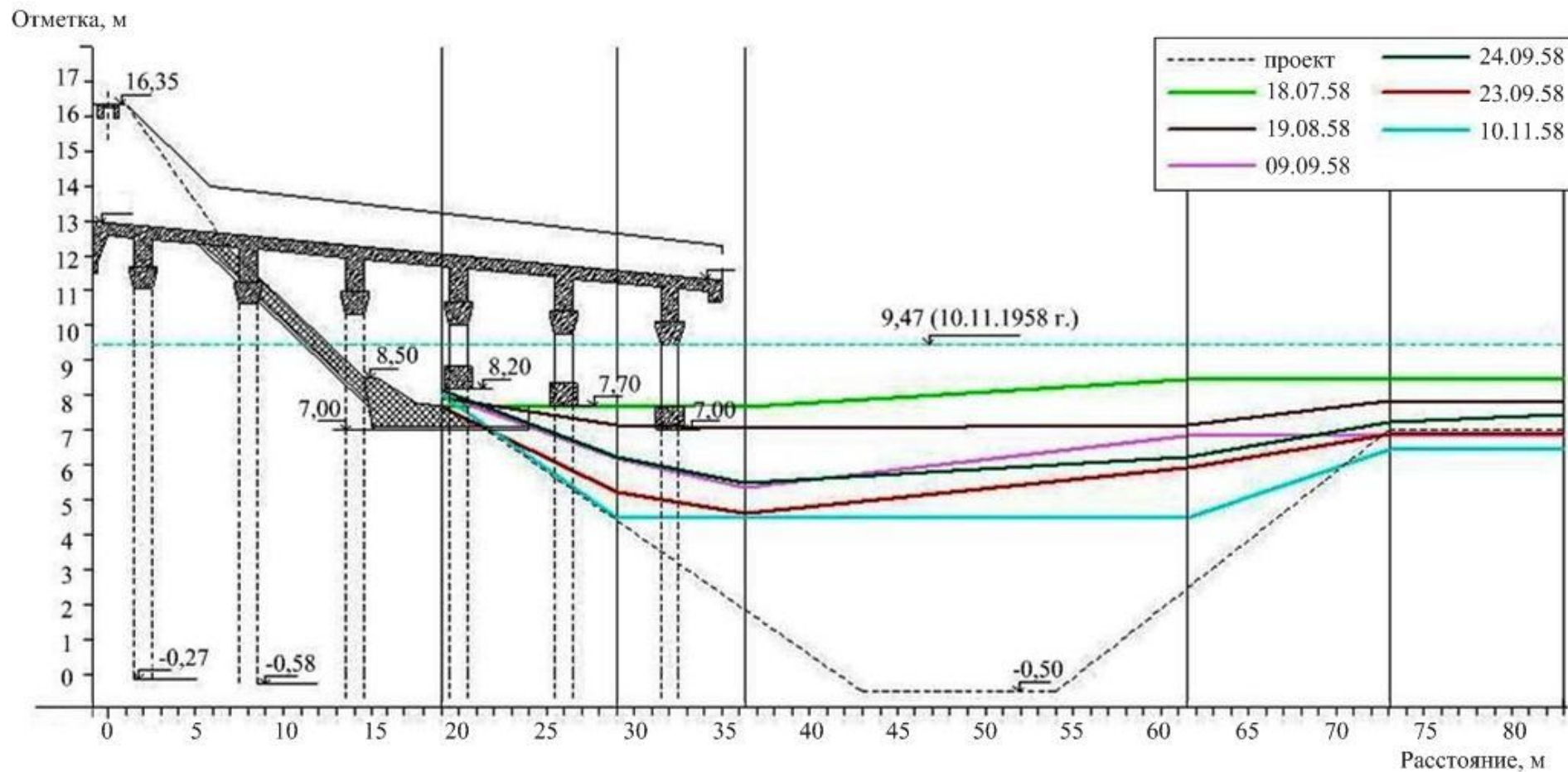
- установить наибольший эксплуатационный расход сброса  $35 \text{ м}^3/\text{с}$  (расходы от  $35$  до  $50 \text{ м}^3/\text{с}$  являются аварийными и могут сбрасываться лишь кратковременно в течение 2–3 суток в случае необходимости срочного опорожнения ДМК);

- установить систематические наблюдения за осадкой сооружений, и в первую очередь лотка консоли, путем периодической нивелировки заложенных мерок и реперов;

- установить систематическое наблюдение за состоянием воронки размыва консольного перепада путем промеров по трем постоянным створам не реже одного раза в месяц.



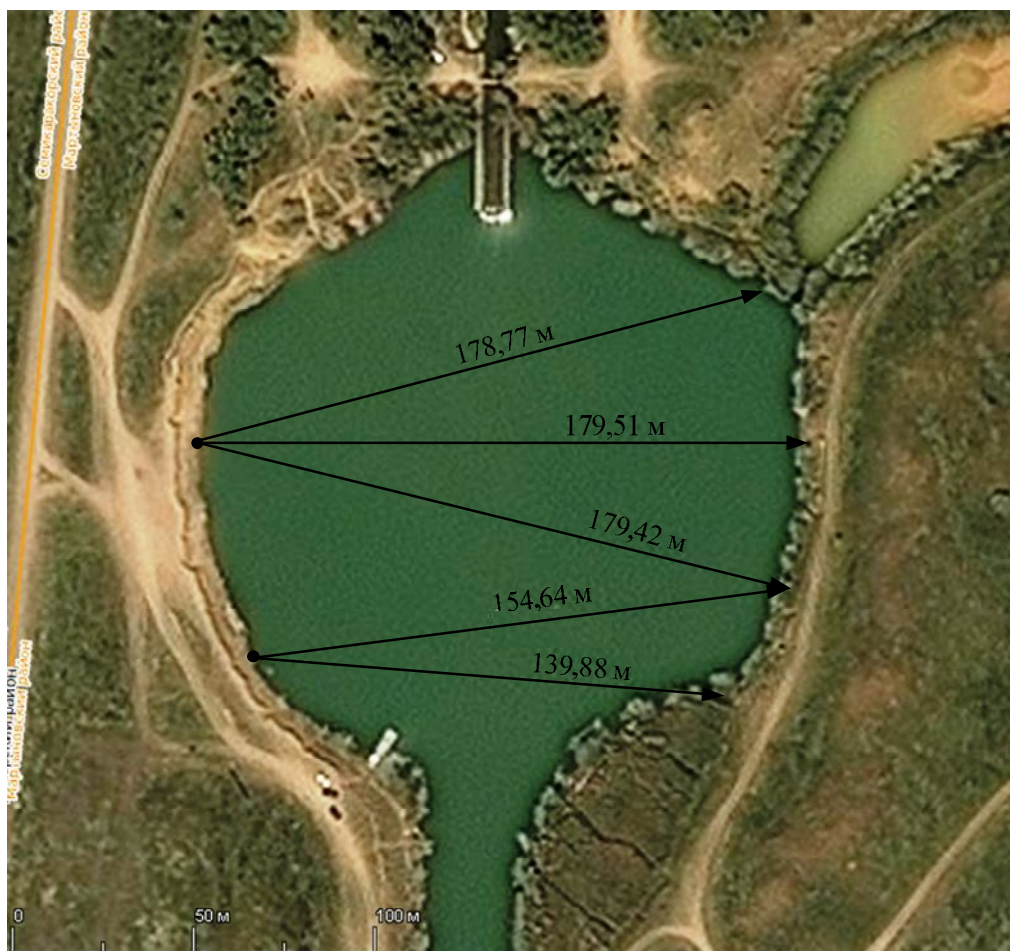
**Рисунок 2 – Наблюдения за размывом воронки консольного перепада за период с 18 июля по 10 ноября 1958 г. (совмещенные поперечные профили)**



**Рисунок 3 – Наблюдения за размывом воронки консольного перепада за период с 18 июля по 10 ноября 1958 г. (совмещенные продольные профили по оси консоли)**

Но, как выяснилось, никаких наблюдений за воронкой размыва не производилось.

Нами с помощью электронного тахеометра с различных позиций была измерена ширина воронки размыва. Результаты измерений показаны на рисунке 4. Глубина воронки размыва составляет 8–10 м.



**Рисунок 4 – Результаты измерений ширины воронки размыва**

Был произведен осмотр берегов воронки размыва (рисунок 5). Берега обрывистые, крутые; по нашим измерениям, расстояние от кромки до уреза воды составляет 6–8 м; постоянно происходит их подмывание и обрушение, т. е. наблюдается высокая активность оползневой процесс, береговой эрозии, что говорит о необходимости срочного проведения мероприятий по укреплению откосов воронки размыва.

В результате визуального обследования выявлено, что техническое состояние лотка консольного перепада находится в работоспособном состоянии, однако требует текущего ремонта, в частности по заделке трещин в боковой части лотка (рисунок 6).



**Рисунок 5 – Берега воронки размыва  
(автор фото А. В. Акопян)**



**Рисунок 6 – Лоток консольного перепада  
(автор фото А. В. Акопян)**

Анализ результатов проведенных наблюдений и измерений показал, что ширина воронки на сегодняшний день увеличилась почти в три раза по сравнению с первоначальными размерами. Глубина воронки на сегодняшний день составляет около 10 м, что показывает увеличение глубины на 8,2 м по сравнению с первоначальной глубиной воронки до пуска воды (1,81 м). Однако данная глубина лежит в пределах нормы, т. к. расчетная (проектная) глубина воронки размыва, не оказывающая опасного воздействия на свайные опоры консоли и упорный зуб, устроенный с обеих сторон от оси консольного перепада, составляет 9,97 м (рисунки 2, 3).

УДК 631.347

**А. Н. Бабичев**

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

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПОРТНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН**

В данной статье приводятся технические характеристики дождевальных машин зарубежного производства: фронтально-кругового перемещения Centerliner 168 CLS производства компании BAUER (Австрия), кругового действия Valley производства компании Valmont Irrigation (США), шлангового барабанного типа Opti Rain компании Ittimec (Италия), установки Monostar BMS-100 производства фирмы Bauer (Австрия), двухконсольного агрегата ДДА-100Т производства ОАО «Херсонские комбайны» (Украина) и унифицированной машины ДМУ «Фрегат» (Украина) – и требования для выбора той или иной дождевальной машины. Для выбора той или иной дождевальной машины предлагается производить анализ пригодности ее по природным и хозяйственным условиям: допустимым уклонам поверхности земли, скоростям ветра; водопроницаемости почвы; качеству дождя; площади, конфигурации и размерам полей; виду сельскохозяйственных культур; потребности в электроэнергии, стоимости машин и оросительной сети, наличию подготовленных кадров для эксплуатации машин, наличию в хозяйстве другой дождевальной техники и др.

Ключевые слова: дождевальные машины, технические характеристики, типы дождевальных машин, требования для выбора дождевальной машины.

Для полива сельскохозяйственных культур созданы различные дождевальные установки, машины, агрегаты и оборудование. Установки получают воду под напором из оросительной сети и не имеют устройств для передвижения по поливаемой площади. Машины также поливают от напора в сети, но имеют свой привод для передвижения. Агрегаты имеют автономное насосно-силовое оборудование и привод

для передвижения. Дождевальную технику можно разделить на следующие основные типы:

- дождевальные машины, работающие позиционно, с питанием от гидрантов закрытых оросителей или забором из открытых оросителей (с механическим или ручным перемещением между позициями);

- дождевальное оборудование, работающее с позиционным расположением намоточного устройства, с дождевальными аппаратами, поливающими в движении с подводом воды по гибкому шлангу;

- дождевальные машины, работающие в движении (с перемещением по кругу или фронтально);

- сезонно-стационарные автоматизированные системы;

- стационарные системы и устройства.

По технологии дождевания (подаче поливной нормы) всю технику разделяют на работающую с прерывистой (циклической) подачей поливной нормы и с непрерывным в течение вегетации снабжением растений влагой в соответствии с изменением их водопотребления (синхронно-импульсное дождевание) [1].

В настоящее время в передовых сельскохозяйственных предприятиях все большее распространение получает импортная мелиоративная техника, которая значительно повышает урожайность, производительность труда и экономические показатели. Институтом им. Л. Погорелого были проведены испытания некоторых импортных дождевальных машин. Результаты данных испытаний представлены ниже [2].

Дождевальная машина фронтально-кругового перемещения Centerliner 168 CLS производства компании BAUER (Австрия). Машина фронтально-кругового перемещения предназначена для полива методом дождевания всех сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные. Подача воды осуществляется по гибкому шлангу от гидрантов закрытой оросительной сети.

Полив растений происходит в движении в фронтальном или круговом режиме. Привод передвижения машины электромеханический с помощью мотор-редукторов.

Работа дождевальной машины осуществляется в автоматическом старт-стопном режиме с интервалом электрического импульса на электродвигатели мотор-редукторов крайних тележек, приводящим в движение машину [2]. Технические характеристики Centerliner 168 CLS производства компании BAUER (Австрия) представлены в таблице 1.



**Таблица 1 – Технические характеристики дождевальной машины Centerliner 168 CLS**

Тип машины	Электрическая, колесная, многоопорная, самодвижущаяся, реверсивная, фронтального и кругового перемещения, с питанием водой по гибкому шлангу от гидрантов закрытой оросительной сети
Привод движения	Электромеханический с помощью мотор-редукторов опорных тележек
Источник энергии	Дизель-генератор
Расход воды, л/с	64
Рабочая ширина захвата, м	344,9
Установка таймера, %	10–100
Средняя рабочая скорость, м/ч (м/мин)	11–105 (0,15–1,75)
Средняя поливная норма за один проход, м <sup>3</sup> /га	60–600
Расход топлива, кг/ч	0,88
Суммарная потребляемая мощность от генератора, кВт	7,5
Удельный расход горючего, кг/га	2,32
Удельные энергозатраты, кВт·ч/га	19,7
Коэффициент использования мощности генератора	0,55
Габаритные размеры, м:	
длина	344,9
ширина	10,5
высота	5,7
Количество опорных тележек, шт.	6

Дождевальная машина кругового действия Valley производства компании Valmont Irrigation (США). Машина Valley предназначена для полива дождеванием сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные, на полях с относительно ровным рельефом. Питание водой осуществляется из закрытой оросительной сети, полив – в движении по кругу. Привод передвижения электромеханический с помощью мотор-редукторов.

Машина представляет собой многоопорную конструкцию в виде фермы с консолью. На конце консоли установлены среднеструйный дождевальный аппарат и подкачивающий насос для увеличения ширины захвата машины. Центральная тележка оснащена четырьмя пневматическими колесами. Тележка установлена на бетонной основе и закреплена с помощью цепей. В качестве источника энергии использован дизель-генератор. В конструкции опорных тележек предусмотрена возможность установки колес параллельно оси машины

с помощью шарнира и фиксирующего пальца для транспортировки машины на другую позицию. Технические характеристики дождевальной машины Valley представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Технические характеристики дождевальной машины Valley [2–4]**

Тип машины	Многоопорная, кругового действия, с дождеванием в движении, с питанием от закрытой оросительной сети
Привод движения	Электромеханический с помощью мотор-редукторов опорных тележек
Источник энергии	Дизель-генератор
Расход воды, л/с	105
Рабочая ширина захвата, м	475
Пределы регулирования поливной нормы, м <sup>3</sup> /га	113–1130
Производительность при поливной норме 600 м <sup>3</sup> /га за один час времени, га:	
основного	0,67
переменного	0,62
Площадь орошения с одной позиции, га	141,7
Режим движения машины	Старт-стопный
Расстояние от поверхности земли до распыляющих насадок, м	1,5–1,7
Коэффициент эффективного полива	0,75–0,80
Средний диаметр капель, мм	1,5
Габаритные размеры, м:	
длина	447,5
ширина	5,7
высота	3,55–4,10
Количество опорных тележек, шт.	8
Удельный расход горючего, кг/га	2,73
Потребляемая мощность от генератора, кВт	7,4

Дождевальная машина шлангового барабанного типа Opti Rain компании Irrimes (Италия). Дождевальная машина шлангового барабанного типа Opti Rain 110TG300 модели ST-5 предназначена для полива способом дождевания сельскохозяйственных культур, включая сады и виноградники. Орошение сельскохозяйственных культур выполняется в движении, питание водой – из гидрантов закрытой оросительной сети. Основные составные элементы конструкции дождевальной машины: рама, барабан с полиэтиленовым армированным шлангом и поворотным механизмом, гидравлическая турбина с приводом, устройство для укладки шланга, механизм фиксации машины на позиции, присоединительные рукава, тележка с дождевальной фермой или дождевальным аппаратом.

Шланг наматывается на барабан и передвигает тележку по орошаемому массиву, обеспечивая тем самым движение дождевальной фермы или аппарата.

По результатам испытаний Opti Rain 110 TG300 модели ST-5 можно сделать вывод, что машина применима для орошения большинства сельхозкультур (таблица 3).

**Таблица 3 – Технические характеристики дождевальной машины шлангового барабанного типа Opti Rain**

Тип машины	Дождевальная машина шлангового барабанного типа
Привод передвижения дождевальной фермы	Гидротурбина, за счет намотки шланга на барабан
Источник энергии	Дизель-генератор
Расход воды, л/с	8,23
Давление воды, МПа:	
на входе в машину	0,17
на входе в ферму	0,14
Производительность выполнения технологического процесса при хозяйственной поливочной норме 215 м <sup>3</sup> /га за час времени, га:	
основного	0,14
прерывного	0,13
Режим движения дождевальной фермы	Непрерывный
Рабочая скорость движения дождевальной фермы, м/ч:	
минимальная	8
максимальная	60
Пределы регулирования поливной нормы, м <sup>3</sup> /га:	
минимальная	105
максимальная	770
Рабочая ширина захвата, м	47,6
Слой дождя за проход при скорости 0,5 м/мин, мм	20,3
Коэффициент распределения слоя дождя:	
эффективного полива	0,8
недостаточного	0,15
избыточного	0,05
Средний диаметр капель, мм	1,5
Габаритные размеры, м:	
длина	304,1
ширина	3,8
высота	3,2
Длина водопроводного шланга, м	300
Диаметр шланга, мм	110

Однако следует отметить, что невысокая производительность машины делает ее неэффективной в случае одиночного использова-

ния на многоконтурных массивах. Целесообразно одиночное использование машины на мелкоконтурных полях и полях неправильной конфигурации.

Эффективность машины можно повысить за счет группового использования. Для эксплуатации дождевальных машин от местных источников орошения в качестве дополнительной комплектации поставляются насосные станции различной производительности как с приводом от ВОМ трактора, так и дизельные, которые обеспечивают работу сразу пяти машин [2].

Дождевальная установка Monostar BMS-100 производства фирмы Bauer (Австрия) и двухконсольный агрегат ДДА-100Т производства ОАО «Херсонские комбайны». Установка Monostar BMS-100 и агрегат ДДА-100Т являются техническими средствами орошения, работающими в движении, с забором воды из открытых оросителей. Установка Monostar BMS-100 представляет собой самопередвигающуюся дождевальную ферму, которая состоит из центрального пролета и консоли. Центральный пролет опирается на две опоры – двухколесные тележки, служащие средством передвижения машины. На центральной тележке смонтированы силовой агрегат (дизель-генератор), электронасосный агрегат, всасывающая и напорная линии насоса, система управления установкой, моторные редукторы привода колес тележки.

По результатам сравнительных испытаний дождевальной установки Monostar BMS-100 и дождевального агрегата ДДА-100Т можно сделать вывод, что установка Monostar BMS-100 имеет лучшие качественные показатели, оснащена автоматической системой управления и защиты от аварийных ситуаций (таблица 4).

В установке BMS-100 мобильное изменение позиций может выполняться как на собственной ходовой системе, так и с помощью буксировки другим энергосредством. За счет меньшего расхода воды дождевальная установка BMS-100 имеет меньшую производительность. Поэтому удельный расход топлива по обеим машинам находится на одном уровне, хотя часовые расходы топлива в установке BMS-100 меньше, чем в ДДА-100Т [2].

**Таблица 4 – Технические характеристики установки Monostar BMS-100 и агрегата ДДА-100Т**

Дождевальная машина	Monostar BMS-100	ДДА-100Т
Тип	Электрическая, двухопорная, самопередвигающаяся, фронтального перемещения, с дождеванием в движении и забором воды из открытых оросителей	Двухконсольный дождевальный агрегат с поливом в движении, фронтальным перемещением, забором воды из открытых оросителей
Привод движения	Электромеханический от мотор-редукторов	Трактор Т-150-05
Источник энергии	Дизель-генератор	Трактор Т-150-05
Мощность, кВт	33,0	121,5
Общий расход воды, л/с	34,0	120
Ширина захвата, м	102	120
Скорость движения (рабочая), м/мин	0,3–3,9	12,0–17,2 (вперед), 16,8 (назад)
Средний слой дождя за один проход, мм	5,0–60,0	3,3–4,2
Коэффициент распределения слоя дождя по ширине захвата:		
эффективного полива	0,69	0,61
недостаточного	0,21	0,18
избыточного	0,1	0,21
Средний диаметр капель, мм	0,9	1,1
Габаритные размеры, м:		
длина	5,5	5,35
ширина	86,0	110,3
высота	7,0	5,0
Количество опорных тележек, шт.	2	-
Потребляемая мощность от энергетического средства, кВт	18,1	73,6
Расход горючего, кг/ч	4,59	16,9
Удельный расход горючего при норме полива 200–600 м <sup>3</sup> /га, кг/га	7,52–22,60	7,82–23,50

Дождевальная унифицированная машина ДМУ «Фрегат» (Украина). ДМ многоопорная, самодвигающаяся, поливает в движении от закрытой оросительной сети. Гидропривод тележек работает под давлением воды, отводимой из трубопровода дождевальной машины. На поле дождевальная машина движется по кругу (по ходу часовой стрелки). Технические данные ДМУ «Фрегат» представлены в таблице 5.

**Таблица 5 – Дождевальная машина унифицированная «Фрегат» [5]**

Основные данные	Показатель
Водозабор	От гидранта закрытой оросительной сети или скважин
Площадь полива на одной позиции, га	15,8–111,3
Расход воды, л/с	20–90
Напор на гидранте, м	43–63
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,16–0,31
Минимальная продолжительность оборота машины, ч	21,4–65,0
Длина машины, м	199–571
Число тележек, шт.	7–20
Расстояние между тележками, м:	
гибкий пролет	29,5
жесткий пролет	24,7
Допустимый общий уклон поверхности поля	± 0,05
Допустимый местный уклон для машины без гибких вставок, уклон для первой тележки относительно неподвижной опоры	Не более 0,05
Допустимая разность уклона (с учетом знаков положения каждой тележки относительно двух соседних)	Не более 0,08
Допустимый уклон для машины с гибкими вставками	Не более 0,22
Масса машины (с водой), т	10,1–31,3

Общие конструктивные элементы для всех модификаций ДМУ «Фрегат»: неподвижная опора; водопроводящий трубопровод; самодвигающаяся тележка на жестких металлических колесах с механизмом гидропривода; система автоматического регулирования скорости движения тележек; система механической защиты для автоматического управления скоростью последней тележки; дождевальные аппараты; сливные клапаны; системы электрической или гидравлической защиты; стоп-устройство [6].

Таким образом, для выбора той или иной дождевальной машины необходим анализ пригодности ее по природным и хозяйственным условиям:

- допустимым уклонам поверхности земли;
- допустимым скоростям ветра;
- водопроницаемости почвы (для позиционных машин интенсивность дождя должна быть меньше скорости впитывания воды в почву, а поливная норма – меньше достоевой; скорость машин, работающих в движении, должна быть такой, чтобы слой поданной во-

ды не превышал слоя впитывания за время полива; для машин типа ДДА, подающих поливную норму за несколько проходов, слой дождя за один проход не должен превышать слой впитывания за время прохода);

- качеству дождя (в основном крупности капель);
- площади, конфигурации и размерам полей, которые должны быть согласованы с длиной и шириной захвата дождевальная машины;
- виду сельскохозяйственных культур, в основном их высоте, которую сравнивают с возможностями машины;
- потребности в электроэнергии, стоимости машин и оросительной сети, наличию подготовленных кадров для эксплуатации машин, наличию в хозяйстве другой дождевальной техники и др. [1].

### **Список использованных источников**

1 Мелиорация земель / А. И. Голованов [и др.]; под ред. А. И. Голованова. – М.: КолосС, 2011. – 824 с.

2 Испытаем? (об испытаниях дождевальных установок Институтом им. Л. Погорелого) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zerno-ua.com/?p=5030>, 2014.

3 Каталог продукции Valley [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://дождевалка.рф/wp-content/uploads/2013/09/Katalogproduksii-Valmont.pdf>, 2014.

4 Широкозахватные дождевальные машины Valley [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrotradesystem.ru/products/irrigation/valley/>, 2014.

5 Дождевальная машина унифицированная «Фрегат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fregat.rk.ua/2010-10-13-13-58-09.html>, 2014.

6 Многоопорные дождевальные машины кругового действия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aquaspray.ru/agromelioraciya/mnogoopornje-dojdevalnje-mashinj-krugovogo-peredvij-niya.html>, 2014.

**Д. В. Бакланова, Е. И. Шкуланов, А. М. Баева**

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

## **О НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Рассмотрены основные виды повреждений и дефектов, возникающих при эксплуатации водозаборных сооружений на мелиоративных системах. Выделены основные показатели, необходимые для оценки надежности работы водозаборов. К ним относятся коэффициент готовности, коэффициент технического использования, наработка на отказ, среднее время восстановления, ресурс (гамма-процентный) и удельный вес сооружения или оборудования в аварийных простоях. Рассмотрены показатели, необходимые для характеристики надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов водозаборных сооружений. Для повышения надежности работы водозаборных сооружений мелиоративных систем рекомендуется своевременно проводить текущий и капитальный ремонты, а также оснащать водозаборные узлы надежными системами датчиков для контроля уровней воды в бьефах, открытия затворов, пропускаемых расходов воды, отметок дна в опасных местах размывов или завала наносами, степени заполнения камер отстойников наносами, начала выделения внутриводного льда и обмерзания решеток, появления шуги, движения паводка.

Ключевые слова: надежность, водозаборное сооружение, магистральный канал, техническое обслуживание, мелиоративная система, эксплуатация, ремонт.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах, условиях применения и технического обслуживания [1]. То есть надежность является одним из важнейших свойств, которыми должна обладать система водообеспечения.

Для оценки технического состояния, а также определения показателей надежности водозаборных сооружений на мелиоративной сети необходимо проводить наблюдения за их работой и условиями их эксплуатации.

Наблюдения осуществляются работниками эксплуатирующей организации, которые проходят соответствующий инструктаж и ведут записи в журналах наблюдений, организуют и осуществляют техническое обслуживание водозаборных узлов.

Кроме того, необходимо собирать информацию о поврежденных и отказавших конструктивных элементах, оборудовании и деталях для последующего анализа причин данных явлений. Особенно это относится к такому оборудованию, как насосы, подъемные механизмы и электродвигатели водозаборных сооружений.



Надежность сложной механической системы водозаборных сооружений следует оценивать как для системы в целом, так и по составляющим систему элементам. С этой целью систему следует условно разбить на группы элементов с таким расчетом, чтобы количество отказов внутри каждой группы было минимальным.

Для системы водозаборных сооружений оросительных систем такими группами являются:

- водоприемные сооружения;
- запорно-регулирующая арматура;
- подъемное оборудование;
- электрооборудование, автоматика и контрольные приборы;
- здания и вспомогательные сооружения [2].

К основным видам повреждений и дефектов, возникающих при эксплуатации водозаборных сооружений, относятся:

- наличие сосредоточенных ходов фильтрации в основании сооружений (грифоны в нижнем бьефе);
- наличие и развитие трещин на гранях сооружений, в зонах сопряжения элементов сооружений;
- следы выщелачивания, коррозии бетонных, металлических и каменных конструкций водозаборных сооружений;
- нарушение состояния антикоррозионного покрытия;
- наледи на затворах и механическом оборудовании водозаборных сооружений;
- нарушение уплотнений на затворах водозаборных сооружений;
- деформации и повреждения металлоконструкций плоского подъемно-опускного затвора (прогибы полок ригелей, трещины в силовых элементах);
- повреждение элементов опорно-ходовых и закладных частей подъемно-опускного затвора;
- повреждения тяговых цепей подвески подъемно-опускного затвора;
- дефекты и повреждения в виде сколов или зон истирания, сквозных отверстий; с обнажением или оголением арматуры, с коррозией арматуры и т. п.;
- наличие на поверхности отслаивания, выкрашивания, коррозии арматуры, высолов и т. п.;
- дефекты и повреждения бетона устоев водозаборных сооружений;
- осадки устоев водозаборных сооружений;

- разрушение креплений понура и рисбермы водозаборных сооружений;

- размыв нижнего бьефа водозаборного сооружения [3].

При выборе показателей надежности необходимо учитывать, что надежность водозаборных сооружений характеризуется безотказностью, ремонтпригодностью и долговечностью.

Для оценки надежности водозаборных сооружений достаточно следующих показателей [2]:

- коэффициент готовности – вероятность того, что сооружение будет работоспособно в произвольно выбранный момент времени в промежутках между выполнениями планового технического обслуживания. Коэффициент готовности определяется по формуле:

$$K_{\Gamma} = \frac{T}{T + T_{\text{в}}},$$

где  $T$  – время производительной работы системы, сут;

$T_{\text{в}}$  – время восстановления системы, сут;

- коэффициент технического использования, характеризующий одновременно безотказность и ремонтпригодность системы:

$$K_{\text{T}} = \frac{t_{\text{сум}}}{t_{\text{сум}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{осбл}}},$$

где  $t_{\text{сум}}$  – суммарная продолжительность производительной работы за период наблюдения, сут;

$t_{\text{осбл}}$  и  $t_{\text{рем}}$  – время, затраченное соответственно на техническое обслуживание и ремонт, сут;

- наработка на отказ – показатель безотказности, определяется по формуле:

$$T = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^N t_i,$$

где  $m$  – число отказов, шт.;

$N$  – число систем, за которыми ведется наблюдение, шт.;

$t_i$  – наработка на отказ  $i$ -го элемента системы;

- среднее время восстановления – показатель ремонтпригодности:

$$T = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^N t_{\text{в}i},$$

где  $t_{\text{в}i}$  – среднее время восстановления  $i$ -го отказа, сут;

- ресурс (гамма-процентный)  $t_{\gamma}$  – показатель долговечности:

$$P(t_{\gamma}) = \frac{\gamma}{100}, \quad (1)$$

где  $P$  – вероятность;

$t_{\gamma}$  – ресурс;

$\gamma$  – процент действующих систем водозабора, %;

- удельный вес сооружения или оборудования в аварийных простоях:

$$\delta' = \frac{T'_B}{T_B} 100 \%,$$

где  $T'_B$  – среднее время восстановления оборудования или сооружения, сут;

$T_B$  – среднее время восстановления системы, сут.

Надежность элементов водозаборных сооружений следует оценивать с учетом того, являются ли они восстанавливаемыми или невосстанавливаемыми.

Для характеристики надежности восстанавливаемых элементов водозаборных сооружений используют следующие показатели [2]:

- наработка на отказ:

$$T'' = \frac{1}{m''} \sum_{i=1}^{m''} t_i'',$$

где  $m''$  – число отказов детали или элемента, шт.;

$t_i''$  – наработка на отказ  $i$ -й детали или элемента;

- параметр потока отказов – среднее количество отказов элемента в единицу времени:

$$w'' = \frac{m_j}{M_j \Delta t},$$

где  $m_j$  – число элементов, отказавших за время  $\Delta t$ , шт.;

$M_j$  – число элементов, оставшихся работоспособными к началу момента  $\Delta t$ , шт.;

$\Delta t$  – период, в пределах которого возможно появление отказа элемента, сут;

- среднее время восстановления:

$$T''_B = \frac{1}{m''} \sum_{i=1}^{m''} t_{Bi}'',$$

где  $m''$  – число отказов элемента, шт.;

$t_{Bi}''$  – время отыскания и восстановления  $i$ -го отказа, сут;

- удельный вес элемента в ненадежности оборудования или сооружения:

$$\delta'' = \frac{T_B''}{T_B'} 100\%,$$

где  $T_B''$  – среднее время восстановления элемента, сут;

$T_B'$  – среднее время восстановления оборудования или сооружения, сут;

- гамма-процентный ресурс, рассчитывается по формуле (1).

Для невозстанавливаемых элементов используют следующие показатели [2]:

- интенсивность отказов, определяется по формуле:

$$\lambda'' = \frac{m_i}{M_i \Delta t},$$

где  $m_i$  – число элементов, отказавших за время  $\Delta t$ , шт.;

$M_i$  – число элементов, оставшихся работоспособными к началу момента  $\Delta t$ , шт.;

$\Delta t$  – период, в пределах которого возможно появление отказа элемента, сут;

- среднее время замены резервным элементом:

$$T_3'' = \frac{1}{m''} \sum_{i=1}^{m''} t_{3i}'',$$

где  $m''$  – число отказов элемента или детали, шт.;

$t_{3i}''$  – среднее время замены  $i$ -й детали или элемента резервным, сут;

- удельный вес невозстанавливаемого элемента в ненадежности оборудования или сооружения:

$$\delta'' = \frac{T_3''}{T_B''} 100\%,$$

где  $T_3''$  – среднее время замены резервным элементом, сут;

$T_B''$  – среднее время восстановления оборудования, сут;

- гамма-процентный ресурс, рассчитывается по формуле (1).

В результате натурных обследований водозаборных сооружений Садковского и Пролетарского магистральных каналов (рисунки 1, 2) в 2014 году сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» установлены элементы, нуждающиеся в ремонте и восстановлении конструкций, – подъемные механизмы, рабочее запорно-регулирующее оборудование, которое подвержено коррозии, разрушению и износу.



**Рисунок 1 – Здание управления затворами головного водозаборного сооружения Садковского канала (источник – технический паспорт сооружения)**



**Рисунок 2 – Водозаборное сооружение на Пролетарском магистральном канале (автор фото Е. И. Шкуланов)**

Кроме того, на водозаборном сооружении Пролетарского магистрального канала наблюдается подмыв откосов за водобоем по длине до 40 м.

Для повышения надежности работы существующих водозаборных сооружений мелиоративных систем необходимо осуществлять техническое обслуживание всех конструктивных элементов и меха-

нического оборудования данных сооружений, своевременно проводить текущий и капитальный ремонты, а также оснащать водозаборные узлы надежными системами датчиков, которые позволяют контролировать уровни воды в бьефах, открытие затворов, пропускаемые расходы воды, отметки дна в опасных местах размывов или завала наносами, степень заполнения камер отстойников наносами и их промыв, начало выделения внутриводного льда и обмерзания решеток, появление шуги, движение паводка и т. п.

Налаженная система оповещения и основанная на этой базе автоматизация всех процессов, безусловно, улучшат организацию службы эксплуатации и повысят надежность работы водозаборов.

### **Список использованных источников**

1 ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1990-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 24 с.

2 Волоховский, Г. А. Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения: справочник / Г. А. Волоховский. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 224 с.

3 Инструкция о порядке определения критериев безопасности и оценки состояния гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и в организациях: РД 03-443-02: утв. Госгортехнадзором России 04.02.02: введ. в действие с 10.06.02. – 14 с.

УДК 631.11:556.164

**Н. И. Балакай**

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

## **ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Целью работы являлся анализ практики применения гидротехнических сооружений для снижения поверхностного стока талых и дождевых вод с земель сельскохозяйственного назначения. Установлено, что по целевому назначению они объединяются в группы: сооружения для регулирования и задержания поверхностного стока на водосборах (террасы, водозадерживающие валы, распылители стока, склоновые лиманы);

сооружения для перехвата и отвода поверхностного стока, поступающего с водосборов (водоотводные (водоподводящие) валы, нагорные каналы); головные (вершинные) сооружения для сброса концентрированного стока (быстроотоки, ступенчатые перепады, консоли); сооружения для регулирования и задержания стока в балках, оврагах и поймах рек (запруды, пруды, пойменные лиманы). Гидротехнические сооружения устраивают для регулирования критических масс поверхностного стока, когда интенсивность дождя превышает впитывающую способность почвы, а масса осадков превышает емкость микрорельефа.

Ключевые слова: поверхностный сток, размыв, смыв, оврагообразование, гидротехнические сооружения, земли сельскохозяйственного назначения.

Одним из приемов регулирования поверхностного стока с земель сельскохозяйственного назначения является использование гидротехнических сооружений. Гидротехнические сооружения проектируются в том случае, если остальные элементы почвозащитной системы не в состоянии предотвратить поверхностный сток на пашне и овражно-балочных землях.

Гидротехнические сооружения позволяют не только защитить почву от размыва и смыва, но и улучшить гидрологический режим склоновых земель, освоить ранее не пригодные земли для сельского хозяйства.

По целевому назначению гидротехнические сооружения объединяются в следующие группы:

- сооружения для регулирования и задержания поверхностного стока на водосборах, которые включают различного типа террасы, водозадерживающие валы, распылители стока, склоновые лиманы [1, 2];

- сооружения для перехвата и отвода поверхностного стока, поступающего с водосборов. К ним относятся водоотводные (водоподводящие) валы, нагорные каналы;

- головные (вершинные) сооружения для сброса концентрированного стока: быстроотоки, ступенчатые перепады, консоли;

- сооружения для регулирования и задержания стока в балках и оврагах, а также в поймах рек. Это различного типа запруды, пруды, пойменные лиманы.

К сооружениям для регулирования и задержания поверхностного стока на водосборах относятся следующие.

Террасы – это земляные сооружения, создаваемые на склонах. Применяют их в целях защиты почв от эрозии, улучшения гидрологического режима склонов и создания условий для освоения их в сельском и лесном хозяйстве.

По целевому назначению, условиям местности и технологии устройства выделяются три типа террас: гребневидные террасы с широким основанием, траншейные и ступенчатые. Терраса состоит из материкового откоса, полотна террасы и насыпного откоса. Размеры террас должны обеспечивать полное поглощение стока с межтеррасных участков и отвечать агротехническим требованиям хозяйственного их использования с учетом применения механизмов. Террасы обеспечиваются переездами с одной на другую, а глухие (односторонние) террасы должны иметь разворотные площадки для орудий и механизмов [2, 3].

Водозадерживающие валы – сооружения, эффективные на территориях, охваченных процессами оврагообразования. Представляют собой земляную насыпь и выемку. Поперечное сечение и элементы этого сооружения обусловлены размерами и характером использования водосборной площади. Высота насыпи валов принимается не более 1,5–1,8 м.

Размещают их непосредственно вблизи вершин оврагов, что позволяет свести к минимуму использование пахотных земель под гидротехнические сооружения. Если необходимо разместить вблизи оврага несколько валов, то поступают следующим образом:

- сооружают несколько водозадерживающих валов вблизи вершины оврага, которые своей емкостью обеспечивают задержание расчетного стока;

- водозадерживающие валы размещают равномерно по всей площади водосбора;

- кроме вала у вершины оврага водозадерживающие валы размещают вблизи существующих на водосборе рубежей (дорог, лесных полос, границ полей и др.);

- применяют сочетания водозадерживающих валов с водоотводными валами или другими видами сооружений [2].

Распылители стока – это один из самых простых гидротехнических приемов воздействия на концентрацию поверхностного стока непосредственно на водосборной площади. Стекающая вода концентрируется в результате встречи на пути движения мелких струй каких-либо препятствий в виде изменений состояния уровня поверхности стока.

Основной задачей их является отвод потока от выработанного им направления движения и распыление его на мелкие струйки. Рас-



пылители стока по бороздам, канавам и другим углублениям в поверхности склонов располагаются под углом в  $45^\circ$  к оси потока. Устанавливаются они через каждые 10–15 м, образуя изолированные участки, в пределах которых снижаются скорость и объем стекающей воды. Для отвода воды с этих участков насыпаются земляные валики высотой на 20 см больше, чем глубина борозды (канавы), с шириной основания не менее 50 см.

Перед валиком в бровке борозды делают прокопы, земля из которых используется на насыпку тела валиков. Дну прокопа придается уклон в 0,01–0,02, который исключает размыв грунта протекающей по прокопу водой.

Для регулирования концентрированного стока по ложбинам наиболее целесообразно устраивать стреловидные распылители стока. В этом случае сток распыляется на две части и отводится на склон по обе стороны от ложбины. В конце стреловидной насыпи устраиваются ровные площадки, на которых гасится скорость отведенной воды и распыляется сток. Общая высота стреловидного распылителя должна быть на 15–20 м выше уровня склона по обе стороны ложбины. Боковые ответвления выходят на склон не менее чем на 3–5 м от бровки ложбины, а располагаются они через каждые 60–80 м.

Склоновые лиманы – это участки склонов, ограниченные по нижнему краю горизонтальными земляными валами с боковыми шпорами, которыми задерживается поверхностный сток. Их устраивают на пологих склонах с уклоном до 0,002, а также по ложбинам склонов для влагозарядкового орошения территории путем затопления ее слоем воды. Это приводит к улучшению режима поверхностного стока, уменьшению смыва и размыва почвы, снижает опасность образования оврагов, улучшает общий гидрологический режим территории [1, 3].

В зависимости от объема поступающего стока с водосбора применяют простые или многоярусные лиманы. Они по глубине затопления подразделяются на лиманы мелкого (0,2–0,3 м) и лиманы глубокого затопления (0,5 м и более). Ширина лиманов – от 100 до 700 м, а длина не более 600 м. Необходимая площадь питания 1 га лимана обычно колеблется от 6 до 15 га площади водосбора. Высота земляных валов, которыми ограничиваются лиманы, зависит от глубины воды у вала плюс запас в 0,3–0,5 м. Когда размер лимана бывает

больше указанных величин, его разделяют земляными валами на отдельные секции.

Для перехвата и отвода поверхностного стока, поступающего с водосборов, используют следующие сооружения.

Водоотводные (водоподводящие) валы – земляные сооружения, которые служат для перехвата и отвода (подвода) поверхностного стока. Наиболее часто они используются для подвода поверхностного стока к головным или сбросным овражным сооружениям. Несколько реже вода с водосборной площади отводится с помощью таких валов к водозадерживающим валам или к искусственным и естественным водоприемникам (реки, пруды, хорошо задернованные балки). Водоотводные валы в пределах водосборной площади могут применяться самостоятельно или же в сочетании с водозадерживающими валами. Одни они используются в том случае, когда устройство водозадерживающих валов исключается из-за сложности рельефных условий, наличия зданий, дорог и других сооружений в местах строительства, а также когда они не оказывают существенного влияния на общую величину стока воды с водосбора [3].

Нагорные канавы служат для перехвата, задержания или отвода поверхностных вод в пределах водосбора. Они бывают водосборно-регулирующие или водосборно-сбросные. Водосборно-регулирующие канавы рассчитываются на полное или частичное задержание поверхностного стока за счет водозадерживающей емкости. Они применяются в двух случаях: когда необходим общий гидрологический режим в условиях сухих склонов и когда отсутствуют естественные или искусственные водоприемники, куда можно отвести сток. Размещают их равномерно по площади водосбора.

Водосборно-сбросные канавы устраиваются непосредственно на склонах, перед вершинами балок или оврагов, а также у подножий склонов. Основная цель этих сооружений – перехват поверхностного стока и отвод его в естественные или искусственные водоприемники или подвод поверхностного стока к сбросным сооружениям. Обвалованные канавы применяют для того, чтобы обеспечить пропуск той части жидкого и твердого стока, которая поступает с оврагов и балок. Они устраиваются от выраженного русла в балке или овраге через устье и прилегающие к устью площади до естественного или искусственного водоприемника. Такие канавы позволяют защитить от заносов овражно-балочными выносами расположенные в устьях сельско-

хозяйственные угодья, населенные пункты, хозяйственные строения, дороги. Однако их следует применять в сочетании с мелиоративными работами в пределах всей водосборной площади и в руслах балок и оврагов. Устраиваются каналы трапецевидной формы с полуторными откосами, а размеры в каждом отдельном случае зависят от величины и характера поступающего стока [1, 3, 4].

К головным (вершинным) сооружениям для сброса концентрированного стока относятся следующие:

- быстроток – это тип сбросных сооружений, который обеспечивает перевод воды с одного (высокого) уровня на другой (низкий), когда вода на всем протяжении движется единым потоком, не отрываясь от дна сооружения. Для устройства быстроток могут использоваться различные строительные материалы: фашины, дерево, кирпич, бутобетон, железобетон;

- ступенчатые перепады – это сооружения, которые устраивают для сброса воды по пологим и со значительной протяженностью откосам. Перепады могут быть многоступенчатыми, одно- или двухступенчатыми. Сущность работы ступенчатого перепада заключается в том, что приобретенная скорость потока при движении по горизонтальному или слабонаклонному дну ступени должна гаситься при падении на последующую ступень. Общий перепад уровня, на который сбрасывается вода, равномерно распределяется по ступеням. Площадкам ступеней придается небольшой уклон (до 0,01) в направлении движения потока, а в вертикальной стенке в конце ступени устраиваются отверстия размером 10×10 или 20×20 см;

- консоли – сооружения, применяемые для сброса воды в глубокие овраги. В этом случае они более экономичны по стоимости, чем быстроток и перепады. По конструкции консольный перепад похож на быстроток. В отличие от последнего он оканчивается не водобойным колодцем, а резким срезом, с которого вода падает на дно оврага, образуя воронку смыва. В связи с этим консоли не применяют на слабых илистых или мелкопесчаных грунтах, где падающая вода образует глубокие и широкие воронки размыва. Воронка за консолью специально не разрабатывается. Она формируется сама падающей водой до размеров, которые обеспечивают гашение скорости падающего потока. Для лучшего гашения скорости, а следовательно, и сокращения размывающего действия воды в месте образования воронки делается каменная наброска или настил из фашин [3, 5].

Для регулирования и задержания стока в балках и оврагах, а также в поймах рек применяются следующие сооружения.

Пруд – это искусственный водоем, где вода задерживается с помощью построенной поперек русла балки плотины. Объем ее регулируется специальными водопропускными сооружениями. Устраиваются плотины в узких створах балок, дно которых имеет небольшие уклоны (не более 0,006), а склоны выше плотины не подвержены овражным или оползневым процессам и являются удобными для устройства водосбросных сооружений. По характеру использования задержанных вод выделяются пруды сезонного и круглогодичного пользования, а также стокорегулирующие пруды. Пруды сезонного пользования наполняются за счет весеннего стока и используются для нужд хозяйства в течение вегетационного периода, а затем осенью освобождаются от воды. При круглогодичном использовании выпуск воды из пруда допускается только в период поступления весеннего стока. Выпускают же воду из этих водоемов по необходимости, то есть в течение всего года, или же в наиболее засушливые периоды, когда резко сокращается сток в водотоках [2, 3, 5].

Фильтрующие плотины – сооружения, применяемые в районах, где из овражно-балочных систем выносятся большое количество почвенных частиц. Связано это с тем, что основная масса рыхлого и обломочного материала обычно концентрируется в нижней части склонов, где расположены участки сильноэродированных почв и обнажений горных пород. В этих условиях необходимы сооружения, которые бы обеспечили задержание твердой фракции при одновременном регулировании жидкой части стока.

Таковыми сооружениями и являются фильтрующие плотины, которые просты в устройстве, надежны в эксплуатации. Создаются они после урегулирования поверхностного стока на основной части водосбора. Они устраиваются путем перекрытия русла балки или оврага грунтом, который сдвигается бульдозером со склонов. При наличии в местах строительства каменистого материала он в первую очередь насыпается в основании плотины.

Поступающие в период интенсивных ливней наносы обычно вначале откладываются в виде своеобразного шлейфа, который с каждым годом увеличивается в длину, ширину и высоту. Со временем изменяются профиль русла и характер руслового стока, что создает

благоприятные условия для проведения облесительных работ с целью окончательного закрепления русла.

Котлован в период обильных дождей заполняется водой до уровня водослива, расположенного на 1 м ниже высоты гребня плотины, по которому излишняя часть воды сбрасывается за тело плотины [2, 3].

Запруды – это сооружения, распространенные в системе мероприятий для регулирования жидкого стока, прекращения донных размывов, формирования профиля равновесия путем задержания твердой фракции стока в овражно-балочных руслах. Запруды подразделяются на плетневые, фашинные, хворостяные, деревянные, каменные, бетонные и железобетонные. Железобетонные, бетонные и каменные запруды применяются в условиях, когда необходимо защитить от выносов ценные уголья, дороги, жилые и хозяйственные постройки. Они обязательны в оврагах, где имеются созданные в вершинах или отвершках головные вершинные сооружения. Запруды из этих материалов состоят из фундамента, вертикальной стенки, водобойной площадки, защитных боковых стенок (крыльев) и земляной насыпи. Плетневые запруды просты по устройству и эффективны в работе для большинства оврагов с небольшими водосборными площадями. Высота плетневых запруд устанавливается в 0,5 м.

Пойменные лиманы предназначены для частичного перехвата паводковых вод, которые проходят по рекам в период весеннего снеготаяния и выпадения интенсивных ливневых дождей. Особое значение пойменные лиманы приобретают в условиях недостаточного или неустойчивого увлажнения, а также в долинах малых рек, где пропускная способность русел ниже максимальных секундных расходов, которые образуются за счет стока с водосборов бассейнов. Устройство пойменных лиманов в пределах бассейнов, где не обеспечено достаточное регулирование поверхностного стока, позволяет улучшить режим стока рек путем снижения размеров паводков за счет задержания части паводковых вод в нужных местах. Пойменные лиманы позволяют рационально использовать воды поверхностного стока для сельскохозяйственного производства, предохранять определенные участки земель от затопления и заиления, снижать процессы разрушения пойменных земель, обеспечивать задержание и отложение плодородной илистой фракции, поступающей с распаханых водосборов, снижать процессы разрушения берегов и заиления русел и т. д. [4–6].

Высота оградительных дамб пойменных лиманов достигает 1,2–1,5 м. Ширина гребня принимается в 2,5 м, ширина основания – 6–9 м с заложением откосов 1:1,5 или 1:2.

Таким образом, гидротехнические сооружения устраивают для регулирования критических масс поверхностного стока, когда интенсивность дождя превышает впитывающую способность почвы, а масса осадков превышает емкость микрорельефа. Регулируют сток гидротехническими сооружениями на полях севооборота, пастбищах и в многолетних насаждениях.

Гидротехнические сооружения применяют в тех случаях, когда агротехнических и агролесомелиоративных мероприятий недостаточно.

При правильном применении на пашне комплекса мероприятий поверхностный сток талых и ливневых вод можно свести к минимуму и при этом значительно снизить уровень роста оврагов.

#### **Список использованных источников**

1 Система мелиоративных мероприятий для различных типов агроландшафтов, обеспечивающих устойчивость к деградационным процессам и повышение плодородия почв: рекомендации / В. Н. Щедрин [и др.]. – М.: Столичная типография, 2008. – 84 с.

2 Кузнецов, М. С. Эрозия и охрана почв / М. С. Кузнецов, Г. П. Глазунов. – М.: КолосС, 2004. – 352 с.

3 Низамов, Р. М. Региональное землеустройство: методич. указания / Р. М. Низамов, Г. С. Миннуллин. – Казань, 2009. – 42 с.

4 Полуэктов, Е. В. Противоэрозионные мелиорации земель / Е. В. Полуэктов. – Новочеркасск: Лик, 2011. – 251 с.

5 Балакай, Н. И. Основные виды деградации и природоохранные мероприятия для различных типов агроландшафтов / Н. И. Балакай // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. / под общ. ред. Ю. А. Мажайского. – Рязань: Мещерский ф-л ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2008. – Вып. 3. – С. 181–184.

6 Повышение экологической устойчивости различных типов агроландшафтов к деградации почвы на основе применения мелиоративных мероприятий: рекомендации / В. Н. Щедрин [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2009. – 78 с.

**С. Г. Балакай**

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

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО НА ЮГЕ РОССИИ**

Приводится анализ эффективности возделывания сорго на зерно при различных режимах орошения (шесть вариантов) и способах полива: дождевание, поверхностный способ по бороздам, бороздам-щелям, комбинированный полив дождеванием и по бороздам, внутривпочвенный струйный полив при посеве и дождевание в период вегетации. Наиболее эффективным было возделывание сорго на зерно при режиме орошения по схеме варианта 2 с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в расчетном слое промачивания 0,6 м, где урожайность составила 13,9 т/га, условный чистый доход – 66,6 тыс. руб./га. Более высокие показатели дохода и рентабельности среди изученных способов полива наблюдались в вариантах 5 и 6, где условный чистый доход составлял соответственно 84,68 и 83,51 тыс. руб./га, уровень рентабельности – соответственно 297 и 264 %.

Ключевые слова: сорго зерновое, режим орошения, удобрения, влагообеспеченность, линейный рост, развитие, урожайность.

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства является одним из основных условий успешного развития АПК России. В засушливых условиях юга России одним из основных приемов повышения урожайности и доходности сельскохозяйственных культур является орошение.

В данной статье приводятся результаты расчетов экономической эффективности возделывания сорго зернового при различных вариантах режимов орошения и способов полива.

Экономическая эффективность возделывания зернового сорго определялась автором по разработанным технологическим картам для каждого варианта опытов для условий ОАО «Аксайская Нива» с использованием положений современных рекомендаций по определению экономической эффективности [1–3].

В расчетах прямые затраты складываются из затрат на проведение всего агрокомплекса, стоимости семян, горюче-смазочных материалов, удобрений, пестицидов, заработной платы с начислениями, амортизационных отчислений и отчислений на текущий ремонт техники и внутривхозяйственной оросительной сети.

Исходя из сложившихся цен (1 тонна семян стоит 8000 рублей в ценах на 01.12.2013), рассчитана стоимость полученной продукции, а затем определен условный чистый доход как разность выручки от реализации и затрат (без учета налогов).

На всех вариантах опыта при изучении режимов орошения основные агротехнические мероприятия были однотипными, различие заключалось в затратах на орошение, которые зависели от количества поливов и величины поливной нормы на вариантах опыта, а также затрат на транспортировку прибавки урожая основной продукции.

Расчет экономической эффективности возделывания зернового сорго в зависимости от различных режимов орошения при поливах дождеванием приводится в таблице 1.

**Таблица 1 – Экономическая оценка возделывания сорго зернового при разных режимах орошения, 2011–2013 гг.**

Вариант	Урожайность, т/га	Прямые затраты, тыс. руб./га		Условный чистый доход, тыс. руб./га		Уровень рентабельности, %
		всего	в т. ч. на орошение	всего	в т. ч. от орошения	
1) Без орошения	6,5	26,82	-	17,98	-	67
2) 80 % наименьшей влагоемкости (НВ) в слое 0,6 м (контроль, 1,0 м)	13,9	31,42	4,60	84,58	66,60	269
3) 0,8 м	12,2	30,52	3,70	71,88	53,89	235
4) 0,6 м	8,4	29,58	2,76	31,22	13,24	106
5) 70–80 % НВ	12,7	30,77	3,95	79,63	61,65	259
6) 60–80 % НВ	11,5	30,87	4,05	65,93	47,95	214

Как видно из данных таблицы 1, дополнительные прямые затраты, связанные с орошением, возрастали от 2,76 тыс. руб./га на варианте 4 до 4,60 тыс. руб./га на варианте 2, где было проведено большее количество поливов и создавались более благоприятные условия увлажнения для роста и развития растений и при этом отмечалось увеличение урожайности зерна от 8,4 т/га до 13,9 т/га и условного чистого дохода соответственно от 31,22 до 84,58 тыс. руб./га. Возросла и рентабельность соответственно с 106 % до 269 %.

По сравнению с вариантом без орошения урожайность увеличилась во втором варианте с 6,5 до 13,9 т/га, а рентабельность – с 67 до 269 %.



Современная технология орошения предполагает наличие в достаточном количестве поливной техники. Однако анализ состояния мелиоративного комплекса показывает, что обеспеченность дождевальной техникой сельхозтоваропроизводителей составляет в субъектах ЮФО порядка 25–30 %, причем из них современной поливной техники всего 2–5 % от всей потребности. В этих условиях проблема выбора оптимальных способов полива является актуальной. В наших исследованиях изучалось несколько способов полива: дождевание; поверхностные поливы по бороздам; комбинированные поливы – сочетание дождевания и поверхностного способа полива, дождевания и внутрпочвенного струйного полива при посеве [4, 5].

Результаты расчетов экономической эффективности возделывания сорго при различных способах полива приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Эффективность возделывания сорго при различных способах полива, 2011–2013 гг.**

В тыс. руб./га

Вариант	Затраты на производство	Урожайность, т/га	Оценка стоимости продукции		Условный чистый доход	Уровень рентабельности, %
			урожая	прибавки урожая		
1) Без орошения	26,82	6,90	55,2	-	28,38	106
2) Дождевание	31,42	13,55	108,4	53,2	76,98	245
3) Борозды, полив в каждый ряд	28,20	12,70	101,6	46,4	73,40	260
4) Борозды-щели, полив через ряд	28,06	11,40	91,2	36,0	63,14	225
5) Дождевание и борозды-щели	28,52	14,15	113,2	58,0	84,68	297
6) Внутрпочвенный полив и дождевание	31,69	14,40	115,2	60,0	83,51	264

Данные таблицы 2 показывают, что более затратными оказались способы полива дождеванием в вариантах 2 и 6 за счет отчислений на амортизацию и текущий ремонт и стоимости энергоресурсов. Здесь затраты составили соответственно 31,42 и 31,69 тыс. руб./га против 28,06 и 28,2 тыс. руб./га при поливе поверхностными способами в вариантах 3 и 4 соответственно.

Прибавка урожая была выше в вариантах 2, 5 и 6, где стоимость этой прибавки составила соответственно 53,2, 58,0 и 60,0 тыс. руб./га. В этих вариантах были более высокими показатели условного чистого

дохода (в 5-м варианте 84,68 тыс. руб./га и в 6-м варианте 83,51 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (соответственно 297 и 264 %).

Таким образом, при поливе дождеванием наиболее эффективным было возделывание сорго на зерно при режиме орошения с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в расчетном слое промачивания 0,6 м, где урожайность составила 13,9 т/га, условный чистый доход – 66,6 тыс. руб./га. При сравнении различных способов полива наиболее высокие показатели дохода и рентабельности обеспечили комбинированные способы полива (дождевание – борозды-щели и внутрипочвенный полив – дождевание), где условный чистый доход составил соответственно 84,68 и 83,51 тыс. руб./га, а уровень рентабельности – соответственно 297 и 264 %.

### **Список использованных источников**

1 Методика экономических исследований в агропромышленном производстве / под ред. В. Р. Боева. – М.: РосНИИ по социальным и кадровым проблемам, 1995. – 218 с.

2 Методические рекомендации по определению эффективности сельскохозяйственного производства. – М.: ВНИЭСХ, 1997. – 68 с.

3 Минаков, И. А. Эффективность инвестиции зернового производства / И. А. Минаков, Н. Н. Евдокимов // Зерновые культуры. – 2000. – № 3. – С. 3–6.

4 Пат. 2483516 Российская Федерация, МПК А 01 С 7/20. Устройство для внутрипочвенного полива семян при посеве / Балакай Г. Т., Балакай Н. И., Балакай С. Г., Бабичев А. Н.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «РосНИИПМ». – № 2012107924/13; заявл. 01.03.12; опубл. 10.06.13, Бюл. № 16.

5 Устройство и технология внутрипочвенного струйного полива высеваемых семян [Электронный ресурс] / Г. Т. Балакай, С. Г. Балакай, Н. И. Балакай, А. Н. Бабичев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. период. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 3(03). – 11 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=37&id=47>.

**В. К. Брель, В. А. Шадских, В. О. Пешкова, В. Е. Кижаяева**

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Энгельс-23,  
Российская Федерация

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОСМЕСЕЙ, СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПО БЕЛКУ, В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**

На основе экспериментальных данных разработан технологический процесс возделывания кормосмесей, сбалансированных по содержанию и составу белков, в сухостепной зоне Саратовского Поволжья в условиях орошения. Выявлены особенности агротехники, рекомендуемых для экологической чистоты производства и качества урожая. Определена экономическая эффективность возделывания кормосмесей в зависимости от особенностей технологического процесса. Технологический процесс возделывания многокомпонентной кормосмеси, разработанный ВолжНИИГиМ, имеет преимущество перед общепринятыми технологиями, так как позволяет не тратить ресурсы на междурядные обработки, уменьшает на 10–12 % энергопотребление и на 8–10 % затраты воды при сохранении планируемых урожаев.

Ключевые слова: орошение, экологическая безопасность, агротехнические приемы, кормосмесь, технология возделывания, смешанные посевы.

Создание прочной кормовой базы имеет особо важное значение в условиях развития производства животноводческой продукции в Поволжском регионе [1].

Производимые корма часто не соответствуют предъявляемым требованиям и не покрывают недостаток белка в кормах даже при балансировке кормовых рационов. Использование сельхозкультур с низким содержанием кормовых единиц приводит к значительному перерасходу и увеличению себестоимости продукции животноводства.

Наиболее эффективным способом ликвидации дефицита белка в корме является обогащение его соевым протеином. В сое содержится до 48 % протеина, притом соевый белок значительно дешевле горохового белка, кормовых дрожжей и рыбной муки.

Перспективным методом обогащения кормов белком для крупного рогатого скота является выращивание кормосмесей, в состав которых входит соя. Двух-, трех-, четырехкомпонентные травосмеси, состоящие из сорго, суданки, кукурузы, подсолнечника с соей, обеспечивают получение сбалансированных по белку кормосмесей, кото-

рые могут использоваться в виде зеленого корма или закладываться на силос [2].

На основании исследований ВолжНИИГиМ, анализа научно-технической литературы, передового опыта ведущих сельскохозяйственных предприятий Поволжья разработан типовой технологический процесс выращивания кормовых культур и кормосмесей, обеспечивающий получение гарантированного урожая кормосмесей не ниже 70–80 ц/га к. е. и содержание в 1 кормовой единице не менее 105–110 г переваримого протеина, сбалансированного по белку [3].

Рассмотрим отдельные этапы технологического процесса возделывания кормосмесей в смешанных посевах при орошении в условиях Саратовского Заволжья. Использование семян лучших сортов кормовых сельскохозяйственных культур способствует успешному развитию производства, базирующемуся на единстве принципов эффективности ресурсосбережения и экологической безопасности. При формировании высокопродуктивных агроценозов кормовых трав для возделывания выбирают наиболее перспективные сорта [4].

Основным условием при выборе сортов сорго и суданской травы для возделывания в смешанных посевах является их продуктивность.

Сорта сорго и суданской травы должны быть устойчивы к полеганию – как прикорневому, так и стеблевому. Полегание растений не позволяет вести интенсивное орошение, ухудшает условия роста и развития растений, снижает их продуктивность и затрудняет проведение уборочных работ. При возделывании в смешанных посевах сои с сорго и суданской травой выбираются сорта, обладающие высокой степенью устойчивости к загущению травостоя, не полегающие и хорошо ветвящиеся.

Отвечают таким требованиям районированные сорта сои Бара, Самер 1, Самер 3, Соер 4, Приморская 13; сорта сорго Волжское 51, Камышенское 8 и гибрид Силосное 88; сорта суданской травы Зональная 6, Кинельская 100, Спартанка, Саратовская 1183 [5].

Для хозяйств, располагающих площадью поливных земель не менее 1000–1500 га, эффективной будет следующая схема севооборота: 1 – однолетние травы + люцерна, 2 – люцерна, 3 – люцерна, 4 – озимая пшеница, 5 – многокомпонентная кормосмесь.

В хозяйствах, имеющих небольшие орошаемые участки (до 500 га), наиболее целесообразно использовать севооборот с короткой ротаци-

ей, т. е. четырехпольный, с чередованием культур: озимая пшеница – многокомпонентная травосмесь – злаково-бобовые травосмеси – соя.

В разработанном технологическом процессе возделывания кормосмеси следует последовательно проводить лущение стерни после зерновых и зернобобовых культур или дискование тяжелыми боронами после многолетних трав и пропашных культур, зяблевую вспашку, выравнивание почвы и внесение гербицидов и удобрений.

Сорго считается малотребовательной к плодородию почв культурой и дает удовлетворительные урожаи зеленой массы и на бедных почвах.

В условиях орошения получение высоких урожаев невозможно без применения удобрений. Под сою требуются минеральные удобрения при недостаточных запасах в почве подвижных форм питательных элементов с обязательной активизацией биологической азотфиксации бактериальными удобрениями.

С единицей урожая сорго и суданская трава выносят из почвы 0,27 кг азота, 0,1 кг фосфора и 0,2 кг калия; соя – 0,55 кг азота, 0,55 кг фосфора и 0,75 кг калия.

Во всех районах Поволжья наряду с простыми минеральными удобрениями следует использовать сложные и комплексные удобрения: нитроаммофос, нитроаммофоску, аммофос, нитрофос. Следует обязательно применять бактериальные удобрения ризоторфин, нитрагин, способствующие образованию на корнях сои клубеньков с бактериями, которые обеспечивают фиксацию азота из воздуха.

Расчет доз внесения минеральных удобрений проводится на основе балансового метода с использованием результатов агрономического анализа почвы на основе прогнозного ротационного баланса, детерминированного в зависимости от гумусированности и уровня эффективного плодородия каждого отдельного поля.

Фосфорные и калийные удобрения вносят осенью под основную обработку почвы вследствие их хорошей закрепляемости и отсутствия потерь. Азот можно вносить осенью в виде мочевины или аммиака. Аммиачную селитру, содержащую азот в легкоподвижной форме, целесообразно применять в весенне-летний период под предпосевную обработку почвы.

Семена сорго, суданской травы, подсолнечника и сои должны быть подготовлены к посеву и отвечать по посевным качествам уста-

новленному стандарту. К посеву допускаются семена первого класса посевного стандарта; в отдельных случаях можно использовать и семена второго класса (ГОСТ Р 52325-2005, ГОСТ 9669-75).

Биологически оптимальные сроки сева многокомпонентной травосмеси наступают при среднесуточной температуре воздуха 15–16 °С. Такие условия создаются в Поволжье в первой-второй декаде мая. Семена, обработанные пленкообразующими препаратами, можно высевать при температуре воздуха 10 °С или в календарных сроках с III декады апреля по I декаду мая.

Посев многокомпонентных травосмесей в зависимости от наличия сельскохозяйственной техники осуществляется чередующимися рядами, перекрестно и по полосам.

При таком способе посева компоненты травосмеси высеваются чередующимися рядами по схеме 2:2 или 2:1 с междурядьями 0,45 или 0,70 м. Полосной посев упрощает технику сева, исключает уход за посевом и обеспечивает увеличение протеина в зеленой массе [6].

При перекрестном посеве соя высевается рядовыми сеялками, а сорго и суданская трава – поперек рядков сои с пропашными междурядьями 0,3 или 0,45 м.

Для получения силосной массы, сбалансированной по протеину (содержание в 1 к. е. корма не менее 100–105 г переваримого протеина), соотношение сои, сорго и подсолнечника должно быть не менее 2:1:0,05. По результатам исследований авторов, оптимальное отношение компонентов перед уборкой составляет: сои 500 тыс. шт./га; сорго и суданской травы 350 тыс. шт./га; подсолнечника 25 тыс. шт./га.

Уход за посевами многокомпонентной травосмеси заключается в создании оптимального водного режима почвы, борьбе с вредителями и болезнями растений, что достигается поливами и применением пестицидов. Сроки проведения поливов на посевах многокомпонентной травосмеси привязывают к сое, как наиболее требовательной к увлажнению культуре.

Оптимальные условия увлажнения посевов многокомпонентной травосмеси создаются при поддержании нижней границы предполивной влажности в пределах 70–75 % наименьшей влагоемкости. Однако водопотребление посевов существенно варьирует по периодам роста и развития растений от 15–30 м<sup>3</sup>/га в начальный и конечный периоды вегетации до 65–75 м<sup>3</sup>/га в середине вегетации.

Поливные нормы в начале и конце вегетации кормосмеси умеренные (250–450 м<sup>3</sup>/га), в период максимального водопотребления они увеличиваются до 450–500 м<sup>3</sup>/га. Режимы орошения кормосмеси для условий Поволжья представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Режимы орошения кормосмеси для условий Поволжья**

Кормосмесь	Условия года	Степная зона		Сухостепная зона		Полупустынная зона	
		<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>
Сорго + суданская трава + подсолнечник + соя	Влажный	1400	3	1700–2000	3–4	2200	4
	Умеренный	1900	4	2100–2400	4–5	2600	5
	Засушливый	2200	5	2500–2800	5–6	3000	6

Примечание – *M* – оросительная норма (м<sup>3</sup>/га); *n* – число поливов.

К уборке многокомпонентной кормосмеси на силос следует приступать в период восковой спелости зерна сорго, когда кормовая масса содержит наибольшее количество сухих веществ и оптимальное количество воды (около 70 %) и обеспечивает высокий выход кормовых единиц. Сорго, особенно сахарное, имеет высокое содержание сахаров и хорошо силосуется практически до полной спелости зерна.

Технологический процесс возделывания многокомпонентной кормосмеси, разработанный ВолжНИИГиМ, имеет преимущество перед общепринятыми технологиями, так как позволяет не тратить ресурсы на междурядные обработки, уменьшает на 10–12 % энергопотребление и на 8–10 % снижает водопотребление при сохранении планируемых урожаев [6].

Совершенствование технологического процесса возделывания орошаемой кормосмеси, сбалансированной по белку, позволяет обеспечивать расчетный уровень урожайности, качество и конкурентоспособность производимой продукции. Простота и надежность технологического процесса, возможность его использования при орошении обеспечивают высокую экономическую эффективность его внедрения в сельскохозяйственное производство.

При определении экономической эффективности возделывания многокомпонентной кормосмеси учитывали следующие показатели: затраты на 1 га площади, себестоимость продукции, урожайность травосмеси, стоимость валовой продукции, чистый доход с 1 га.

Прямые затраты на производство продукции рассчитаны по принятым в ОПХ ВолжНИИГиМ ценам с учетом полного цикла технологических операций и нормативных отчислений на амортизацию,

капитальный и текущий ремонты, стоимости семян, удобрений, гербицидов.

Из-за ежегодного изменения реализационной цены на зеленую массу многокомпонентной травосмеси при расчете экономической эффективности использовалась фактически сложившаяся цена кормовой единицы. Результаты расчетов экономической эффективности возделывания кормосмеси в зависимости от способа посева приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Чистый доход в зависимости от соотношения компонентов и способа посева травосмеси**

Вариант посева	Затраты на производство, тыс. руб./га	Урожай		Стоимость продукции, тыс. руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га
		т/га	к. е., т/га		
1) Полосные посевы сои с между-рядьями 0,15 м и сорго – 0,6 м	10,9	39,00	9,3	18,6	7,7
2) Полосные посевы сои с между-рядьями 0,15 м и сорго – 0,3 м	11,1	49,40	12,3	24,7	13,6
3) Полосные посевы с между-рядьями 0,15 м и трехкомпонентной травосмеси – 0,3 м	11,4	48,10	12,1	24,2	12,8
4) Полосные посевы с между-рядьями 0,15 м и трехкомпонентной травосмеси – 0,6 м	11,0	41,70	10,4	20,8	9,8
5) Рядовой посев четырехкомпонентной травосмеси с между-рядьями 0,15 м	10,5	34,60	8,3	16,6	6,1

Наиболее целесообразным в экономическом отношении оказался вариант полосного посева сои с междурядьями 0,15 м и сорго с междурядьями 0,3 м. На данном варианте получена наибольшая прибавка урожая ( $49,4 - 34,6 = 14,8$  т/га) по сравнению с рядовым посевом четырехкомпонентной травосмеси, принятым в производстве. Чистый доход на этом варианте составил 13,6 тыс. руб./га.

Внедрение в производство разработанного технологического процесса выращивания многокомпонентных кормосмесей будет способствовать созданию крепкой базы для животноводства и повышению эффективности использования орошаемых земель.

#### **Список использованных источников**

1 Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Российской Федерации на 2008–2012 годы: Поста-



новление Правительства РФ от 14 июля 2006 г. № 446 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_129185/](http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129185/), 2014.

2 Основные направления развития кормопроизводства Российской Федерации на период до 2010 года / Минсельхоз РФ, ФГНУ «Росинформагротех». – 2001.

3 Мелиорация земель и кормопроизводство / ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ». – М., 2009. – 31 с.

4 Состояние и перспективы производства кормов на полевых землях Российской Федерации / Минсельхоз РФ. – 2007.

5 Технология выращивания многокомпонентных смесей кормовых культур и эффективность их использования в рационах крупного рогатого скота / В. С. Горбунов, М. Н. Худенко, С. И. Калюжный, М. Г. Чабаев, А. Н. Асташов, В. Ф. Королев, Т. В. Родина, Т. Н. Черных; ФГНУ РосНИИСК «Россорго». – Саратов, 2008.

6 Формирование высокопродуктивных одновидовых и смешанных агроценозов однолетних и многолетних кормовых культур с использованием традиционных (сорговых, кукурузы, козлятника) и нетрадиционных для региона культур (гулявника, вайды, амаранта, китибелии), обеспечивающих получение 350–450 ц/га зеленой массы, сбалансированной по протеину, при орошении и 250–300 ц/га – на богаре: отчет о НИР / ФГНУ «ВолжНИИГиМ». – Энгельс, 2011. – 103 с.

УДК 626.82.004

**С. М. Васильев, Ю. Е. Домашенко, М. А. Ляшков**

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

## **ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ: ПРОБЛЕМЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПЛАНИРОВАНИЮ**

В данной статье содержится анализ проблем водопользования. Дано определение планового водопользования, перечислены составные части эффективной системы управления водопользованием. Выделены основные современные подходы к планированию водопользования на оросительных системах, которые позволяют решать проблемы на основании плановых режимов орошения, построенных с использованием информационных технологий и математического анализа.

Ключевые слова: оросительная система, водные ресурсы, экосистемное водопользование, модель, оптимизация, планирование.

В России имеется около 4,5 млн га орошаемых земель. Продуктивность орошаемого гектара примерно в два – пять раз выше, чем на богаре. Опыт эксплуатации оросительных систем показывает, что в большинстве хозяйств на орошаемых землях проектная урожайность не достигается вследствие изменения гидрогеологического режима мелиорируемых территорий. Орошение зачастую приводит к подъему уровня грунтовых вод и развитию процессов вторичного засоления и осолонцевания почв, процесса химического загрязнения естественных водоемов [1].

Эффективная система управления водопользованием позволит улучшить техническую эксплуатацию оросительной сети, эффективно использовать имеющиеся водные и энергетические ресурсы на системах, повысить урожайность сельскохозяйственных культур, снизить опасность развития негативных явлений в зоне влияния оросительных систем, улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель, повысить плодородие почв и в конечном счете обеспечить благоприятную экологическую обстановку на системах.

Под плановым водопользованием понимают организацию и выполнение всех работ по управлению водой от источника орошения до поливных участков. По мере удаления от головного водозаборного сооружения оросительная сеть сильнее разветвляется, при этом необходимо обеспечить подачу воды в требуемом объеме и в нужные сроки на каждый поливной участок. С этой целью на оросительных системах применяют плановое водопользование [2].

Основой планирования водопользования является проектный режим орошения. С учетом прогнозируемых погодных условий на каждый год составляют плановый режим орошения, начиная с последнего звена системы – поля. При этом учитывают не только почвенно-гидрологические условия, но и размещение культур, их особенности, уровень агротехники, хозяйственные возможности и плановую урожайность. Далее составляют плановый режим по хозяйству и системе. На основе этого планируют забор воды в систему и последующее ее распределение по отдельным звеньям системы [2].

К периоду пуска воды в систему и проведения поливов возможны отклонения погодных условий от расчетных, фактических площадей посева и состава культур – от принятых в плане водопользования. В таких случаях составляют оперативные планы-графики на каждые

10–15 дней оросительного периода. В результате этого получают эксплуатационный режим орошения [2].

В последние десятилетия сформировались такие направления, как борьба с засолением и загрязнением земель, охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения, ориентированные на устранение последствий экологических нарушений. Таким образом, экосистемное водопользование должно стать одним из важнейших направлений именно как средство водохозяйственной деятельности в решении проблемы надежного водообеспечения субъектов водохозяйственного комплекса и защиты водных экосистем от загрязнения и истощения. Экосистемное водопользование включает понятие целостного подхода к экологически обоснованному использованию компонентов природной среды, снижение безвозвратного водопотребления, предупреждение загрязнения водных экосистем в процессе производства продукции, водопотребления и водоотведения [3].

Анализ современных подходов к планированию водопользования позволил выделить следующие основные положения: оптимизация водораспределения на всех уровнях управления на основе экономико-математических методов и методов системного анализа; совершенствование технологий планирования водопользования и повышение оперативности за счет применения информационных технологий; создание более гибких систем управления сложными объектами, позволяющих комплексно решать вопросы природопользования и охраны окружающей природной среды; полный учет почвенно-климатических, организационных, социально-экономических условий исследуемых регионов [4].

### **Список использованных источников**

1 О федеральной целевой программе «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы»: Постановление Правительства РФ от 12 октября 2013 г. № 922 // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

2 Плановое водопользование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infotolk.ru/574.html>, 2014.

3 Эксплуатация гидромелиоративных систем / под ред. Н. А. Орловой. – К.: Высшая шк. Головное изд-во, 1985. – 386 с.

4 Информационные технологии планирования водопользования в хозяйствах [Электронный ресурс] / В. И. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко, О. П. Кисаров, В. И. Селюков // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т. – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – № 78(04). – 12 с. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/27.pdf>. – Шифр Информрегистра 0421200012/0303.

УДК 626.82:681.3.066

**М. В. Власов**

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

## **ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

В статье сформулированы принципы построения автоматизированных систем дистанционного мониторинга технического состояния оросительных систем, а также определения структуры, иерархии и ключевых элементов автоматизированных систем дистанционного мониторинга технического состояния оросительных систем. Приведены основные требования, которым должна отвечать автоматизированная система дистанционного мониторинга технического состояния оросительных систем. Отмечено, что применение автоматизированных систем дистанционного мониторинга технического состояния оросительных систем предложенной структуры, удовлетворяющих всем требованиям, позволит контролировать фактическое техническое состояние оросительных систем в реальном времени, что повысит их надежность, безопасность и будет способствовать своевременному уходу за элементами оросительных систем, своевременному их техническому обслуживанию и ремонту.

Ключевые слова: автоматизированные системы, дистанционный мониторинг, техническое состояние, оросительные системы, контрольно-измерительная аппаратура.

В настоящее время Россия, так же как и все развитые страны, заинтересована в целесообразной научно и экологически обоснованной интенсификации сельскохозяйственного производства с повышенной отдачей от применяемых технических средств. Современные подходы к природопользованию требуют углубления научных исследований, направленных на выработку оптимальных решений задач, возникающих перед сельскохозяйственной отраслью. На сегодняшний день в России имеются отдельные элементы широко распространенных на Западе систем так называемого «точного земледелия» («precision farming»), использующих геоинформационные ресурсы,

технологии дифференцированного применения минеральных удобрений, системы аэрокосмического мониторинга состояния посевов, сельскохозяйственную технику, оборудованную системами спутниковой навигации, однако до сих пор не применяются автоматизированные системы дистанционного мониторинга технического состояния оросительных систем.

Оросительные системы, являясь сложными техническими объектами, требуют динамической и оперативной оценки своего технического состояния. Мониторинг технического состояния оросительных систем выполняется в настоящее время путем их визуального осмотра и необходимых локальных инструментальных измерений. Как правило, в зависимости от вида элементов оросительной системы визуальный мониторинг выполняется по списку один или несколько раз в год в соответствии с положениями нормативных документов. Используя результаты мониторинга, разрабатывается комплекс мероприятий по уходу за элементами оросительных систем, их техническому обслуживанию, ремонту или реконструкции.

В связи с развитием геоинформационных систем и технологий, совершенствованием измерительных систем, включая датчики различного назначения, представляется возможным проводить постоянный и непрерывный дистанционный автоматизированный мониторинг технического состояния оросительных систем с контролем нормативных параметров элементов оросительных систем, что позволит проводить техническое обслуживание элементов оросительных систем не по списку, как в первом случае, а по их фактическому состоянию. Это в свою очередь приведет к увеличению межремонтных сроков при тех же функциональности и безопасности.

Рассмотрим принцип построения и архитектуру автоматизированной системы дистанционного мониторинга технического состояния оросительных систем (АСДМ ТС ОС).

АСДМ ТС ОС должна включать в себя автоматизированную систему опроса датчиков контрольно-измерительной аппаратуры (АСО КИА) и информационно-диагностическую систему (ИДС), работающую в общей компьютерной сети (локальной или корпоративной), интегрированную на программном уровне, при этом АСО КИА осуществляет сквозную передачу данных от первичных датчиков к центральному серверу сбора данных. На выходе из сервера сбора данных АСО КИА интегрируется с информационно-диагностической

системой. В целом АСДМ ТС ОС представляет собой АС «открытого типа», что обеспечивает возможность поэтапного развития системы, взаимозаменяемость аппаратных и программных средств и совместимость с АСУ другого уровня. АСО КИА представляет собой распределенную систему дистанционного контроля, которая построена по технологии «промышленной сети», что обеспечивает надежную защиту от помех, удешевление и упрощение работ по монтажу и эксплуатации системы автоматики. «Промышленная сеть» осуществляет физическое объединение измерительных, коммуникационных и управляющих устройств (например по интерфейсу RS-485) и позволяет использовать открытые программно-логические протоколы обмена информацией. Интерфейс RS-485 – широко распространенный высокоскоростной и помехоустойчивый промышленный последовательный интерфейс передачи данных. Практически все современные компьютеры в промышленном исполнении, большинство интеллектуальных датчиков и исполнительных устройств, программируемые логические контроллеры наряду с традиционным интерфейсом RS-232 содержат в своем составе ту или иную реализацию интерфейса RS-485.

АСДМ ТС ОС структурно включает в себя следующие элементы:

- нижний уровень – контрольно-измерительная аппаратура (КИА): датчики, измерительные устройства;
- средний уровень – система телекоммуникаций, преобразования и передачи информации в цифровом коде на центральный блок сбора данных АСО КИА;
- верхний уровень – программно-технический комплекс, содержащий центральный блок автоматизированного опроса АСО КИА и информационно-диагностическую систему контроля безопасности сооружений (ИДС) с соответствующим компьютерным и программным обеспечением.

На нижнем уровне АСДМ ТС ОС использует непосредственно измерительные устройства с датчиками, которые регистрируют физические процессы и воздействия на сооружения.

В системе автоматизации могут применяться:

- датчики уровней воды;
- датчики избыточного давления на напорных и безнапорных пьезометрах;
- расходомеры на дренажных скважинах и мерных водосливах;
- датчики перемещений на щелемерах, отвесах, струнных створах;

- датчики температуры.

Средний уровень АСДМ ТС ОС включает в себя средства коммутации датчиков, преобразования аналогового сигнала в цифровой код и линии связи для передачи сигналов от датчиков на центральный блок системы автоматизированного опроса КИА.

Верхний уровень системы АСДМ ТС ОС представляет собой программно-технический комплекс, включающий:

- контроллер ввода-вывода данных;
- центральный блок на базе промышленного сервера сбора данных;
- базовое и специализированное программное обеспечение для управления автоматизированным опросом датчиков;
- автоматизированные рабочие места с комплексом программ в составе ИДС контроля ТС ОС.

Информационно-диагностическая система представляет собой заключительное звено АСДМ ТС ОС. Она взаимодействует с системой АСО КИА на программном уровне по локальной компьютерной сети ОС. Она осуществляет функции сбора, хранения, обработки, анализа данных по всем видам натуральных наблюдений (инструментальных, визуальных), а также выполняет оперативную диагностику ТС ОС на основе сопоставления измеренных показателей состояния с их критериальными значениями.

Система АСДМ ТС ОС должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать автоматизированный опрос датчиков, сбор информации, ее хранение, передачу, обработку и анализ в информационно-диагностической системе контроля ТС ОС;
- использовать существующую сеть КИА на элементах ОС;
- использовать датчики давления и перемещения промышленного типа, современные микропроцессорные устройства серийного производства, базовые и апробированные программные продукты;
- формировать информационный пакет данных натуральных наблюдений с сохранением всей информации в памяти сервера сбора данных и в архивах на независимых носителях;
- обеспечивать автоматический опрос датчиков по заданному временному режиму с возможностью ручного запуска опроса при наладке и проверке системы АСО КИА;
- производить обработку измерительной информации: осуществлять пересчет отсчетов в показания, определять работоспособность

датчиков и линий связи, выполнять сравнение показателей состояния ОС с их критериальными значениями;

- все технические средства АСДМ, включая контрольно-измерительную аппаратуру, должны предназначаться для работы в условиях эксплуатации, имеющих место на сооружениях ОС.

Таким образом, применение автоматизированных систем дистанционного мониторинга технического состояния оросительных систем предложенной структуры, удовлетворяющих указанным требованиям, позволит контролировать фактическое техническое состояние оросительных систем в реальном времени, что повысит их надежность, безопасность и будет способствовать своевременному уходу за элементами оросительных систем, своевременному их техническому обслуживанию и ремонту.

УДК 626.823.92

**А. Л. Кожанов**

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

## **АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОВЫПУСКОВ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ В РФ**

В данной статье приводятся результаты анализа наличия на балансе эксплуатационных мелиоративных учреждений открытых, закрытых (трубчатых, туннельных, комбинированных) и прочих (сифонных и др.) водовыпусков, а также их технического состояния (хорошее, удовлетворительное и неудовлетворительное).

Ключевые слова: водовыпуск, техническое состояние, открытый водовыпуск, закрытый водовыпуск, сифон.

В соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и Федеральным законом от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» эксплуатирующие организации обязаны организовывать эксплуатацию ГТС в соответствии с разработанными и согласованными с федеральными органами исполнительной власти правилами эксплуатации. В настоящее время в большинстве случаев отсутствуют согласованные и утвержденные правила эксплуатации, в частности для водовыпусков оросительных магистральных каналов, что негативно сказывается на техническом состоянии ГТС.



В целях анализа технического состояния водовыпусков на оросительных магистральных каналах сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» было проведено анкетирование всех эксплуатационных мелиоративных учреждений Российской Федерации. Для дальнейшего анализа использовалась информация, предоставленная 12 организациями, имеющими на балансе водовыпуски на оросительных магистральных каналах.

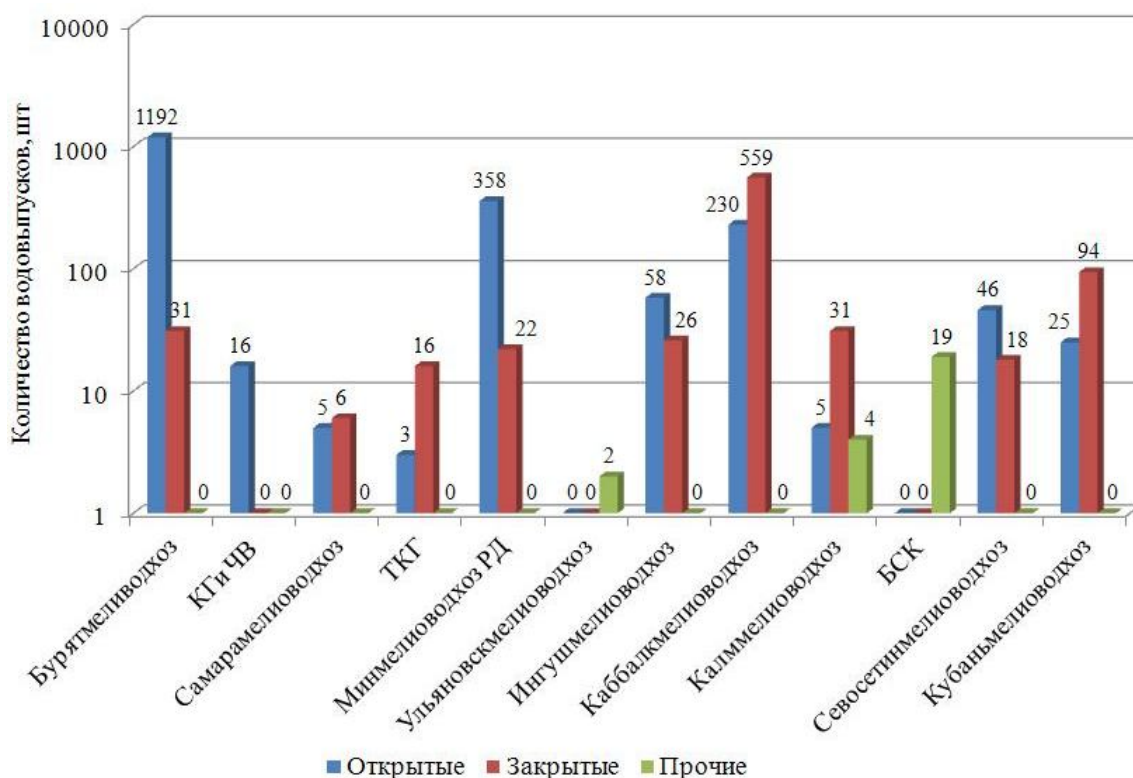
Данные о наличии и техническом состоянии водовыпусков в РФ сведены в таблицу 1 и представлены на рисунках 1–3.

**Таблица 1 – Наличие и техническое состояние водовыпусков магистральных каналов**

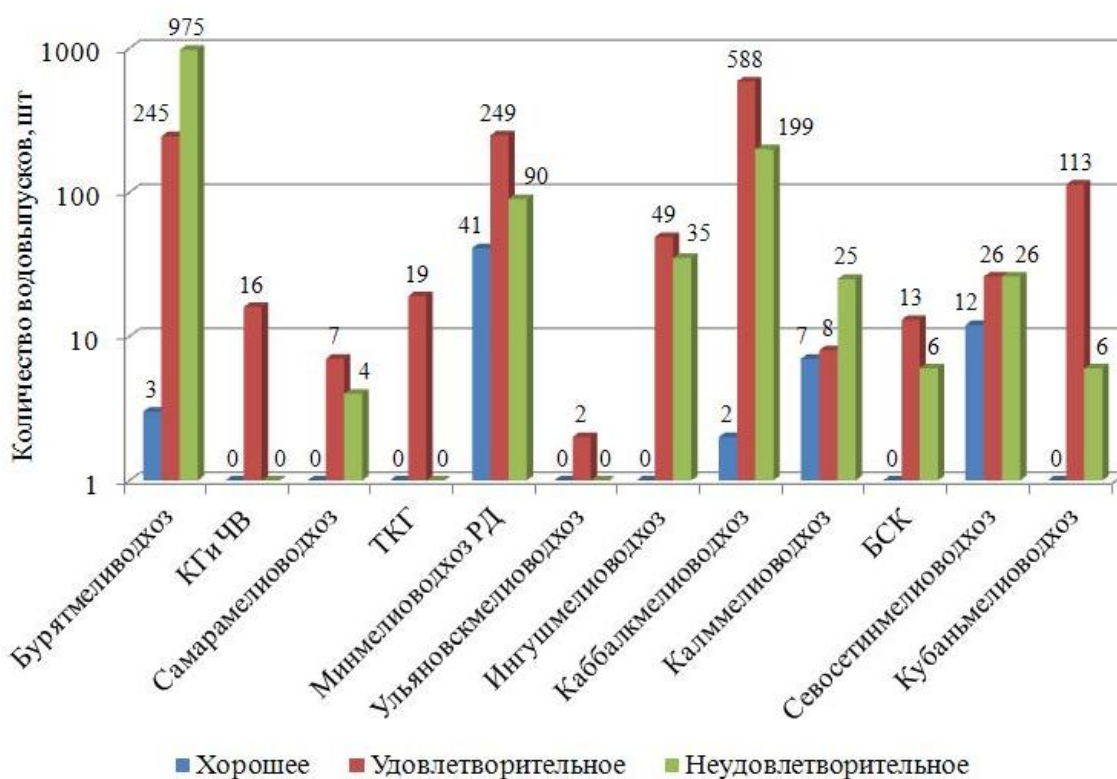
Наименование ФГБУ	Количество водовыпусков, шт.			Водовыпуски с техническим состоянием, шт.		
	открытые	закрытые	прочие	хорошим	удовлетворительным	неудовлетворительным
Бурятмелиоводхоз	1192	31	0	3	245	975
Кумских гидроузлов и Чограйского водохранилища	16	0	0	0	16	0
Самарамелиоводхоз	5	6	0	0	7	4
Терско-Кумский гидроузел	3	16	0	0	19	0
Минмелиоводхоз РД	358	22	0	41	249	90
Ульяновскмелиоводхоз	0	0	2	0	2	0
Ингушмелиоводхоз	58	26	0	0	49	35
Каббалкмелиоводхоз	230	559	0	2	588	199
Калммелиоводхоз	5	31	4	7	8	25
Большой Ставропольский канал	0	0	19	0	13	6
Севосетинмелиоводхоз	46	18	0	12	26	26
Кубаньмелиоводхоз	25	94	0	0	113	6
Всего	1938	803	25	65	1335	1366

Проведенный анализ технического состояния водовыпусков магистральных каналов в РФ по данным, представленным эксплуатирующими организациями, выявил следующее:

- общее количество открытых водовыпусков – 1938 шт.;
- общее количество закрытых (трубчатых, туннельных, комбинированных) водовыпусков – 803 шт.;
- общее количество прочих водовыпусков – 25 шт.;
- с хорошим техническим состоянием – 65 шт. (2,3 %);
- с удовлетворительным техническим состоянием – 1335 шт. (48,3 %);
- с неудовлетворительным техническим состоянием – 1366 шт. (49,4 %).



**Рисунок 1 – Наличие водовыпусков магистральных каналов по ФГБУ «Управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения»**



**Рисунок 2 – Техническое состояние водовыпусков по ФГБУ «Управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения»**



**Рисунок 3 – Техническое состояние водовыпусков по РФ**

Согласно полученным данным, существует необходимость проведения значительных капитальных и текущих ремонтов водовыпусков, так как в удовлетворительном и неудовлетворительном состоянии находится более 97 % сооружений. Для этого необходимо разрабатывать правила эксплуатации для их дальнейшего поддержания в технически исправном состоянии с целью гарантированного обеспечения потребителей оросительной водой.

УДК 626/627.001.57

**А. М. Кореновский, Е. И. Шкуланов, Я. В. Кокарев**

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

### **ВОПРОСЫ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕНИЙ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ИХ 3D-МОДЕЛЕЙ**

В статье рассмотрены вопросы проведения учений на гидротехнических сооружениях мелиоративного назначения, обоснована необходимость разработки 3D-моделей гидротехнических сооружений для выбора темы проведения учений. Приведен перечень проверяемых вопросов при проведении оценки готовности гидротехнического сооружения к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и достаточности мер по защите населения и территорий. Рассмотрен порядок организации подготовки руководящего состава, рабочих и служащих, нештатных аварийно-спасательных формирований к действиям по предупреждению и ликвидации ЧС.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, мелиорация, 3D-модели, чрезвычайная ситуация, оценка риска.

В Российской Федерации общее количество гидротехнических сооружений мелиоративного назначения составляет 1918 тыс. соору-

жений, в том числе на госсистемах – 282 тыс. сооружений, из них в федеральной собственности – 58 тыс. сооружений, в собственности субъектов Федерации – 224 тыс. сооружений.

На основании проведенной инвентаризации, в ведении федеральных государственных бюджетных учреждений департамента мелиорации Минсельхоза России находится 250 водохранилищ, 2201 регулирующий гидроузел, 499 водозаборных сооружений, 163 плотины, 29000 км каналов оросительных систем и 13700 км каналов осушительных систем, 7578 водовыпусков, 9253 сетевых сооружения, 5570 регуляторов, 3343 км дамб и других объектов.

По данным Российского регистра ГТС, потенциально опасных сооружений, создающих напорный фронт и находящихся на балансе Минсельхоза России, насчитывается 250 шт. В их числе водохранилища объемом более 10 млн м<sup>3</sup> (44 шт.), водохранилища объемом от 1 до 10 млн м<sup>3</sup> (105 шт.), водоемы и пруды объемом менее 1 млн м<sup>3</sup> (101 шт.).

Как известно, Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» [1] обязывает физических и юридических лиц, которым принадлежат ГТС, разрабатывать декларации безопасности.

В соответствии с Положением о декларировании безопасности гидротехнических сооружений, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 ноября 1998 г. № 1303 [2], к декларации безопасности гидротехнических сооружений должно прилагаться заключение МЧС России или его территориального органа о готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и защите населения и территорий в случае аварии гидротехнического сооружения.

МЧС России письмом от 3 июля 2010 г. № 43-2678-14 направило в региональные центры и ГУ МЧС России для исполнения и внедрения в деятельность утвержденные методические рекомендации по выдаче заключения о готовности организации, эксплуатирующей гидротехнические сооружения, к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций и защите населения и территорий в случае аварии гидротехнического сооружения [3].

Перечень проверяемых вопросов при проведении оценки готовности гидротехнического сооружения к локализации и ликвидации

чрезвычайных ситуаций и достаточности мер по защите населения и территорий следующий:

- создание организационными документами объектового звена единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС):

а) создание организационными документами объектовой комиссии по предупреждению чрезвычайных ситуаций (КЧС) и обеспечению пожарной безопасности (ОПБ):

1) положение об объектовой комиссии по предупреждению чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности;

2) состав комиссии по предупреждению чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности;

3) функциональные обязанности членов КЧС и ОПБ;

4) протоколы заседаний комиссии по предупреждению чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности;

5) организация выполнения решений КЧС и ОПБ;

б) план работы комиссии на год;

б) создание постоянно действующего органа управления в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, его укомплектованность:

1) положение о постоянно действующем органе управления;

2) состав и структура постоянно действующего органа управления;

3) функциональные обязанности сотрудников;

4) документы по подведению итогов деятельности;

в) создание органа повседневного управления (дежурно-диспетчерской службы): положение об органе повседневного управления; состав и структура органа повседневного управления; функциональные обязанности сотрудников; наличие прямых каналов связи с единой дежурной диспетчерской службой (ЕДДС) муниципального района; наличие и укомплектованность средствами связи и оповещения;

г) организация эвакуационных мероприятий при чрезвычайной ситуации;

- наличие и полнота отработки документов по планированию действий по предупреждению ЧС:

а) план основных мероприятий по вопросам гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на год;

б) план действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и приложения к нему;

в) планы ликвидации аварийных ситуаций;

г) план антитеррористической защищенности объекта;

- готовность сил и средств к действиям по предупреждению и ликвидации ЧС:

а) наличие на объекте подразделения охраны и технических систем обнаружения несанкционированного проникновения на территорию;

б) наличие на объекте спасательных формирований, аварийно-восстановительных подразделений;

в) укомплектованность спасательных формирований, аварийно-восстановительных подразделений личным составом, техникой, имуществом и снаряжением;

г) наличие на объекте локальной системы оповещения;

д) наличие объектовой системы мониторинга;

е) организация мероприятий по обеспечению ввода и передвижения по территории сил и средств, задействованных в ликвидации ЧС;

ж) сведения о резервах материально-технических ресурсов для ликвидации ЧС;

з) сведения о финансовом резерве для ликвидации ЧС;

- организация подготовки руководящего состава, рабочих и служащих, нештатных аварийно-спасательных формирований к действиям по предупреждению и ликвидации ЧС:

а) наличие плана подготовки руководящего состава и специалистов по вопросам предупреждения, локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

б) выполнение плана подготовки руководящего состава и специалистов, соблюдение периодичности повышения их квалификации;

в) организация подготовки нештатных аварийно-спасательных формирований;

г) наличие плана проведения учений и тренировок;

- организационные и практические мероприятия:

а) наличие паспорта безопасности опасного объекта;

б) наличие лицензии на право ведения деятельности;

в) осуществление страхования гражданской ответственности за причинение вреда третьим лицам при эксплуатации объекта;

г) наличие резервных источников электроснабжения;

д) разработка 3D-модели объекта;  
е) организация взаимодействия объектового звена в рамках территориальной и функциональной подсистем РСЧС;

- мероприятия по оценке риска возникновения ЧС и их последствий:

а) наличие анализа границ зон возможного затопления для рассматриваемых сценариев аварий на ГТС;

б) прогнозируемое количество пострадавшего населения, в том числе погибшего, а также численность населения, у которого могут быть нарушены условия жизнедеятельности, с учетом анализа риска возникновения чрезвычайных ситуаций на ГТС;

в) величина материального ущерба, обусловленного возникновением чрезвычайной ситуации, в соответствии с утвержденной методикой рассматриваемых сценариев аварий на ГТС;

- перечень документов, представляемых в региональный центр для определения темы учений:

а) перечень возможных чрезвычайных ситуаций в случае аварии на ГТС с указанием оценки риска их возникновения;

б) возможные сценарии развития чрезвычайных ситуаций;

в) данные по прогнозируемому ущербу;

г) предложения по теме учений.

В методических рекомендациях закрепляется порядок участия представителей МЧС России в преддекларационном обследовании гидротехнических сооружений, предусматривающий согласование с декларантом порядка предоставления и рассмотрения сценариев развития возможных чрезвычайных ситуаций и их моделей в формате AUTODESK 3DS MAX.

Следует заметить, что ни в одном из нормативных правовых документов не закреплены требования по использованию трехмерных 3D-моделей в части вопросов, связанных со сценариями развития возможных ЧС, и не представлены обоснования полезного эффекта от применения таких моделей.

К тому же в целях адаптации вышеуказанного программного продукта требуется создание необходимых организационных или технических условий у органов государственной власти и (или) органов местного самоуправления, что приводит к возникновению допол-

нительных существенных расходов. Например, расходы на составление одной модели в 3D-формате по предварительным подсчетам составляют от 300 до 600 тыс. рублей.

Следует заметить также, что на этапе составления проектной документации по гидротехническому сооружению не предусмотрено составление таких моделей в 3D-формате, а при обращении декларантом в специализированные организации, обладающие необходимым программным обеспечением для создания таких трехмерных моделей, возникает вопрос сопоставления сведений с соответствующей проектной документацией. Иными словами, не представляется возможным установить, кто должен сопоставлять сведения, полученные в 3D-формате, со сведениями, указанными в проектной документации. При этом представление сведений в 3D-формате по отдельным гидротехническим объектам не позволяет МЧС России получить общую картину по всевозможным сценариям развития гидродинамических аварий в целом. Например, в составе каскада гидротехнических сооружений каждый собственник гидротехнического сооружения представит в МЧС России свои сведения в 3D-формате, в этом случае отдельные модели не всегда дадут полное представление о возможных последствиях чрезвычайных ситуаций по комплексу гидротехнических сооружений в целом.

В то же время представители МЧС России выразили готовность рассматривать представляемые сведения и в иных форматах, отличных от 3DS, но допускающих преобразование полученной информации в 3DS.

По информации, полученной от представителя МЧС России, необходимость в представлении 3D-моделей развития гидродинамической аварии обосновывается важностью получения оперативных сведений по гидротехническим объектам для целей ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, поскольку в настоящее время затруднен доступ к получению всей проектной документации по гидротехническому сооружению и времени на ее изучение недостаточно для быстрого принятия решений о способах ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. В то же время визуализация в 3D-формате позволит спроектировать варианты всевозможных сценариев развития гидродинамических аварий.



Учитывая значительную организационную и финансовую нагрузку на организации и эксплуатирующие гидротехнические сооружения, авторы предлагают:

- для гидротехнических сооружений III-IV классов 3D-модели не разрабатывать;

- уменьшить минимум наполовину перечень проверяемых вопросов при проведении оценки готовности гидротехнического сооружения к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- предоставлять данные не только в формате 3DS, но и в иных форматах.

### **Список использованных источников**

1 О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ: по состоянию на 28 декабря 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

2 Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений: утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 ноября 1998 г. № 1303: по состоянию на 20 декабря 2008 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

3 Письмо МЧС России от 3 июля 2010 г. № 43-2678-14 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://economy.gov.ru/wps/wcm>, 2014.

УДК 626.841:626.81.004.14

**А. А. Кузьмичёв**

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

## **КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ЛИМАННОМ ОРОШЕНИИ**

В статье освещены вопросы комплексного использования сбросных вод с оросительных систем и местного стока для целей лиманного орошения, а также совершенствования конструктивно-технологических схем лиманного орошения, позволяющих эффективно использовать эти воды для орошения различных сельскохозяйственных культур. Описан алгоритм принятия решения о возможности организации технологии лиманного орошения. Приведены результаты расчета потенциальных площадей лиманного орошения при использовании вод местного стока, концентрирующегося вдоль наиболее крупных магистральных каналов Ростовской области.

Ключевые слова: технология лиманного орошения, комбинированный источник

орошения, конструктивно-технологическая схема, ярусные лиманы, организация технологии лиманного орошения, потенциальные площади лиманного орошения.

Эффективность лиманного орошения неоднократно была доказана в ходе мелиоративного освоения засушливых районов Ростовской, Волгоградской, Астраханской областей и в целом ряде других особо значимых в плане ведения орошаемого земледелия районов [1–3].

Исследованиям в области применения лиманного орошения посвятили свои работы Б. Б. Шумаков, М. С. Григоров, Н. С. Тимченко, В. Ф. Мамин, В. А. Нагорный, Б. И. Туктаров, Б. А. Биримкулова, Э. Б. Дедова, Н. J. Bruins, M. Evenari, U. Nessler и другие. Оценивая практические результаты этих работ, следует отметить высокий экономический эффект от внедрения лиманного орошения [1, 3–5].

Лиманное орошение начало внедряться на территории нашей страны в те годы, когда регулярное орошение еще не имело широкого развития. Однако системы одноразового орошения постепенно вытеснялись регулярным орошением. Эта замена закономерна, так как наличие водных источников с постоянным током и развивающаяся техника позволяют осуществлять регулярное орошение, обеспечивающее получение больших урожаев, чем при одноразовой влагозарядке.

Но строительство оросительных систем регулярного орошения ни в коей мере не уменьшило объем весеннего стока, формирующийся на водосборах этих районов [1, 2].

В Ростовской области потери воды на территории, обслуживаемой оросительными системами, составляют диапазон величин от 45 до 70 млн м<sup>3</sup>. Эти потери складываются из непроизводительных потерь вод местного стока, которые не вовлекаются в процесс орошения, и объемов технологических сбросов, образующихся при заполнении (в весенний период) и опорожнении (в осенний период) каналов оросительных систем [6].

Перспективным решением этой актуальной проблемы является комплексное использование вод местного стока и технологических сбросов на площадях лиманного орошения.

В таблице 1 представлены результаты расчета потенциальных площадей лиманного орошения при использовании вод местного стока.

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод о том, что при среднемноголетнем объеме стока и норме затопления 1500–2500 м<sup>3</sup>/га

размер потенциальных площадей лиманного орошения может достичь 26–45 тыс. га [7].

**Таблица 1 – Потенциальные площади лиманного орошения при использовании вод местного стока**

В тыс. га

Норма орошения, м <sup>3</sup> /га	Обеспеченность года осадками	Наименование канала					
		Донской магистральный	Нижне-Донской магистральный	Пролетарский магистральный	Верхне-Сальский магистральный	Азовский магистральный	Всего
1500	Среднеголетный	15,67	2,93	9,00	7,00	8,87	43,47
	<i>P</i> = 75 %	3,13	0,33	1,73	1,20	1,47	7,87
	<i>P</i> = 50 %	11,13	1,93	6,33	4,87	6,07	30,33
	<i>P</i> = 25 %	23,27	4,47	13,40	10,47	13,27	64,87
2000	Среднеголетный	11,75	2,20	6,75	5,25	6,65	32,60
	<i>P</i> = 75 %	2,35	0,25	1,30	0,90	1,10	5,90
	<i>P</i> = 50 %	8,35	1,45	4,75	3,65	4,55	22,75
	<i>P</i> = 25 %	17,45	3,35	10,05	7,85	9,95	48,65
2500	Среднеголетный	9,40	1,76	5,40	4,20	5,32	26,08
	<i>P</i> = 75 %	1,88	0,20	1,04	0,72	0,88	4,72
	<i>P</i> = 50 %	6,68	1,16	3,80	2,92	3,64	18,20
	<i>P</i> = 25 %	13,96	2,68	8,04	6,28	7,96	38,92

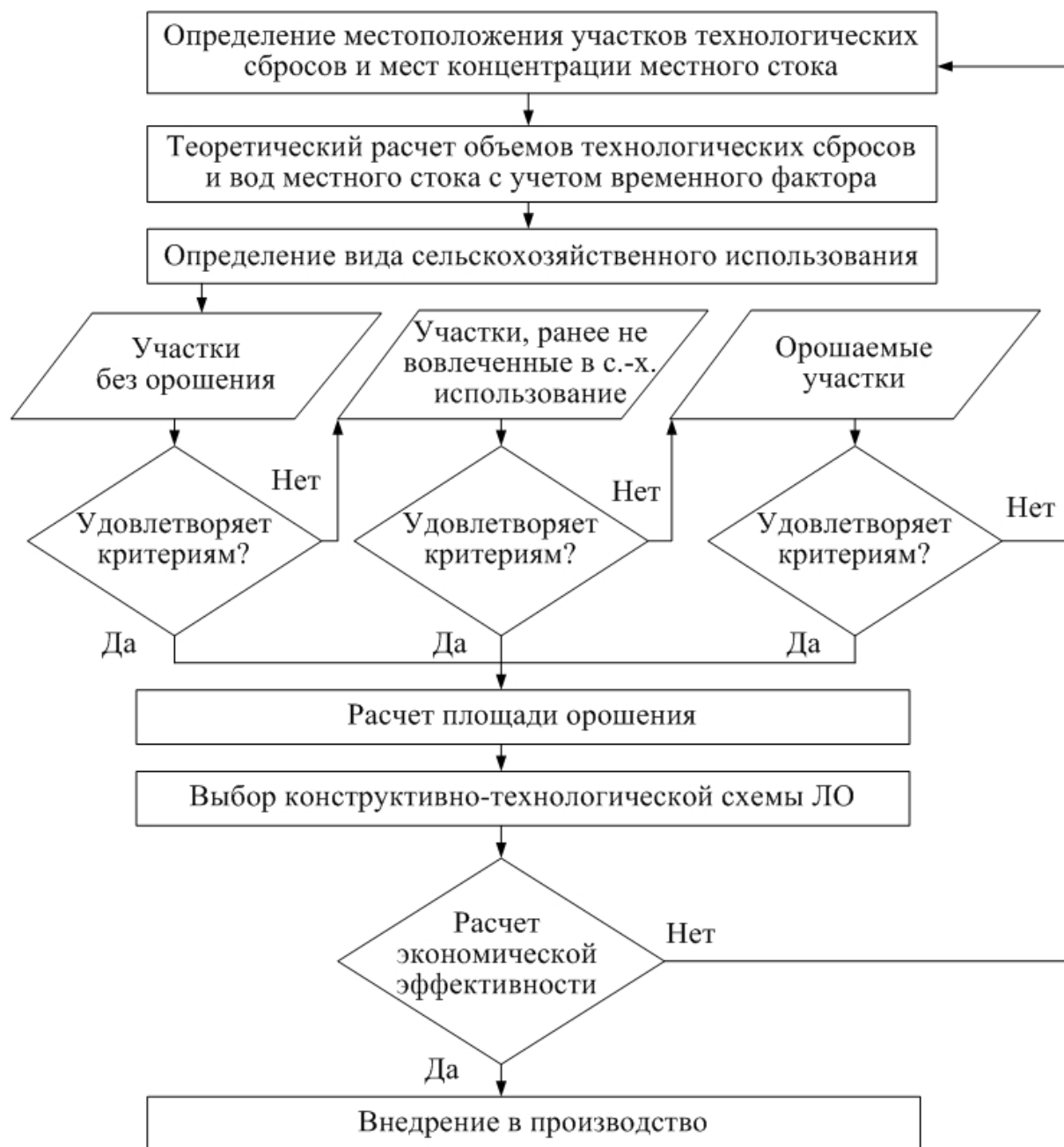
Для повышения эффективности использования местного стока на системах ярусных лиманов разработан алгоритм принятия решения о возможности организации таких систем, представленный на рисунке 1.

Первой задачей является выявление местоположения участков технологического сброса оросительных вод и сосредоточения местного стока, так как именно эти воды служат источниками орошения.

Далее необходимо рассчитать объемы воды, высвобождаемой при опорожнении системы или участка, приуроченного к конкретному сбросному сооружению, и объемы местного стока, проходящего в весенний период. Также на данном этапе необходимо уточнить время прохождения этих вод.

Зная объем и время прохождения этих вод, можно теоретически рассчитать площадь орошения. Для этого необходимо определить вид сельскохозяйственного использования потенциально орошаемых земель и подобрать набор культур с учетом особенностей лиманного орошения.

В зависимости от вида сельскохозяйственного использования участки, на которых возможна организация технологии лиманного орошения, подразделяются на три категории. Это участки без орошения, участки, ранее не вовлеченные в сельскохозяйственное использование, и орошаемые участки.



**Рисунок 1 – Алгоритм принятия решения о возможности организации технологии лиманного орошения**

В процессе принятия решения об организации технологии лиманного орошения приоритет отдается первой категории участков. Если такие участки не удовлетворяют условиям применения технологии лиманного орошения, переходят к анализу участков, входящих

во вторую категорию. При несоблюдении условий и на этих участках переходят к анализу участков из третьей категории. Если же и эти участки не удовлетворяют выбранным критериям, следует отказаться от организации выбранной технологии орошения.

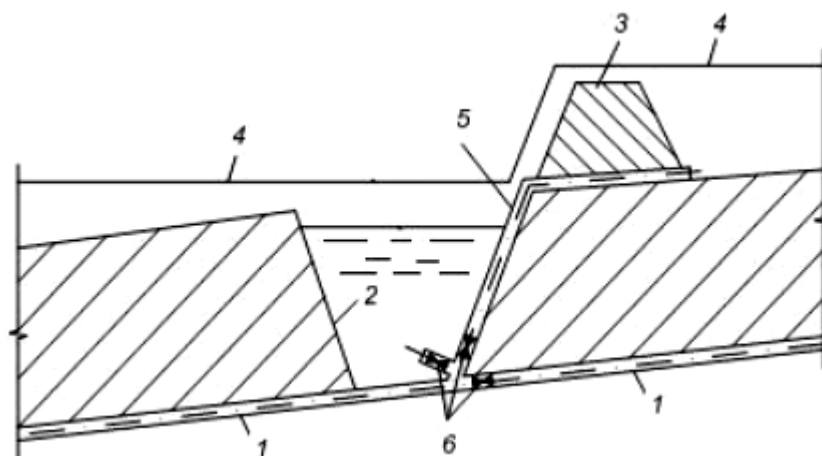
Условия применения технологии лиманного орошения представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Условия применения технологии лиманного орошения**

Критерий	Допустимая глубина залегания грунтовых вод, м	Допустимая минерализация грунтовых вод, г/дм <sup>3</sup>	Оптимальные уклоны	Скорость впитывания за первый час, см/ч
Показатель	До 3	3	До 0,02	1–5

Выбранный вариант организации технологии лиманного орошения оценивается с точки зрения экономической эффективности и срока окупаемости, после чего принимается окончательное решение по реализации данной технологии.

Техническая реализация комплексного использования вод местного стока и технологических сбросов с оросительных систем возможна при использовании в составе оросительной системы дифференцированных узлов водораспределения, сконструированных по патенту № 2467561 «Оросительная система с использованием местного стока» (рисунок 2) [8, 9].



- 1 – закрытый распределитель двухстороннего действия; 2 – пруд-распределитель;  
 3 – поперечный валик; 4 – продольный валик; 5 – водовыпуск-водоспуск;  
 6 – система задвижек

**Рисунок 2 – Дифференцированный узел водораспределения**

Включение в состав оросительной системы дифференцированных узлов водораспределения позволяет рационально использовать

для орошения непроизводительно стекающие воды местного стока за счет их аккумуляции и перераспределения по территории системы, повторно использовать на орошение сбросные воды оросительных систем.

Воды местного стока могут получить дополнительную подготовку к поливу путем отстаивания, фильтрации, прогрева, насыщения водорастворимыми удобрениями и гербицидами, а в случае их недостатка могут быть дополнены технологическими сбросами с оросительных систем.

Развитие ярусных систем лиманного орошения на территории функционирования оросительных систем обеспечит прочную основу дальнейшего развития орошения и получения высоких и гарантированных урожаев независимо от погодных условий.

Регулирование вод местного стока посредством устройства систем лиманного орошения позволит снизить эрозионные процессы, усилит внутренний влагооборот, улучшит водный режим почв и в конечном итоге будет способствовать повышению их плодородия. Применение таких систем в зоне недостаточного увлажнения будет способствовать задержанию стока непосредственно на поле орошения и дополнительному увлажнению почвы, а также сокращению смыва почвы и уменьшению роста оврагов.

#### **Список использованных источников**

1 Шумаков, Б. Б. Гидромелиоративные основы лиманного орошения / Б. Б. Шумаков. – М.: Гидрометеиздат, 1979. – 215 с.

2 Туктаров, Б. И. Мелиорация естественных лиманов Заволжья / Б. И. Туктаров, С. С. Ермилов, С. Н. Косолапов. – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова, 2002. – 124 с.

3 Волохов, В. М. Местный сток и его использование для лиманного орошения в восточных районах Ростовской области: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Волохов В. М. – Новочеркасск, 1970. – 24 с.

4 Тимченко, Н. С. Максимальное использование обводнительно-оросительных систем / Н. С. Тимченко. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 35 с.

5 Онаев, М. К. Лиманное орошение в Западно-Казахстанской области / М. К. Онаев. – Уральск, 2011. – 110 с.

6 Васильев, С. М. Повышение устойчивости и эффективности использования агроландшафтов аридной зоны в условиях постоянного и циклического орошения / С. М. Васильев. – Ростов н/Д.: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2006. – 364 с.

7 Кузьмичёв, А. А. Перспективы внедрения ярусных систем в границах оросительно-обводнительных систем / А. А. Кузьмичёв // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 49. – Новочеркасск, 2012. – С. 23–28.

8 Пат. 2467561 Российская Федерация, МПК (7) А 01 G 25/00. Оросительная система с использованием местного стока / Щедрин В. Н., Васильев С. М., Гостищев В. Д., Снопич Ю. Ф., Акопян А. В., Кузьмичёв А. А.; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – № 2011101196/13; заявл. 12.01.11; опубл. 20.07.12, Бюл. № 26 (II ч.). – 6 с.

9 Сенчуков, Г. А. Пути совершенствования технологии орошения с использованием местного стока [Электронный ресурс] / Г. А. Сенчуков, В. Д. Гостищев, А. А. Кузьмичёв // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 1(13). – 12 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=226&id=244>.

УДК 633.18:631.675:626.862.4(574,13)

**С. Д. Магай, А. Е. Байзакова**

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, Тараз, Республика Казахстан

## **ВОДНЫЙ БАЛАНС И ОРОСИТЕЛЬНАЯ НОРМА РИСА НА ОПЫТНЫХ УЧАСТКАХ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА ЮГА КАЗАХСТАНА**

В статье приведены результаты исследований дренированности на рисовых полях при различных видах дренажа. Определено, что степень дренированности значительно меняет структуру водного баланса рисового поля и величину оросительной нормы риса. Наиболее существенно изменяется структура расходной части. Величина дренажного стока составляет 2100–3000 м<sup>3</sup>/га на варианте открытого горизонтального дренажа и 6100–7100 м<sup>3</sup>/га – на варианте закрытого. Дренированность территории на варианте закрытого горизонтального дренажа намного выше, что говорит о его преимуществе.

Ключевые слова: водный баланс, рис, оросительная норма, испарение, транспирация, фильтрация, горизонтальный дренаж.

Основная цель водобалансовых исследований – это количественное определение и оценка отдельных составляющих водного баланса. Исследованиям такого характера на рисовых оросительных системах посвящены многие работы [1–8], однако проблема установления норм дренированности рисового поля в них не получила достаточного обоснования.

В исследованиях авторов дренированность на рисовых полях изучалась при различных видах дренажа. Результаты опытов показывают, что степень дренированности значительно изменяет структуру водного баланса рисового поля и величину оросительной нормы.

Рис на опытно-экспериментальных участках выращивался при укороченном режиме орошения, который наиболее полно отвечает физиологическим его особенностям. Структура и величина оросительной нормы риса резко отличается от оросительных норм других орошаемых сельскохозяйственных культур. При орошении риса кроме расхода воды на испарение и транспирацию много воды дополнительно расходуется на насыщение почвогрунтов зоны аэрации и фильтрацию. Подача избыточного количества воды на рисовую систему приводит к непроизводительному увеличению оросительных норм, большим потерям на фильтрацию и вызывает переполнение коллекторно-дренажной сети. В результате ухудшается мелиоративное состояние орошаемых земель. Недостача же воды, наоборот, нарушает оптимальный режим орошения риса, что приводит к снижению его урожайности.

В основу определения величины оросительной нормы риса было положено уравнение водного баланса рисовой карты, в котором не учитывались атмосферные осадки, крайне редко выпадающие в исследуемом районе в течение вегетационного периода.

Для нахождения составляющих элементов оросительной нормы риса проводились специальные исследования, которые выявили полезные расходы воды на формирование урожая и непроизводительные потери. Установленные оросительные нормы риса и их составляющие по годам исследований приведены в таблице 1.

Уменьшение оросительных норм происходит за счет сокращения расходов воды на первоначальное насыщение почвогрунтов зоны аэрации и фильтрацию с рисовых полей.



**Таблица 1 – Оросительная норма риса и ее составляющие**В м<sup>3</sup>/га

Составляющие оросительной нормы	Вид дренажа			
	закрытый		открытый	
	1-й год	2-й год	1-й год	2-й год
Насыщение почвы	5600	3300	5520	3470
Эвапотранспирация	10350	11870	10290	11730
Фильтрация	8250	7280	7340	6100
Оросительная норма	24200	22450	23150	21300
Водоподача	25070	22930	25170	21990
Невязка	+870	+480	+2020	+690

Влагонасыщение зоны аэрации до потенциальной влагоемкости почвы является неизбежным процессом при создании слоя воды на поверхности рисового чека. Величина влагонасыщения уменьшилась на второй год от 5520–5600 м<sup>3</sup>/га до 3300–3470 м<sup>3</sup>/га за счет поднятия грунтовых вод и увеличения влажности почвогрунтов.

Испарение с водной поверхности зависит от температуры воздуха и воды, скорости ветра, дефицита влажности, атмосферного давления, густоты стояния и фазы развития риса. Максимальные величины испарения (11–17 мм/сут) – в начале вегетации риса, минимальные (0,2–0,5 мм/сут) – в конце вегетации риса. Заметное убывание испарения с водной поверхности рисового поля начинается в фазу массового кущения риса, в дальнейшем с ростом и развитием растений риса оно уменьшается. За вегетационный период испарение с водной поверхности варьирует в диапазоне 450–520 мм.

Транспирация – испарение воды с поверхности листьев – также зависит от многих факторов: температуры воздуха и почвы, скорости ветра, освещенности, фазы развития и сорта риса. Величина транспирации риса, в противоположность испарению с водной поверхности рисового поля, возрастает до фазы цветения. Максимальная величина транспирации (17–19 мм/сут) отмечается в фазах выметывание – цветение, минимальная (0,7–0,9 мм/сут) – в фазу всходов и полной спелости зерна. Транспирация за вегетационный период изменяется от 590 до 670 мм, а суммарное водопотребление (эвапотранспирация), или расход воды на формирование урожая риса (испарение плюс транспирация), – от 1040 до 1190 мм. Доля транспирации в общей величине потребления непрерывно возрастает в течение вегетационного периода, тогда как испарение с водной поверхности, наоборот, уменьшается к концу вегетации.

Фильтрация с рисового поля зависит от водно-физических свойств почвогрунтов, гидрогеологических условий, высотного расположения участка по отношению к окружающей территории и действия дренажа. Исследование фильтрации на рисовом поле и установление ее оптимальной величины позволяет снизить оросительную норму риса, улучшить мелиоративное состояние рисовых массивов и прилегающих к ним территорий. Разделение фильтрации на вертикальную и боковую, как отмечает В. Б. Зайцев, является некоторой схематизацией единого процесса [5]. В действительности вертикальная фильтрация может происходить только в том случае, если обеспечивается боковой отток грунтовых вод с рисового поля, а последний возможен только при непрерывном пополнении их запасов в результате вертикальной фильтрации с рисовых чеков.

На рисовых системах юга Казахстана фильтрационные воды, попадая в водоносный горизонт, вызывают подъем их уровня. На 5–6 сутки грунтовые воды смыкаются с поверхностными. Следовательно, на полях под культурой риса почти весь оросительный период имеет место подпертая фильтрация, которая по величине намного меньше свободной. Так, в первый год возделывания риса средняя величина фильтрации за оросительный период на участках горизонтального дренажа была равна 6,8–7,8 мм/сут, во второй – 4,5–5,5 мм/сут. Уменьшение фильтрации произошло в результате подъема уровня грунтовых вод и изменения некоторых показателей водно-физических свойств почвогрунтов.

Результаты полевых исследований на участках с различной дренированностью показали, что фильтрация с рисовых полей играет немаловажную роль в формировании урожая риса. На опытных участках максимальные урожаи риса получены при скоростях фильтрации 6–8 мм/сут. Учитывая, что фильтрация является той составляющей оросительной нормы, на которую можно воздействовать с помощью дренажа в целях повышения урожайности риса, ее необходимо регулировать в течение вегетационного периода.

Интенсивность фильтрации в разрезе вегетационного периода неравномерна. Максимальный расход наблюдается в начальный период орошения, минимальный – в конце вегетации. Непрерывное уменьшение величины фильтрации от начала к концу вегетационного сезона происходит по следующим причинам: впитывание воды в поч-

ву идет в убывающем порядке; одновременно закупоривается часть пор развивающимися водорослями, скоплениями микроорганизмов и илистыми частицами; по мере насыщения почвы водой она постепенно обесструктурируется и набухает ее коллоидная часть.

В пределах одного массива и даже поля величина фильтрации может изменяться в широких пределах. Следовательно, необходимо назначать такой режим работы дренажа, при котором создается возможность оперативно регулировать дренированность в течение вегетационного периода в необходимых пределах с целью получения высоких урожаев риса. Это подтверждается исследованиями Е. Б. Величко и С. В. Харченко [9], Хитоши Фукуда и Хикари Цуцуи [10].

На основании изложенного можно заключить, что при возделывании риса затоплением потребность в воде базируется на таких основных факторах, как эвапотранспирация и фильтрация. Причем количество воды, необходимое для возделывания риса, не всегда соответствует водоподаче. Последняя в большинстве случаев превышает оросительную норму. На опытных участках оросительная норма риса по годам исследований изменялась в пределах 21,3–24,2 тыс. м<sup>3</sup>/га, водоподача – 22,0–25,2 тыс. м<sup>3</sup>/га. Фильтрация, характеризующая степень дренированности территории, на варианте открытого горизонтального дренажа составляла 6,1–7,3 тыс. м<sup>3</sup>/га, на варианте закрытого горизонтального дренажа – 7,3–8,2 тыс. м<sup>3</sup>/га.

На рисовых оросительных системах основной единицей водопользования является поле севооборота, которое со всех сторон ограждено оросительными и дренажно-сбросными каналами. Поэтому один опытный участок в наших исследованиях занимал как минимум одно поле, а промежуток времени, в течение которого определялись составляющие элементы водного баланса, равнялся одному году. Таким образом, водный баланс отразил разность между суммарным поступлением и расходом воды, равную изменению их запасов в пределах опытного участка с определенным видом дренажа за год (таблица 2).

В целом, водные балансы опытных участков показывают, что приходные и расходные их части вполне сопоставимы между собой. Невязки балансов изменяются от 1160 до 1580 м<sup>3</sup>/га. В процентном выражении это составляет 4,4 и 6,3 % от приходной части баланса,

что свидетельствует о высокой достоверности проведенных исследований по установлению составляющих водных балансов.

**Таблица 2 – Водный баланс участков горизонтального дренажа**

Статья баланса	Год возделывания риса							
	первый		второй		первый		второй	
	открытый дренаж				закрытый дренаж			
	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%
<b>Приход</b>	<b>26610</b>	<b>100</b>	<b>23960</b>	<b>100</b>	<b>26510</b>	<b>100</b>	<b>24900</b>	<b>100</b>
Водоподача	25170	94,6	21990	91,8	25070	94,6	22930	92,1
Осадки	1440	5,4	1970	8,2	1440	5,4	1970	7,9
<b>Расход</b>	<b>25450</b>	<b>100</b>	<b>22750</b>	<b>100</b>	<b>25110</b>	<b>100</b>	<b>23320</b>	<b>100</b>
Испарение и транспирация	12690	49,9	13180	57,9	11750	46,8	13320	57,1
Дренажный сток	2960	11,6	2070	9,1	6060	24,1	7100	30,5
Отток грунто- вых вод	9800	38,5	7500	33,0	7300	29,1	2900	12,4
Невязка	+1160	4,4	1210	5,1	1400	5,3	1580	6,3

Проведенные балансовые исследования показали, что в водных балансах опытных участков с различным видом дренажа наиболее существенно изменяется структура расходной части. Величина дренажного стока составляет 2100–3000 м<sup>3</sup>/га на варианте открытого горизонтального дренажа и 6100–7100 м<sup>3</sup>/га на варианте закрытого горизонтального. Как видим, дренированность территории на варианте закрытого горизонтального дренажа намного выше, что говорит о его преимуществе.

#### **Список использованных источников**

1 Скрипчинская, Л. В. Орошение риса / Л. В. Скрипчинская. – М.: Сельхозгиз, 1962. – 120 с.

2 Жовтоног, И. С. Водно-солевой режим почв солонцового комплекса при орошении риса / И. С. Жовтоног // Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: Наука, 1966. – С. 343–349.

3 Тулякова З. Ф. Рис на Северном Кавказе / З. Ф. Тулякова. – Ростов н/Д.: Кн. изд-во, 1973. – 116 с.

4 Обухов, А. Д. Расчет мелиорирующего влияния культуры риса / А. Д. Обухов // Мелиорация и водное хозяйство: сб. науч. тр. – Киев: Урожай, 1973. – Вып. 27. – С. 19–27.

5 Зайцев, В. Б. Рисовая оросительная система / В. Б. Зайцев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1975. – 352 с.

6 Величко, Е. Б. Оросительные мелиорации на Кубани / Е. Б. Величко. – Краснодар: Кн. изд-во, 1975. – 192 с.

7 Андриюшин, М. А. Орошение риса / М. А. Андриюшин. – М.: Колос, 1977. – 128 с.

8 Баженов, М. Г. Регулирование водно-солевого режима земель рисовых систем / М. Г. Баженов, Х. М. Сарсенбаев. – Алма-Ата: Кайнар, 1979. – 152 с.

9 Величко, Е. Б. Влияние конструкции рисовой оросительной карты на свойства почв рисовых полей / Е. Б. Величко, С. В. Харченко // Почвоведение. – 1980. – № 12. – С. 72–80.

10 Фукуда, Х. Орошение риса в Японии / Хитоши Фукуда, Хикари Цуцуи: [пер. с англ.]. – М.: ЦБНТИ, 1976. – 98 с.

УДК 631.6

**В. В. Мелихов**

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия  
Федерального агентства научных организаций, Волгоград, Российская Федерация

## **О ЗАКОНОДАТЕЛЬНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИЙ В МЕЛИОРАТИВНОЙ ОТРАСЛИ В РОССИИ НА ПРИМЕРАХ РАЗРАБОТОК И ПРАКТИКИ РЕГИОНОВ**

В статье рассмотрены инновационные подходы к развитию мелиоративной отрасли на основе создания научно-делового и образовательного центра «Агротехнопарк «Волго-Донской», который объединит на территории Волгоградской области всю цепочку создания научных разработок, внедрения их в практику и финансирования инноваций в АПК и в мелиоративной отрасли. Обосновывается необходимость создания новых законодательных инициатив для упорядочения земельных отношений, и в частности создания федерального или региональных мелиоративных фондов, запуска механизма их работы.

Ключевые слова: мелиорация, инновации, агротехнопарк, земельные отношения, законодательные инициативы.

В настоящее время большинство сельхозпредприятий, столкнувшись с необходимостью жесткой оптимизации издержек, в первую очередь экономят на развитии, откладывая на неопределенное будущее инновационные проекты, расходы на НИОКР и экологические мероприятия. Поэтому именно на этапе продвижения научных продуктов, решения экологических вопросов определяющую роль играют и будут играть действия государства, в том числе с применением политических и законодательных инструментов влияния.

Объективно оценивая ситуацию, связанную с природными рисками в земледелии, правительство расширяет формат механизмов и направлений государственной поддержки тех, кто всерьез занимается реконструкцией имеющихся и строительством новых мелиоративных систем. Задача – к 2020 году прирастить стоимость национального мелиоративного комплекса на 185,1 млрд рублей, доведя его до 819,6 млрд рублей. Все это отражено в новой госпрограмме развития сельского хозяйства.

Однако, оценивая проблемы в основополагающей для сельского хозяйства области – земледелии, связанные с последовательным разрушением земельной службы, других сервисных технологических структур, нещадной эксплуатацией природно-экологических ресурсов, лесов и почвенного покрова, индифферентным отношением общества и государства к собственной науке и одновременно рисками, вызванными глобальными изменениями климата и уходом от технологической модернизации, очень сложно будет достигнуть заданных показателей и двигаться в русле мировых природоохранных тенденций.

Для эффективного решения этого комплекса вопросов, и в первую очередь законодательного и организационного планов, необходимо и возможно на базе нашего института и других НИУ, расположенных в г. Волгограде и области, создать агротехнопарк с рабочим названием «Волго-Донской», где и приступить к их отработке и применению на практике.

Цель – объединить на одной территории всю цепочку от создания научных разработок и исследований до коммерциализации их в мелиоративной отрасли с параллельным обеспечением взаимодействия власти, науки и бизнеса.

Перед центром будут поставлены четыре взаимосвязанных и капиталоемких задачи:

- научное сопровождение мероприятий по увеличению площадей и повышению продуктивности орошаемых земель;
- модернизация мелиоративного комплекса России;
- формирование его кадрового потенциала;
- создание современной социальной инфраструктуры сельских территорий, без чего реализация намеченных целей невозможна.

При этом законодательная и управленческая политика должна делать упор на:

- создание общих благоприятных организационных, информационных и правовых условий для развития кластера в регионе;

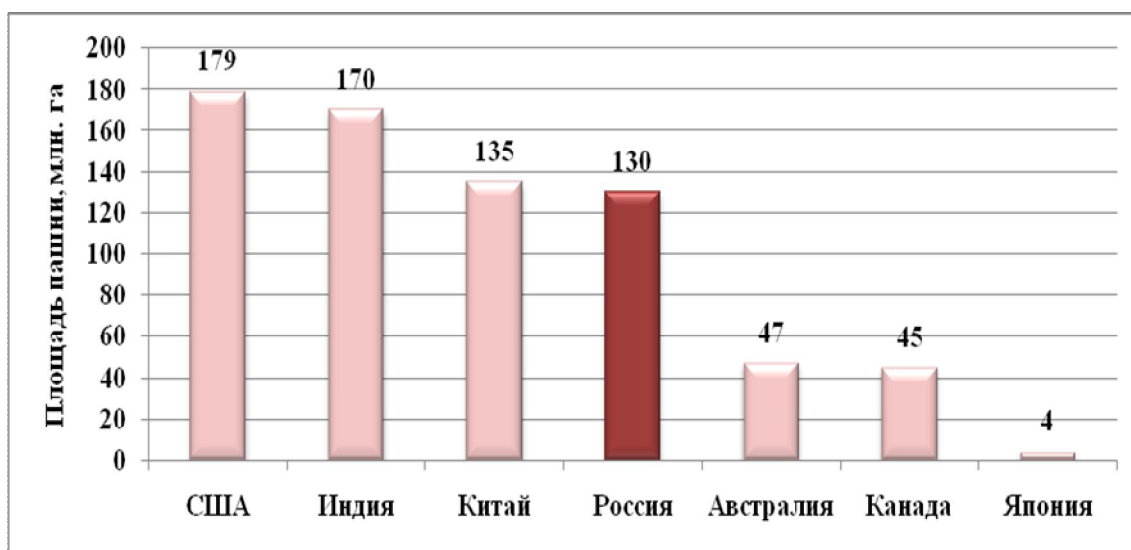
- идентификацию кластеров и направлений их «доставания»; формирование портфеля кластерных инициаторов в регионе; ранжирование кластеров по приоритетности с позиций регионального развития;

- стимулирование деятельности организации-инициатора и группы лидеров формирования кластера; разработку концепции и программы развития кластера, создание органа кластерного развития; содействие в формировании общих сфер и центров компетенций участников кластера;

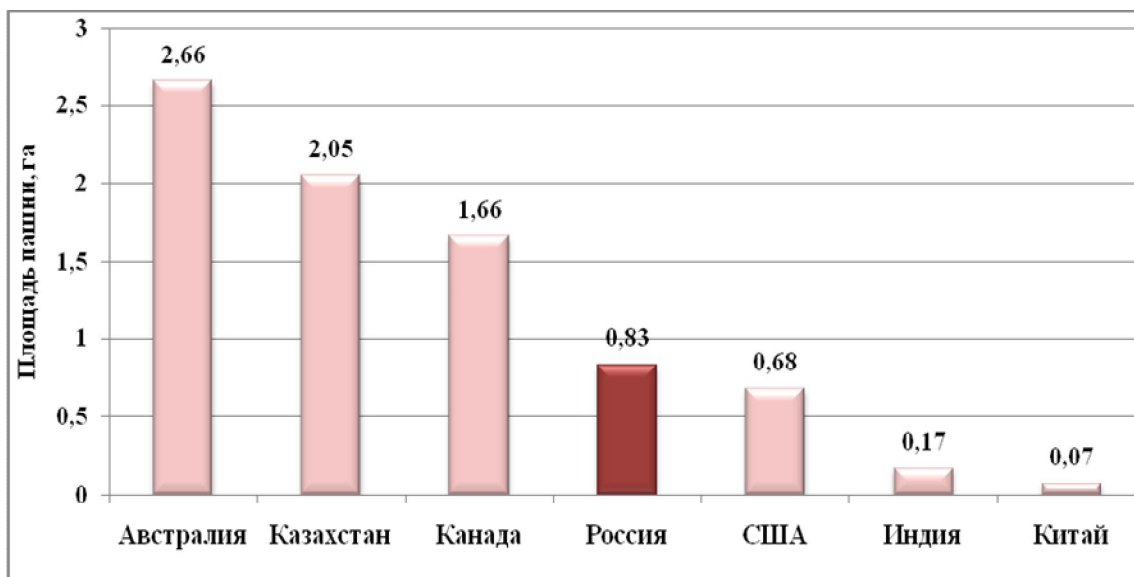
- оказание организационной и информационной помощи в координации усилий участников кластера; поддержку создания и развития инфраструктуры; содействие в подготовке кадров и обучении;

- введение налоговых и иных льгот для участников кластера.

Важно обратить внимание на то, что в государственной программе мелиорации земель сельскохозяйственного назначения введение в оборот неиспользуемой пашни и других категорий угодий отнесено к первому уровню приоритетов государственной политики в агропромышленной сфере. Это связано с тем, что в XXI веке количество и качественное состояние пригодных для сельскохозяйственной деятельности земель становятся основным фактором, определяющим численность населения планеты. Мировые запасы сельскохозяйственных угодий составляют на сегодня около 5 млрд га, из них пашни – 1,4 млрд га, и 8,9 % ее находится в Российской Федерации (рисунки 1, 2).

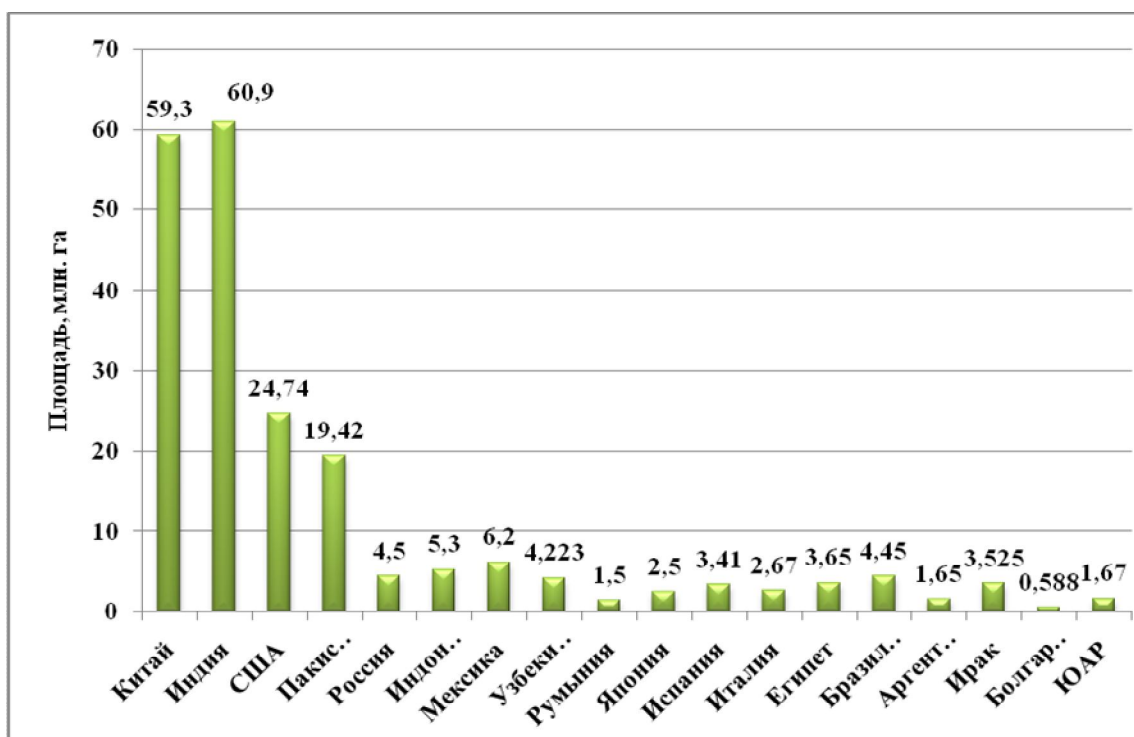


**Рисунок 1 – Площадь пашни в странах мира**



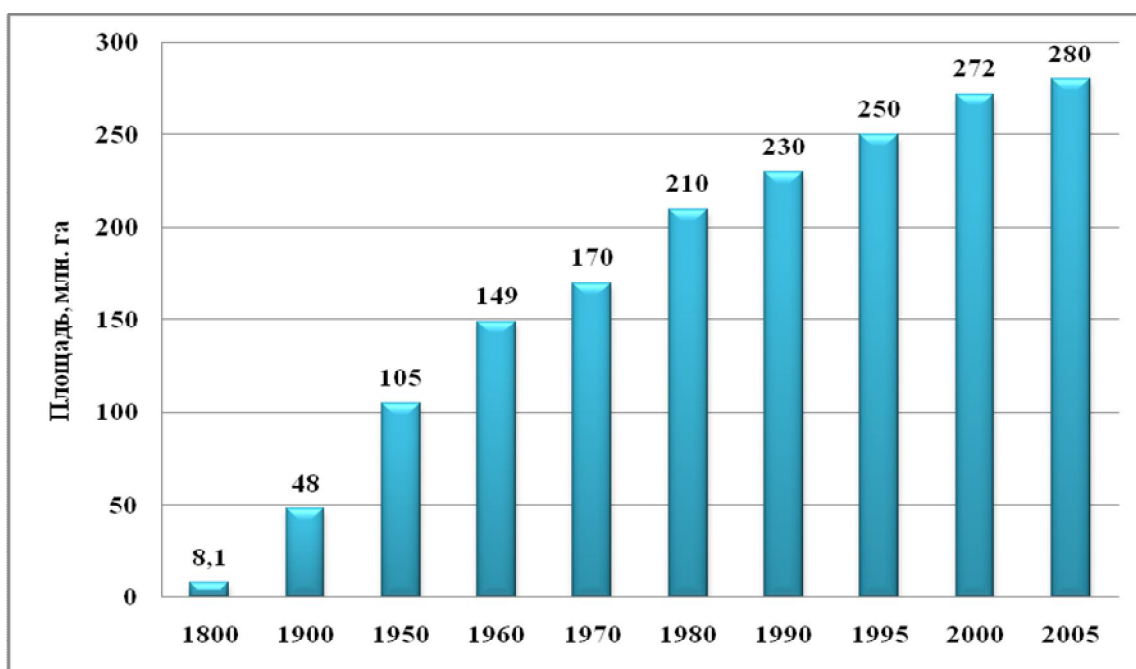
**Рисунок 2 – Средняя площадь пашни на душу населения**

Россия обладает уникальным, конкурентоспособным агропромышленным потенциалом. Однако природно-климатические условия России достаточно сложны с точки зрения сельскохозяйственного производства, и на сегодня их уровень мелиоративной обустроенности недопустимо отстает от наших конкурентов на рынке продовольствия. Если в Китае доля мелиоративных земель составляет 44 %, в Индии – 36 %, в США – 40 %, то в России – менее 8 % (рисунки 3, 4).



**Рисунок 3 – Площадь орошаемых земель пашни в странах мира**





**Рисунок 4 – Динамика площади орошаемых земель в мире**

Несмотря на сравнительно небольшой удельный вес в общем мировом балансе пахотных земель, используемых в сельском хозяйстве (19 %), продукция с орошаемых площадей составляет в настоящее время около 50 % от всей продукции растениеводства земного шара. В недалеком прошлом успехи мелиорации в нашей стране способствовали мощному прогрессу агропроизводства, формированию социального облика и инфраструктуры села.

Важно отметить, что ранее научное обоснование развития орошения в различных регионах производилось на основании водного и теплового балансов, повышения урожайности сельскохозяйственных культур и экономической эффективности. При этом проблема повышения устойчивости и достаточности производства сельскохозяйственной продукции, напрямую связанная с объемами развития комплексных мелиораций на базе орошения, ранее не рассматривалась.

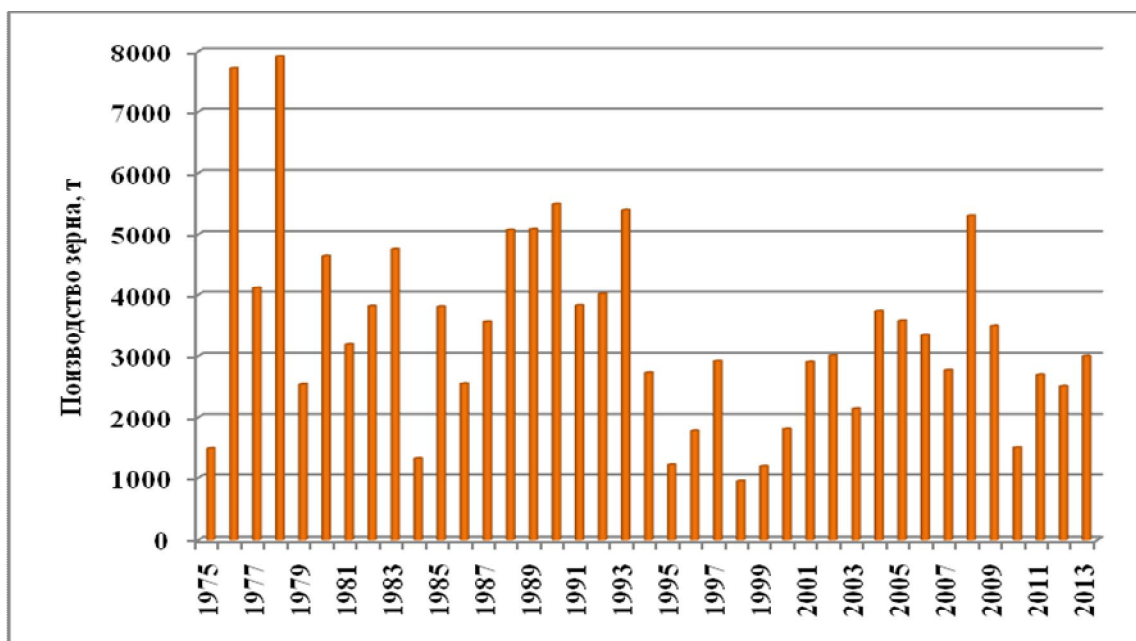
Однако устойчивость производства является неременным требованием эффективного развития любой отрасли народного хозяйства, но особенно велико значение этого фактора в сельском хозяйстве.

При среднем варианте демографического прогноза (139 млн чел. в 2030 г.), среднелюдином потреблении мясных и молочных продуктов соответственно 90 и 390 кг/год, достигнутом в ряде стран (что существенно выше ориентиров, принятых при разработке агропродовольственной политики), достижении нормативов Доктрины продовольственной безопасности (импорт не превысит 15 % по мяс-

ным и 10 % по молочным продуктам от ресурсов внутреннего рынка), наращивании экспорта зерновых культур до 40 млн т максимальные оценки роста сельхозпроизводства находятся в интервале 135–140 % к среднему уровню 2006–2011 гг. По расчетам некоторых специалистов, для исчерпания этого потенциала за 20 лет достаточно среднегодовых темпов прироста 1,5–1,7 %, за 15 лет – 2,0–2,3 % и за 10 лет – 3,0–3,4 %.

Считается, что при реализации указанной программы уже к 2020 г. основным ограничением в развитии сельского хозяйства (так же как это ранее произошло в более развитых странах) может стать только емкость традиционных рынков сбыта аграрной продукции.

Однако посредством анализа эффективности и стабильности сельскохозяйственного производства в нашей стране было доказано, что варьированность урожайности по годам составляет от 10 до 100 %. Неустойчивость сельскохозяйственного производства проявляется прежде всего в ежегодных колебаниях объемов продукции растениеводства. Так, за последние 35 лет амплитуда колебаний производства зерна в Волгоградской области достигала 322 % среднегодового сбора за этот период (рисунок 5). Значительные колебания испытывали и объемы заготовки кормов, что отрицательно отражалось на эффективности работы животноводства.



**Рисунок 5 – Амплитуда колебаний производства зерна в Волгоградской области, 1975–2013 гг.**

Данная реальность никак не подтверждает простые арифметические расчеты, приведенные выше, и путь к достижению показателей может оказаться трудным и долгим.

В прошлом году ученые-аграрники разработали по заказу регионального министерства сельского хозяйства Стратегию развития региона. В этой работе поставлено много задач, решение которых актуально и для других аридных зон.

Основная цель исследований нашего института в коллективной работе сводилась к научному обоснованию пределов насыщения агроландшафтов комплексно мелиорированными землями.

В работе представлено, что одним из главных условий решения этих задач является упорядочение земельных отношений, и в частности создание федерального или региональных мелиоративных фондов, запуск механизма их работы.

В России сейчас очень сложная ситуация, когда старая система территориального планирования разрушена, а новая еще не создана. В поле зрения государства оказались в основном фискальные и политические цели, связанные с перераспределением земельной собственности. В результате земельно-кадастровых действий, проводимых безотносительно к использованию земель, сложились произвольные хозяйственные инфраструктуры с чересполосицей, вкрапливанием, дальнотемельем, паевым землепользованием. Следствием этого становятся большие производственные и экологические издержки, деградация ландшафтов, отсутствие нормальных условий для реконструкции и строительства новых мелиоративных систем.

На научной сессии Россельхозакадемии в июле 2013 г. в Белгородской области было отмечено, что в отличие от большинства регионов страны руководство региона сумело воспользоваться экономическими свободами, сдержать разрушительные процессы аграрного реформирования и, что особенно важно, упорядочить земельные отношения и модифицировать сельскохозяйственное производство на основе новейших научно-технических достижений, обеспечив высокие темпы его развития.

В Белгородской области действуют 43 нормативно-правовых акта, регулирующих имущественные и земельные отношения, а главным образом работу земельного фонда. Аналогичные акты имеются в Волгоградской области. Необходимы политическая воля и принятие

дополнительно восьми документов (шести постановлений и двух законов), чтобы апробированный метод заработал и в нашей области. Вполне очевидно, что без тиражирования белгородского опыта, без помощи Государственной Думы, ее рекомендаций мелиораторам будет очень трудно, а порой невозможно решать поставленные задачи.

УДК 626.823:627.83.003.12

**Л. Р. Нозадзе**

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

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ КОНЦЕВЫХ ВОДОСБРОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ**

В данной статье приведен анализ результатов анкетирования учреждений мелиорации России о наличии концевых водосбросов и выявлены наиболее применяемые их типы. Проанализированы техническое состояние, типы водосбросов и их количество. Приведены основные положения по техническому обслуживанию концевых водосбросных сооружений.

Ключевые слова: концевой водосброс, техническое состояние, открытый водосброс, закрытый водосброс.

С целью проведения анализа наличия и выявления наиболее применяемых типов концевых водосбросов магистральных каналов было проведено анкетирование всех эксплуатационных учреждений мелиорации. В анкетировании приняли участие 40 учреждений из 78. Из них 31 учреждение не имеет на балансе концевых водосбросных сооружений.

Анализ информации, полученной от 9 учреждений мелиорации, показал следующее:

- ФГБУ «Управление «Адыгеемелиоводхоз» имеет на своем балансе три концевых водосброса, из них два открытого типа (в составе шлюзы-регуляторы) и один закрытого типа (трубчатый в одну нитку с затвором в начале тракта);

- ФГБУ «Управление эксплуатации Кумских гидроузлов и Чограйского водохранилища» имеет на своем балансе один концевой водосброс открытого типа;

- ФГБУ «Управление эксплуатации Терско-Кумского гидроузла» имеет на своем балансе один концевой водосброс открытого типа;

- ФГБУ «Управление «Алтаймелиоводхоз» имеет на своем балансе два концевых водосброса, из них один закрытого типа (трубчатый в пять ниток) и один открытого типа;

- ФГБУ «Управление «Самарамелиоводхоз» имеет на своем балансе два концевых водосброса открытого типа;

- ФГБУ «Управление «Ставропольмелиоводхоз» имеет на своем балансе четыре концевых водосброса открытого типа;

- ФГБУ «Управление БСК» имеет на своем балансе один концевой водосброс открытого типа;

- ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» имеет на своем балансе четыре концевых водосброса, из них два открытого типа, два закрытого типа (трубчатые).

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее распространенными в России являются концевые водосбросы открытого типа.

Анализ состояния концевых водосбросов магистральных каналов выявил, что из 18 водосбросов 13 находится в удовлетворительном состоянии, 5 – в неудовлетворительном.

По результатам анкетирования определены мероприятия по техническому обслуживанию, проводимые на концевых водосбросах эксплуатационными организациями:

- текущий ремонт (заделка швов, штукатурка стен лотков, замена резинок уплотнения затворов, заделка трещин в бетоне, установка металлических затворов и ремонт бетонного основания, планировка полотна автодорожного переезда с частичной подсыпкой);

- ежемесячная очистка от мусора, заиления и уничтожение растительности;

- визуальный осмотр для обнаружения отдельных дефектов для их устранения.

При этом анализ различных нормативных документов, регламентирующих техническое обслуживание ГТС, позволил выделить основные положения по техническому обслуживанию концевых водосбросных сооружений.

При эксплуатации водосбросных гидротехнических сооружений в течение года имеют место два периода:

- зимний период – нерабочее состояние;

- летний – поливной период, в течение которого сооружение находится в рабочем состоянии.

Продолжительность каждого из этих двух периодов может быть различна. Основной задачей зимнего периода является подготовка сооружений к последующей их эксплуатации в поливной период.

Техническое обслуживание водосбросных сооружений заключается в систематическом проведении эксплуатационного контроля технического состояния сооружений, ремонтов (текущего, аварийного) и ведении технической документации по оценке состояния сооружения.

Для организации эксплуатационного контроля за водосбросными сооружениями необходимо получение информации о фактическом состоянии, признаках и показателях свойств элементов мелиоративных каналов и сооружений на сети, а также сопоставление их с заранее установленными проектом требованиями, нормами, показателями для обнаружения соответствия или несоответствия фактических данных требуемым (ожидаемым), установления первопричины существующих и потенциальных проблем и принятия корректирующих и предупреждающих мер.

По нормативным документам, регламентирующим техническое обслуживание водосбросных сооружений [1–3], в систему контроля технического состояния входят следующие наблюдения и исследования [4]:

- измерение скоростей течения и определение расхода воды в нижнем бьефе, а при технической возможности – в пределах сооружения;

- определение уровней воды в пределах подходного участка, сооружения и в нижнем бьефе;

- изучение изменения связи расходов и уровней в нижнем бьефе;

- наблюдения за гидравлическим режимом в пределах водосбросного сооружения, на подходе к нему и в зоне нижнего бьефа, непосредственно прилегающей к сооружению;

- геодезические и гидрометрические съемки рельефа дна и берегов на участке местных деформаций русла;

- наблюдение за фильтрацией в основании сооружений;

- наблюдения за осадкой сооружений;

- осмотр обтекаемых потоком поверхностей по всей трассе сооружения, включая и подводный участок, и фиксация их состояния с помощью различных съемок (фотографической, геодезической, стереофотограмметрической и т. п.);

- подводное обследование находящихся под водой участков сооружений (водолазное и с применением современной аппаратуры с записью показаний);

- оценка кавитационной и абразивной эрозии, а также иных повреждений бетонных поверхностей;

- наблюдения за образованием наледей в пределах водосбросных сооружений с фиксацией их нарастаний в течение морозного периода;

- наблюдения за состоянием ледяного покрова на подходе к водосбросу и на участке энергогасящих сооружений (водобойных колодцев различных типов).

Сравнивая мероприятия по техническому обслуживанию, проводимые, по результатам анкетирования, на конечных водосбросах, с перечнем мероприятий, регламентированных нормативными документами, выявили, что подавляющее большинство эксплуатирующих организаций не обеспечивает выполнение требований нормативных документов.

#### **Список использованных источников**

1 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений: СП 13-102-2003: утв. Госстроем России 21.08.03: введ. в действие с 21.08.03 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dwg.ru/dnl/1159>, 2014.

2 Руководство по натурным наблюдениям за деформациями гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами: П-648: утв. Минэнерго СССР 01.01.80. – М.: Энергия, 1980. – 116 с.

3 Рекомендации по проведению визуальных наблюдений и обследований на грунтовых плотинах: П 72-2000: утв. РАО «ЕЭС России» 03.07.98: введ. в действие с III кв. 2000 г. – М.: ВНИИГ, 2000. – 41 с.

4 Рекомендации по анализу данных и контролю состояния водосбросных сооружений и нижних бьефов гидроузлов: П 75-2000: утв. РАО «ЕЭС России» 03.07.98: введ. в действие с III кв. 2000 г. – СПб.: ВНИИГ, 2000. – 33 с.

**А. П. Погребняк**

Институт водных проблем и мелиорации НААН Украины, Киев, Украина

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ АДАПТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ И АГРОЛАНДШАФТОВ**

В результате многолетних научно-исследовательских экспериментов, проводимых в условиях регулируемого водообеспечения, обобщения отечественных и зарубежных публикаций и передового опыта сформулированы основные принципы формирования природоохранных экологически безопасных адаптивных агросистем и конструирования севооборотов в интенсивном земледелии, обеспечивающие расширенное воспроизводство почвенного плодородия и увеличение продуктивности возделываемых культур, эффективное использование невозобновляемых техногенных факторов и природного биоклиматического потенциала территории, способствующие сохранению и предотвращению разрушения окружающей среды, высокой производительности агросистем, эффективности и рентабельности производства.

Ключевые слова: агроэкосистемы, севообороты, экологизация, биологизация, интенсификация, ресурсосбережение, производственный процесс, природные ресурсы, экономическая эффективность, рентабельность.

Принципы формирования современных агроэкосистем и агроландшафтов (севооборотов) базируются на основе биологизации и экологизации интенсификационных процессов, для которых характерен эволюционно-аналоговый подход, приближенный к формированию естественных экосистем, в которых за счет генетического многообразия и экологической специализации видов, находящихся в многочисленных связях, обеспечиваются достижение высокой продуктивности фитоценозов, их экологическая устойчивость и экономическая эффективность. Они сформулированы в работах ученых многих стран (С. А. Воробьев, 1979; А. В. Гуманюк и др., 2010; А. А. Жученко, 2004, 2009; А. М. Коваленко и др., 1999; А. А. Ничипорович, 1982; А. П. Погребняк и др., 1988, 1992; Д. Н. Прянишников, 1952; В. С. Снеговой, 1981; К. А. Тимирязев, 1987; С. А. Чобану и др., 1990) и объединены в четыре основных группы показателей (химические, физические, биологические, экономические), в соответствии с которыми научно обоснованное чередование культур является более эффективным, нежели повторное или бесменное их возделывание на одном и том же месте. В настоящее время, особенно в условиях интенсивного использования пашни и высокой антропогенной нагрузки



на природную среду, культуuroоборот выполняет еще одну важную природоохранную и экологическую функцию [1–12].

Отличительной особенностью конструирования современных природоохранных агроэкосистем является то, что растительные ресурсы рассматриваются как важнейший фактор биологизации и экологизации интенсификационных процессов, средство наращивания производства продуктов питания и сырья для промышленности, а в силу возможности воспроизводства – как неисчерпаемый пищевой и энергетический ресурс, самый экономичный способ профилактики многих болезней и вредителей, повышения плодородия почвы, увеличения производительности агроландшафтов и более эффективной утилизации энергии солнечной радиации. При этом стратегии развития природы и общества не только не расходятся, а взаимодополняют друг друга, обеспечивают биосферосовместимость и высокое качество жизни человеческой цивилизации.

Формирование современных агроландшафтов и агрофитоценозов является органичной частью стратегии интенсификации растениеводства. Главная цель ее состоит в повышении продуктивности сельскохозяйственных территорий за счет вовлечения в продукционный и средоулучшающий процессы неисчерпаемых и воспроизводимых природных ресурсов.

В ее основе лежат наукоемкость, динамичность и многовариантность, способность интегрировать достижения не только прикладных, но и фундаментальных исследовательских работ. К числу основополагающих факторов и важных особенностей, которые должны быть учтены при проектировании севооборотов в условиях регулируемого водообеспечения, необходимо отнести следующие:

- научно обоснованное чередование культур в пространстве и во времени (севооборот) является одним из наиболее экологичных агротехнических приемов, основанных на природных механизмах взаимодействия климатических факторов, культивируемых растений и почвы без какого-либо негативного воздействия на окружающую среду. По широте, глубине, разнообразию действия и степени влияния на сельскохозяйственные растения, биологические сообщества, процессы, происходящие в почве, экологической, ресурсосберегающей, экономической и энергетической эффективности севооборот не имеет себе равных среди технологических мероприятий;

- в условиях регулируемого влагообеспечения севообороты в своем составе не предполагают поля черного пара. Для них с биологической, экономической и экологической точек зрения более конструктивным является наличие занятого пара или полупара, а также возделывание сидеральных культур для восстановления средоулучшающих свойств почвы и повышения продуктивности возделываемых культур;

- при конструировании научно обоснованного чередования во времени и пространстве руководствуются тем основополагающим положением, что все культуры размещаются по лучшим для них предшественникам, обеспечивающим получение максимальной продуктивности и экономической эффективности, и в свою очередь обеспечивают благоприятные условия для роста и развития следующих за ними культур;

- большинство возделываемых генотипов отрицательно реагирует на выращивание в монокультуре. При этом происходит разрушение почвенного плодородия, ухудшаются фитосанитарные свойства, снижаются биогенность почвы и иммунитет возделываемых растений, существенно уменьшаются их продукционные свойства. Бессменные посевы допускаются в исключительных случаях, в течение короткого периода времени и только по тем немногим культурам, корневые выделения которых не приводят к вредному аллелопатическому почвоутомлению, деградации почвы и снижению продукционных свойств возделываемых после них видов;

- в севооборотах с короткой ротацией эффект утраченных элементов плодосмена может быть частично восстановлен путем увеличения генетического биоразнообразия за счет возделывания в них промежуточных и уплотненных посевов;

- адаптивное размещение культур и сортов во времени и пространстве с целью более эффективного использования в течение возможного периода вегетации биоклиматического потенциала территории;

- увеличение видового и генетического биоразнообразия культивируемых видов и сортов растений по принципу агроэкологической взаимодополняемости и замкнутости биогеохимического круговорота, совершенствование структур и систем биоценотической саморегуляции;

- регуляция динамики численности популяций полезной и вредной фауны и флоры за счет возделывания толерантных видов и сортов, ориентация на естественный отбор вредных видов и управление их динамикой путем использования механизмов и средств экзогенной и эндогенной регуляции и нарушения их обычных жизненных циклов;

- учет и использование фитосанитарных, фитомелиоративных, почвозащитных, почвоулучшающих, разрыхлительных, азотонакопительных и структуроулучшающих возможностей культивируемых видов и сортов растений и других биотических элементов агробиоценоза;

- использование сортов и видов растений, сочетающих высокие продукционные свойства с устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам, лимитирующим величину и качество урожая;

- дифференцированный и высокоточный учет почвенно-климатических условий рельефа местности, экспозиции склона, водной и ветровой эрозионной опасности, сочетание ресурсосберегающих, почвозащитных и традиционных технологических решений;

- использование конкурентных, коэволюционных, компенсаторных, синергетических, симбиотических, интегративных свойств возделываемых видов растений с целью восстановления и сохранения ресурсовосстанавливающих и средоулучшающих свойств почвы и повышения продукционных функций культивируемых растений;

- ведущая роль имеющих важное агромелиоративное значение однолетних и многолетних бобовых трав и их многокомпонентных травосмесей, а также зернобобовых культур в экологизации и биологизации интенсификационных процессов, в повышении продукционных, ресурсосберегающих, средоулучшающих и экологических функций агросистем и агроландшафтов. Огромный многовариантный и многофакторный потенциал, множество интегративных эффектов определяют гибкость биологической адаптации и свидетельствуют о поистине безграничных возможностях растений этого семейства, главная из которых – симбиотическая азотфиксация атмосферного азота;

- формирование высокопродуктивных, экологически устойчивых гетерогенных агроэкосистем и агроландшафтов во времени и пространстве за счет увеличения числа культивируемых видов и сортов, использование смешанных, многовидовых, многокомпонентных посевов, а также промежуточных и уплотненных культур с целью бо-

лее эффективной утилизации энергии солнечной радиации за счет более продолжительного функционирования растительного покрова, асинхронности в формировании фотосинтетической поверхности, оптимизации сочетания культур во времени и пространстве;

- использование культур, обеспечивающих создание относительно замкнутых круговоротов питательных веществ благодаря комплементарности корневых систем различных растений к более эффективному использованию биофильных элементов из различных частей почвенного профиля, обогащение биофильными элементами пахотного слоя, что делает их более доступными для следующих в севообороте культур;

- синхронизация почвенно-климатических условий, технологических решений и биологических особенностей культивируемых видов и сортов растений, их отзывчивости на условия увлажнения, внесение органических и минеральных удобрений с экономической целесообразностью и формами организации труда;

- учет степени надежности возделываемых видов и сортов, технологичности их возделывания, уровня обеспеченности техническими ресурсами для реализации производственных программ;

- учет возможных глобальных и локальных изменений климата, погодных условий, наличия рынков сбыта продукции, платежеспособного спроса, рыночной конъюнктуры и других факторов, оказывающих существенное влияние на включение тех или иных культур в состав севооборотов и структуру посевных площадей;

- конструирование высокопроизводительных, ресурсосберегающих и экологически устойчивых агросистем и агроландшафтов должно осуществляться на основе гармонизации отношений природы и общества, высокой экономической эффективности и рентабельности производства, а также социальной приемлемости.

Создание на этих основах агроэкосистем (севооборотов) является важнейшим путем биологизации интенсификационных процессов в растениеводстве, основной целью которого является более эффективное использование природного потенциала территории и невозобновляемых техногенных факторов, сохранение и повышение плодородия почвы, управление численностью вредной и полезной фауны и флоры, сохранение экологического равновесия, предотвращение разрушения окружающей среды, получение высокой продуктивности воз-

дельваемых культур, экономической эффективности и рентабельности производства.

### **Список использованных источников**

1 Воробьев, С. А. Севообороты интенсивного земледелия / С. А. Воробьев. – М.: Колос, 1979. – 368 с.

2 Гуманюк, А. В. Влияние факторов интенсификации земледелия на плодородие почв / А. В. Гуманюк, Н. П. Пара, А. П. Погребняк. – Бендеры: Полиграфист, 2010. – 216 с.

3 Жученко, А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России: теория и практика / А. А. Жученко. – М.: Изд-во Агрорус, 2004. – 1109 с.

4 Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика / А. А. Жученко. – М., 2009. – Т. III. – 959 с.

5 Сівозміни на зрошувальних землях: методичні рекомендації / А. М. Коваленко [та ін.]. – Київ: Аграрна наука, 1999. – 40 с.

6 Прянишников, Д. Н. Избранные сочинения: в 3 т. / Д. Н. Прянишников. – М.: Изд. АН СССР, 1952. – Т. 3. – 634 с.

7 Ничипорович, А. А. Физиология фотосинтеза / А. А. Ничипорович. – М., 1982. – 189 с.

8 Погребняк, А. П. Баланс гумуса в интенсивных севооборотах при орошении / А. П. Погребняк, Т. П. Калашникова, В. А. Табак // Мелиорация и химизация земледелия в Молдавии: тез. докл. Республиканской конференции, г. Кишинев, 1988 г. – Кишинев: Штиинца, 1988. – Ч. 1. – С. 77–78.

9 Погребняк, А. П. Оптимальные севообороты. Рекомендации МСХ РМ / А. П. Погребняк, С. А. Чобану. – Кишинев, 1992. – 32 с.

10 Снеговой, В. С. Агротехника и плодородие почвы при орошении / В. С. Снеговой. – Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1981. – 168 с.

11 Тимирязев, К. А. Растения и солнечная энергия / К. А. Тимирязев. – М., 1897.

12 Чобану, С. А. Структура посевных площадей и севообороты на орошаемых землях / С. А. Чобану, А. П. Погребняк. – Кишинев, 1990. – 276 с.

**Т. С. Пономаренко**Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОПАВОДКОВЫХ  
МЕРОПРИЯТИЙ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТАХ**

В статье приведены обзор и анализ действующих нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих порядок подготовки планов неотложных инженерно-технических и организационных мероприятий по пропуску весеннего половодья и паводков через мелиоративные гидротехнические сооружения. Указаны основные методы обследования, применяемые для оценки состояния гидротехнических сооружений при планировании противопаводковых мероприятий. Представлен обзор существующих программных комплексов в среде гидродинамического цифрового моделирования MIKE.

Ключевые слова: паводок, половодье, мелиоративные объекты, гидротехнические сооружения, противопаводковые мероприятия, моделирование гидродинамических процессов, программные комплексы.

Каждый год в различных регионах нашей страны происходят наводнения. Их последствия – значительный материальный урон и даже человеческие жертвы. Особо опасны высокие паводковые наводнения, вызванные таянием снегов в весенний период.

К полномочиям департамента мелиорации отнесена подготовка планов неотложных инженерно-технических и организационных мероприятий по пропуску весеннего половодья и паводков.

При подготовке противопаводковых мероприятий эксплуатационные организации руководствуются различными нормативно-правовыми, нормативно-техническими и методическими документами. Общее их количество составляет 82 (таблица 1).

**Таблица 1 – Нормативные и методические документы, регламентирующие противопаводковые мероприятия**

Тип документа	Количество
1	2
Федеральные законы	12
РД (инструкции, методические указания)	9
Постановления правительства	7
Приказы Ростехнадзора	2
Приказы Минсельхоза	1
Положения	3
Документы в области стандартизации (СП, СНиП, ГОСТ Р)	25
Правила эксплуатации и правила безопасности	5
СанПин	1

## Продолжение таблицы 1

1	2
Отраслевые сметные нормы, каталоги	9
Федеральные и территориальные единичные расценки	8
Итого	82

Применяемые в мелиоративной отрасли нормативно-правовые и нормативно-технические документы предъявляют строгие требования к разработке мероприятий, обеспечивающих предотвращение затопления и подтопления территорий, и обеспечению безопасности гидротехнических сооружений. Кроме того, предъявляются требования к объективной оценке масштабов затопляемости территории, выбору способов инженерной защиты территорий от подтопления и затопления, расчету сооружений инженерной защиты [1–5].

Анализ нормативных документов выявил отсутствие единого подхода к использованию данных документов в мелиоративной отрасли, в частности при планировании противопаводковых мероприятий, а также показал, что в данном перечне (таблица 1) отсутствуют документы, регламентирующие и регулирующие применение компьютерного цифрового моделирования гидродинамических процессов при прохождении половодий (паводков) через мелиоративные системы и сооружения.

В настоящее время для выбора объектов, на которых необходимо проведение мероприятий по подготовке к пропуску весеннего половодья и паводков, в эксплуатационных организациях применяются следующие методы:

- визуальные: мониторинг состояния ГТС на основе систематических наблюдений, осуществляемых службой эксплуатации; комиссионное обследование гидротехнических сооружений с выявлением дефектов и повреждений элементов сооружений;

- инструментальные: геодезические измерения; снегомерная съемка водосборной площади;

- аналитические: анализ гидрологических показателей; гидрометеорологические и гидрологические расчеты для определения горизонтов расчетной обеспеченности, уровней и расходов в створе сооружения.

Порядок планирования противопаводковых мероприятий насчитывает семь основных организационно-технических этапов.

Первый этап – создание противопаводковой комиссии для организации и контроля проведения противопаводковых мероприятий.

Второй этап – формирование оперативных групп и аварийно-спасательных бригад на период прохождения паводка.

Третий этап – проведение предпаводковых обследований мелиоративных объектов в целях определения проблемных сооружений. На основании данного обследования составляются акты, дефектные ведомости, производится расчет стоимости необходимых работ.

Четвертый этап – разработка и утверждение плана противопаводковых инженерно-технических и организационных мероприятий.

Пятый этап – подготовка запаса инертных материалов, ручного инструмента и техники, которые будут задействованы в пропуске паводка.

Шестой этап – организация круглосуточного дежурства на гидротехнических сооружениях на период прохождения паводка.

Седьмой этап – проведение послепаводкового обследования гидротехнических сооружений и разработка плана мероприятий по ремонту сооружений. Составление дефектных ведомостей и сметной документации.

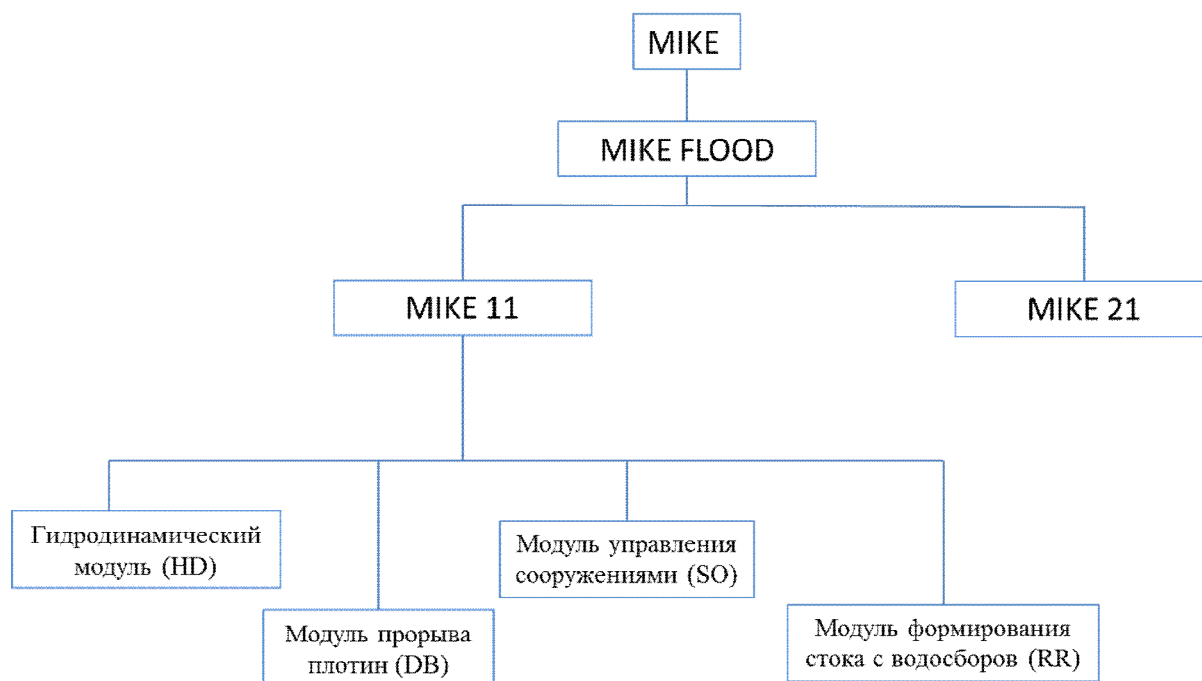
Пропуск весенних паводков и половодий через ГТС всегда сопряжен с риском возникновения и развития гидродинамической аварии. Для объективной оценки последствий прохождения паводка через мелиоративные ГТС целесообразно применять системы цифрового гидродинамического моделирования, позволяющие оценить риск возникновения и последствия аварийных ситуаций.

На сегодняшний день MIKE является одним из основных программных комплексов в среде гидродинамического цифрового моделирования [6]. Структура программного комплекса представлена на рисунке 1.

Программа MIKE FLOOD динамически интегрирует одномерную систему MIKE 11 для моделирования рек и каналов и двумерную систему MIKE 21 для моделирования плановых течений в водных объектах и на суше.

Программа MIKE 11 имеет модульную структуру, где каждый расчетный модуль предназначен для решения разных типов проектных задач. Основным движущим программным средством является гидродинамический модуль [7].





**Рисунок 1 – Структура программного комплекса MIKE**

Вычислительный комплекс MIKE 21 предназначен для моделирования плановых течений в двумерной схематизации [8].

Программный комплекс MIKE FLOOD предназначен для решения следующих задач [9]:

- управление гидротехническими сооружениями для целей безаварийного пропуска паводковых вод и минимизации ущербов для ГТС, населения и инфраструктурных объектов;

- выявление критических «узких» мест в каналах и речной системе, ограничивающих возможность безаварийного пропуска паводковых вод;

- определение мест планового расположения участков с перетеканием паводковых вод через дамбы обвалования речных и канальных систем, а также разработка инженерно-технических мероприятий по устранению (или снижению вероятности) таких ситуаций;

- проектная оценка работы ГТС и мелиоративных систем при различных эксплуатационных и гидрологических сценариях;

- анализ и последствия паводков и наводнений различных обеспеченностей;

- картографирование зон затоплений, определение возможных ущербов;

- разработка экономически эффективных планов по смягчению последствий наводнения;

- гидравлическое обоснование и оценка проектных предложений по реконструкции объектов на водотоках, проведению дноуглубительных работ или мероприятий по увеличению пропускной способности рек, каналов и сооружений, а также по проектам изменения гидрологического режима;

- разработка мероприятий при чрезвычайных ситуациях;

- моделирование развития и последствий гидродинамических аварий.

Применение программного комплекса MIKE для цифрового моделирования широко распространено за рубежом [10]. Одним из крупных проектов, выполненных с помощью программного комплекса MIKE 11, является масштабный государственный проект Республики Польша по разработке гидродинамических моделей главных водных артерий страны. В настоящее время охвачено моделями и скартографировано более 70 % площадей водосборных бассейнов территории Польши.

Таким образом, области применения программного комплекса MIKE соответствуют задачам, решаемым мелиоративными организациями при планировании противопаводковых мероприятий для обеспечения безаварийного прохождения весенних половодий (паводков). Применение программного комплекса MIKE позволит повысить объективность принимаемых решений по видам и объемам работ, а также безопасность мелиоративных гидротехнических сооружений, снизить затраты на противопаводковые мероприятия и уменьшить негативное воздействие вод.

### **Список использованных источников**

1 О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ: по состоянию на 28 декабря 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

2 О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ: по состоянию на 2 июля 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

3 О мелиорации земель: Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ: по состоянию на 30 декабря 2008 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

4 Инженерная защита территорий от затопления и подтопления: СП 104.13330.2012: утв. М-вом регионального развития Рос. Федерации 25.06.12: введ. в действие с 01.01.13. – М., 2012. – 35 с.

5 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов: СП 116.13330.2012: утв. М-вом регионального развития Рос. Федерации 30.06.12: введ. в действие с 01.01.13. – М., 2012. – 70 с.

6 Официальный сайт производителя программных комплексов MIKE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mikebyd-hi.com>, 2013.

7 MIKE 11: A Modelling System for Rivers and Channels: Reference Manual / DHI. – 2013.

8 MIKE 21 FLOW MODEL. Hydrodynamic Module: User Guide / DHI. – 2013.

9 MIKE\_FLOOD. 1D-2D Modelling: User Manual / DHI. – 2013.

10 Сайт Краковского БВУ и размещение открытых карт затоплений территории Польши [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://oki.krakow.rzgw.gov.pl/Article.aspx?tid=tabStudium&id=tpsDef\\_depth](http://oki.krakow.rzgw.gov.pl/Article.aspx?tid=tabStudium&id=tpsDef_depth), 2013.

УДК 633.18:631.67(574.55)

**Д. Н. Сарсекова, А. К. Есмурзаева**

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, Республика Казахстан

## **СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ КАРАУЛТЮБИНСКОЙ РИСОВОЙ СИСТЕМЫ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Целью исследований являлось прогнозирование солевого режима почв зоны аэрации Караултюбинской рисовой системы Кызылординской области. Установлено, что фильтрация воды через почвенную толщу обеспечивает вынос солей из почвы и высокую урожайность риса. Так, на сильнозасоленных землях при фильтрации 60–80 м<sup>3</sup>/(сут·га) урожайность риса составляет 3,7–4,6 т/га, на слабозасоленных участках урожайность риса 4,8–5,6 т/га. За одну ротацию культур рисового севооборота земли из категории сильнозасоленных переходят в разряд средне- и слабозасоленных. На слабозасоленных почвах опытного участка «Карауылтобе» за оросительный период содержание солей в почве по плотному остатку в слое 0–30 см изменилось от 0,347–0,403 до 0,308–0,321 %. На глубинах 0–100 и 100–200 см содержание солей после орошения риса не превышает 0,249 %; земли остались слабозасоленными. Доказано, что люцерна, кукуруза, сафлор, возделываемые на рисовых системах, не только способствуют накоплению органических веществ в почве, но и предотвращают засоле-

ние орошаемых земель. Отмеченное накопление солей в верхнем слое почвы не оказывает заметного влияния на урожайность культур рисового севооборота. Так, урожайность зеленой массы люцерны здесь составляет 55 ц/га и более.

Ключевые слова: рисовая система, минерализация поливной воды, водоотведение, фильтрация, оросительная норма риса, солеотдача почв, урожайность риса.

Отечественный и зарубежный опыт борьбы с засолением орошаемых земель указывает на необходимость создания с помощью дренажных устройств конвективного переноса солевых растворов в почвенной толще при проведении промывок или вегетационных поливов большими нормами [1]. Дренаж усиливает интенсивность удаления солей в период промывок и создает возможность применять такие нормы, которые необходимы для рассоления расчетного слоя почвогрунтов.

В последние годы появилось новое решение по улучшению мелиоративного состояния земель – промывка их при культуре риса, при которой не только достигается хорошее рассоление почвогрунтов и верхних горизонтов грунтовых вод, но и получают удовлетворительные урожаи риса [2]. Ф. Ф. Вышпольский [3] отмечает, что на участке закрытого горизонтального дренажа глубиной 2,8–3,0 метра с междренним расстоянием 300 метров при промывке засоленных земель через культуру риса обеспечивается не только рассоление зоны аэрации, но и опреснение поверхностных горизонтов грунтовых вод, минерализация которых снижается примерно в полтора раза, а запасы вредных солей уменьшаются более чем в два раза. Равномерное и качественное рассоление толщи почвогрунта при промывке через посевы риса на фоне закрытого горизонтального дренажа отмечается в работах Ш. Асабаева в условиях юго-западного массива Голодной степи. По данным В. К. Киреева [4], в Вахшской долине на фоне вертикального дренажа при промывке через культуру риса за один сезон степень засоления мелкоземистой толщи уменьшается с сильнозасоленной до безвредной для физиологического развития растений.

Прогноз и количественная оценка водно-солевого режима почв рисовых полей могут быть произведены как по данным натурных наблюдений, так и расчетным методом. В последние годы у нас в стране и за рубежом интенсивно развивается теория переноса водорастворимых солей совместно с почвенной влагой, в основу которой положены общие законы тепло- и массопереноса, физико-химической гидродинамики в пористых средах. Начало такому подходу было положено

в работах Н. Н. Веригина [5], Д. Н. Лютина [6]. В последующем этот подход был развит в работах А. И. Голованова [7], В. М. Новикова [8], Л. И. Рекса [9], Э. А. Соколенко [10] и других.

С помощью этого подхода к настоящему времени многие из практических задач, встречающихся при регулировании водно-солевого режима орошаемых земель, нашли свое решение.

Прогноз солевого режима почв зоны аэрации Караултюбинской рисовой системы рассчитан по уравнению одновременной конвективной диффузии:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D + \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - Pe \frac{\partial C}{\partial x}, \quad (1)$$

где  $C=C(x, t)$  – концентрация почвенного раствора на глубине  $x$  во время  $t$ ;

$$D = D_M + \alpha V,$$

где  $D_M$  – коэффициент молекулярной диффузии;

$\alpha$  – коэффициент гидродисперсии;

$V$  – скорость движения воды в порах грунта зоны аэрации;

$Pe$  – параметр Пекле:

$$Pe = (VL/D_M),$$

где  $L$  – глубина расчетного слоя.

Расчет по уравнению (1) произведен при следующих граничных и начальных условиях:

- исходный солевой профиль рассматриваемой толщи почвогрунта:

$$C|_{t=0} = C(x); \quad (2)$$

- условие Бреннера:

$$\frac{\partial C}{\partial x} - Pe(C - C_{II})|_{x=0} = 0, \quad (3)$$

где  $C_{II}$  – минерализация поливной воды;

- условие I-года:

$$\frac{\partial C}{\partial x}|_{x=\alpha}. \quad (4)$$

Для засоленных земель рисового севооборота расчеты выполнены для нескольких вариантов промывки через рис, величина фильтрации принята из расчета обеспечения промывного режима орошения с учетом ротации культур рисового севооборота и допустимого содержания солей в почве. Результаты расчета показывают, что при

возделывании риса на сильнозасоленных почвах фильтрация из рисовых чеков равна  $85 \text{ м}^3/(\text{сут}\cdot\text{га})$ , на очень сильно засоленных –  $110 \text{ м}^3/(\text{сут}\cdot\text{га})$ , а мелиоративный период равен 3 годам. На средnezасоленных землях величина фильтрации достигает  $70 \text{ м}^3/(\text{сут}\cdot\text{га})$ ; на слабозасоленных –  $40\text{--}50 \text{ м}^3/(\text{сут}\cdot\text{га})$ . При этом допускается некоторая реставрация засоления почв при возделывании люцерны. Оросительная норма для люцерны первого года вегетации равна  $5800 \text{ м}^3/\text{га}$ , второго года вегетации –  $6400 \text{ м}^3/\text{га}$ , а промывная норма –  $1200 \text{ м}^3/\text{га}$ . Оросительная норма риса на очень сильно засоленных землях равна  $23000 \text{ м}^3/\text{га}$ , сильнозасоленных –  $20000 \text{ м}^3/\text{га}$ , средnezасоленных –  $18000 \text{ м}^3/\text{га}$ , слабозасоленных –  $15000\text{--}16000 \text{ м}^3/\text{га}$  (таблица 1).

**Таблица 1 – Расчетные значения величины фильтрации воды из рисовых чеков и оросительные нормы**

Почвы	Фильтрация, $\text{м}^3/(\text{сут}\cdot\text{га})$	Оросительная норма риса, $\text{м}^3/\text{га}$
Очень сильно засоленные	110	23000
Сильнозасоленные	85	20000
Средnezасоленные	70	18000
Слабозасоленные	40–50	15000–16000

Система уравнений (1–4) учитывает особенности почв (фильтрационную и физико-химическую гетерогенность) и позволяет подойти к оценке общей направленности почвенных процессов в условиях мелиорации земель, к разработке систем мероприятий по комплексному регулированию водно-солевого режима почв в различных природных зонах.

Повышенная концентрация солей в почвенном растворе токсически действует на растения риса и культур рисового севооборота. Особенно вредны соли, содержащие карбонат и хлорид натрия. Они создают высокое осмотическое давление почвенного раствора, и вода из почвы не поступает в корневую систему растений. Чем больше содержится солей в почвенном растворе, тем выше осмотическое давление.

В высококонцентрированных почвенных растворах нарушается поступление элементов минерального питания, замедляется поступление некоторых элементов (кальция, серы, железа, марганца) в растение, другие легкорастворимые соединения (прежде всего хлористые –  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$  и др.) содержатся в избытке. В результате нарушения минерального питания растений в период вегетации риса снижается и качество получаемого зерна [11]. Высокая концентрация солей оказывает отрицательное влияние на фотосинтез растений. Часто на засоленных землях получают загущенные всходы, но к появле-

нию 3–4-го листа они сильно изреживаются. Соли затрудняют общее дыхание растений, препятствуют процессу фотосинтеза.

В условиях Закавказья на засоленных землях Южной Мугани всхожесть семян риса снижается при концентрации солей в растворе 0,5 %, а при 4,0 % рис вообще не всходит [12]. В условиях Приморья всходы риса начинают угнетаться при наличии в почве 0,1 % хлорид-иона и 0,2 % сульфат-иона. Плотный остаток из раствора в корнеобитаемом слое почвы не должен превышать 5 г/л. Урожай риса близок к нулю, если в почве в слое 0–100 см содержится более 0,2 % хлора.

Для условий Украины максимально допустимым содержанием солей в почве к моменту сева риса считается 1,5–2,0 %. Полевые опыты, проведенные И. С. Жовтоног [13] на очень слабо дренированных почвах, показали, что всходы риса можно получить в том случае, если на глубине заделки семян и распространения первичных корешков концентрация солей в свободном почвенном растворе не превышает 7–8 г/л. Растения риса в фазе 2–3-х листьев и более выдерживают концентрацию солей до 12–13 г/л, что соответствует засолению 0,4–0,5 %.

По данным Л. В. Скрипчинской [14], большая часть районированных сортов риса дает приемлемое прорастание (> 80 %) в условиях хлоридного засоления почв, достигающего 10 г/л в почвенном растворе, а при сульфатном засолении – до 15–20 г/л.

К. С. Кириченко [15], изучая влияние солей натрия ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) различной концентрации, заметил, что при наличии в почве более 0,2 %  $\text{NaCl}$  высеянные семена солеустойчивого сорта риса Дунган-шалы погибали, в то время как присутствие в почве  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  в количестве 0,75 % не оказывало заметного влияния на всхожесть риса.

Классификация почв по степени засоленности, разработанная В. А. Ковдой, В. В. Егоровым, В. С. Моргуновой, В. П. Строгоновым, для среднесолеустойчивых растений, к которым относится рис, приведена в таблице 2.

Из опытов на стационарно-экспериментальном участке «Карауылтобе» при исследовании режима орошения риса и культур рисового севооборота видно, что за один год возделывания риса засоленные суглинистые почвы стали средне- и слабозасоленными. В пахотном слое общее количество солей уменьшилось с 0,659–0,418 до 0,355–0,273 % сухого остатка,  $\text{NaCl}$  – с 0,2554–0,1232 до 0,1112–0,0811 %, а в метровом слое содержание солей уменьшилось соответственно на 64 и 42 % (таблица 3).

**Таблица 2 – Классификация почв по степени засоления  
(разработана В. А. Ковдой, В. В. Егоровым,  
В. С. Муратовой, В. П. Строгановым)**

В процентах

Почва	Содержание водорастворимых солей в слое почвы 0–100 см при типе засоления			Состояние сельскохозяйственных растений, характеризующихся средней солеустойчивостью, к которым относятся растения риса
	сульфатно-хлоридном	хлоридно-сульфатном	сульфатном	
Незасоленная или слабозасоленная	< 20	< 0,25	< 0,30	Хороший рост и развитие, урожай нормальный
Слабозасоленная	0,20–0,30	0,25–0,40	0,30–0,60	Слабое угнетение, гибель растений, снижение урожая на 10–20 %
Среднезасоленная	0,30–0,60	0,40–0,70	0,60–1,00	Среднее угнетение, снижение урожая на 20–25 %
Сильнозасоленная	0,60–1,00	0,70–1,20	1,00–2,00	Сильное угнетение, снижение урожая на 50–80 %
Солончак	> 1,00	> 1,20	> 2,00	Выживают единичные растения, урожая практически нет

**Таблица 3 – Содержание солей в почвогрунтах опытного участка  
«Караултюбинский»**

В процентах

Содержание солей по периодам	Глубина отбора, см	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	NaCl	NaCO <sub>3</sub>	NaSO <sub>4</sub>	Сумма солей
1	2	3	4	5	6	7	8
Перед посевом риса (2005 г.)	0–5	0,0356	0,1299	0,1232	0,0796	0,0497	0,418
	5–10	0,0356	0,1911	0,2554	0,0747	0,1022	0,659
	10–20	0,0389	0,0354	0,0631	0,0229	0,0447	0,205
	20–40	0,0356	0,3271	0,2254	0,0342	0,0667	0,689
	40–60	0,0259	0,1550	0,1172	0,0353	0,0476	0,381
	60–80	0,0259	0,0598	0,0601	0,0299	0,0583	0,234
	80–100	0,0291	0,0530	0,0361	0,0319	0,0369	0,187
	100–120	0,0291	0,0428	0,0571	0,0272	0,0228	0,179
	120–140	0,0291	0,0530	0,0511	0,0319	0,0689	0,234
	140–160	0,0291	0,0589	0,0661	0,0317	0,0583	0,245
160–180	0,0259	0,0156	0,0631	0,0270	0,0334	0,165	
После уборки риса (2005 г.)	0–5	0,0389	0,1238	0,1112	0,0293	0,0518	0,355
	5–10	0,0389	0,0728	0,0811	0,0284	0,0518	0,273
	10–20	0,0389	0,1034	0,1953	0,0236	0,0518	0,413
	20–40	0,0389	0,0286	0,0721	0,0293	0,0411	0,210
	40–60	0,0389	0,0388	0,0601	0,0222	0,0340	0,194
	60–80	0,0291	0,1047	0,0481	0,0233	0,0398	0,245
	80–100	0,0291	0,0945	0,0425	0,0231	0,0362	0,225
	100–120	0,0227	0,3549	0,2404	0,0229	0,3571	1,198
120–140	0,0243	0,0272	0,0691	0,0293	0,0391	0,189	



Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Перед посевом сафлора (2003 г.)	0–5	0,0356	0,1401	0,1923	0,0688	0,1032	0,540
	5–10	0,0421	0,0700	0,1022	0,0388	0,0454	0,283
	10–20	0,0356	0,0823	0,1022	0,0175	0,0454	0,283
	20–40	0,0324	0,0156	0,0571	0,0372	0,0107	0,153
	40–60	0,0324	0,3264	0,1382	0,0141	0,0639	0,575
	60–80	0,0324	0,1564	0,1058	0,0138	0,0426	0,351
	80–100	0,0291	0,1149	0,0721	0,0129	0,0220	0,251
	100–120	0,0291	0,0263	0,0571	0,0209	0,0256	0,167
	120–140	0,0259	0,0190	0,0391	0,0288	0,0192	0,132
	140–160	0,0291	0,0333	0,0631	0,0191	0,0114	0,156
После уборки сафлора (2004 г.)	0–5	0,0486	0,0748	0,0962	0,0564	0,0710	0,347
	5–10	0,0486	0,0374	0,0871	0,0271	0,0568	0,257
	10–20	0,0456	0,1659	0,1503	0,0255	0,0469	0,434
	20–40	0,0389	0,1034	0,1563	0,0354	0,0690	0,403
	40–60	0,0389	0,1238	0,1442	0,0221	0,0620	0,391
	60–80	0,0324	0,1224	0,1322	0,0192	0,0568	0,363
	80–100	0,0356	0,0721	0,1322	0,0285	0,0596	0,328
	100–120	0,0356	0,0381	0,0601	0,0190	0,0241	0,176
	120–140	0,0356	0,0108	0,0451	0,0167	0,0348	0,143

На засоленных почвах содержание солей в верхнем слое почвы 0–30 см составило 66 т/га, в слое 0–100 см – 138 т/га, в слое 100–200 см – 69 т/га. После одного года возделывания риса содержание солей в слое почвы 0–30 см уменьшилось на 56 т/га, в слое почвы 0–100 см – на 124 т/га, а в слое 100–200 см – увеличилось на 88 т/га. За оросительный период произошло некоторое рассоление верхнего слоя почвы 0–30 см и засоление нижнего слоя 100–200 см. В целом солевой баланс почвогрунтов слоя 0–200 см изменился в сторону уменьшения на 5 т/га (таблица 4).

**Таблица 4 – Запасы солей в почвах стационарно-экспериментального участка «Карауылтобе»**

Тип засоления	Весной перед посевом риса, т/га (2006 г.)			Осенью после уборки урожая, т/га (2006 г.)		
	0–30 см	0–100 см	100–200 см	0–30 см	0–100 см	100–200 см
Хлоридно-сульфатный	66	138	69	56	124	88

Глубина залегания грунтовых вод на опытном участке в осенне-зимний период составила от 1 до 2 м, минерализация – 5–9 г/л.

Возможности выращивания риса на засоленных почвах объясняются тем, что вода из затопленных рисовых чеков, фильтруясь вглубь почвогрунта, способствует рассолению верхнего слоя почвы.

При фильтрации более  $50 \text{ м}^3/(\text{сут}\cdot\text{га})$  через двое суток от начала затопления содержание солей в слое 0–20 см снижается в 2–3 раза, что достаточно для нормального развития растений риса в период всходов; чем выше дренированность территории, тем лучше опресняются засоленные почвы. При этом затраты воды на возделывание риса на таких почвах значительно выше, чем на незасоленных.

На сильнозасоленных почвах задерживаются рост и развитие растений риса, резко снижается продуктивная кустистость и увеличивается пустозерность метелок, что ведет к снижению урожайности. Показатели структуры урожая на одно растение в зависимости от степени засоления изменяются в очень больших пределах. Например, с одного растения на незасоленных почвах получают урожай 4–5 г, на средnezасоленных – 2,5–3,0 г, на сильнозасоленных – 1,5–2,0 г. Число растений риса на  $1 \text{ м}^2$  незасоленных или слабозасоленных почв в конце вегетации составляет 100 шт. и более, а на сильнозасоленных не превышает 70 шт. В результате урожайность риса на сильнозасоленных почвах в 1,5–2,0 раза ниже, чем на незасоленных. С уменьшением количества солей в почве урожайность риса возрастает. Так, из материалов исследований прошлых лет на Кызылординской рисовой системе известно, что при содержании солей в метровом слое почвы 189–221 т/га урожайность риса находилась в пределах 2,9–4,8 т/га.

Многолетние исследования, проведенные на рисовой системе опытного хозяйства «Карауылтобе», позволили авторам прийти к заключению, что фильтрация воды через почвенную толщу обеспечивает вынос солей из почвы и высокую урожайность риса. Так, на сильнозасоленных землях при фильтрации  $60\text{--}80 \text{ м}^3/(\text{сут}\cdot\text{га})$  урожайность риса составляет 3,7–4,6 т/га, на слабозасоленных участках урожайность риса – 4,8–5,6 т/га. За одну ротацию культур рисового севооборота земли из категории сильнозасоленных переходят в разряд средне- и слабозасоленных.

Опыт рассоления засоленных земель при возделывании риса в условиях, когда обеспечен отток фильтрационных вод с рисовых полей, показывает, что не всегда увеличение фильтрации приводит к повышению солеотдачи. Например, на слабозасоленных почвах легкого механического состава, там, где перераспределение солей по почвенному профилю превышает их вынос, фильтрация воды вы-

зывает перерасход поливной воды, заболачивание и засоление участков, расположенных в понижениях. Показатели солеотдачи почв в зависимости от скорости фильтрации воды из рисовых чеков приведены в таблице 5.

**Таблица 5 – Показатели солеотдачи почв в зависимости от скорости фильтрации воды из рисовых чеков**

Коэффициент фильтрации, м/сут	Слой воды $V$ , профильтрованной через слой почвы 1 м, мм	Содержание токсичных солей в слое почвы 1 м, %		Соотношение $S_H/S_K$	$\lg(S_H/S_K)$	$d=V/\lg(S_H/S_K)$
		начальное $S_H$	конечное $S_K$			
0,28	0,228	0,073	0,048	1,52	0,181	1,29
0,12	0,228	0,178	0,117	1,52	0,181	1,29
0,24	0,222	0,082	0,056	1,46	0,164	1,35
0,08	0,226	0,229	0,118	1,59	0,199	1,15
0,20	0,230	0,090	0,060	1,50	0,177	1,29
0,19	0,228	0,117	0,079	1,70	0,170	1,34

На засоленных землях соли по почвенному профилю преобладают в верхнем слое почвы. При затоплении рисовых чеков соли из верхнего слоя почвы вымываются и накапливаются в нижнем слое почвенного профиля. На слабозасоленных землях содержание солей преобладает в нижней части рассоляемой толщи. При затоплении рисовых чеков соли вымываются по всему почвенному профилю.

На слабозасоленных почвах опытного участка «Карауылтобе» за оросительный период содержание солей в почве по плотному остатку в слое 0–30 см изменилось с 0,347–0,403 до 0,308–0,321 %. На глубинах 0–100 и 100–200 см содержание солей после орошения риса не превышает 0,249 %; земли остались слабозасоленными.

Люцерна, кукуруза, сафлор, возделываемые на рисовых системах, не только способствуют накоплению органических веществ в почве, но и предотвращают засоление орошаемых земель. Происходит снижение уровня грунтовых вод, в результате прерываются восходящие токи влаги от грунтовых вод на поверхность земли. При уровне грунтовых вод менее 1,5 м происходит перераспределение солей по почвенному профилю с некоторым накоплением их в верхнем слое. Особенно интенсивно этот процесс протекает в начале вегетации, когда поверхность почвы еще слабо затенена травостоем и испарение с нее значительное. Затем, когда вегетативная масса растений затеняет поверхность поля, а корневая ее система проникает на глу-

бину до 0,1 м, поток влаги и солей в верхние слои почвы резко сокращается и снижается процесс перераспределения солей по почвенному профилю. Отмеченное накопление солей в верхнем слое почвы не оказывает заметного влияния на урожайность культур рисового севооборота. Так, урожайность зеленой массы люцерны здесь составляет 55 ц/га и более. Развиваются луговые процессы с повышением плодородия почв.

#### **Список использованных источников**

1 Гулати, Н. Д. Орошение в разных странах мира / Н. Д. Гулати: [пер. с англ.]. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 130 с.

2 Алешин, Е. П. Передовые приемы возделывания риса / Е. П. Алешин, А. П. Сметанин, И. Н. Елагин. – М.: Колос, 1972. – 152 с.

3 Вышпольский, Ф. Ф. Рекомендации по мелиоративному улучшению земель рисового севооборота при использовании дренажных вод в бассейне р. Сырдарьи / Ф. Ф. Вышпольский, Д. А. Лигай // Строительство и эксплуатация рисовых систем. – М., 1984.

4 Киреев, В. К. Промежуточные посевы кормовых культур / В. К. Киреев. – М.: Колос, 1981. – 86 с.

5 Веригин, Н. Н. Фильтрация из водохранилищ и прудов / Н. Н. Веригин. – М.: Колос, 1975. – 304 с.

6 Лютин, Д. Н. Дренаж сельскохозяйственных земель / Д. Н. Лютин; под ред. С. Ф. Аверьянова: [пер. с англ.]. – М.: Колос, 1964. – 720 с.

7 Голованов, А. И. Прогноз водно-солевого режима и расчет дренажа на орошаемых землях: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02 / Голованов Александр Иванович. – М.: МГМИ, 1975. – 32 с.

8 Новиков, В. М. Прогнозирование вторичного засоления почв при орошении / В. М. Новиков. – Киев: Изд-во «Урожай», 1975. – 184 с.

9 Рекс, Л. И. Перераспределение солей в почвогрунтах при орошении: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Рекс Л. И. – М.: МГМИ, 1971. – 37 с.

10 Моделирование и управление водно-солевым режимом почв / под ред. Э. А. Соколенко [и др.]. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1976. – 180 с.

11 Ковда, В. А. Основы теории и практики и мелиорации и освоения засоленных почв аридной зоны / В. А. Ковда // Проблемы засоления почв и водных источников. – М.: Изд-во АН СССР, 1960.

12 Тулякова, З. Ф. Рис на засоленных землях / З. Ф. Тулякова. – М.: Колос, 1978. – 126 с.

13 Жовтоног, И. С. Опыт освоения под рис залежных земель Украины / И. С. Жовтоног. – М.: Колос, 1970.

14 Скрипчинская, Л. В. Орошение риса / Л. В. Скрипчинская. – М.: Сельхозгиз, 1965. – 120 с.

15 Кириченко, К. С. Агротехника высоких урожаев риса / К. С. Кириченко. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 235 с.

УДК 626.82:003.12

**Ю. Ф. Снопич, А. Н. Бабичев**

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

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НИЗКОЭНЕРГОЕМКИХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

В статье дан анализ использования гидроэлектроэнергии, которую можно получить параллельно с подводом воды к орошаемому участку. В процессе работы проводился анализ существующих гидротехнических сооружений на самонапорных оросительных системах, были рассмотрены теоретические предпосылки использования энергии воды. Обоснована возможность применения в низкоэнергоемких оросительных системах гидротаранов, приведены схемы низкоэнергоемких оросительных систем и примеры их применения.

Ключевые слова: самонапорные оросительные системы, использование энергии речного потока, подходы к оценке эффективности низкоэнергоемких оросительных систем.

В настоящее время эксплуатация орошаемых земель, расположенных на равнинных территориях Российской Федерации, является достаточно энергозатратной. В основном эти земли заняты овощными культурами, которые и восполняют затраты на их полив. В то же время имеются значительные резервы неосвоенных земель горных и предгорных зон, где с успехом можно применять перепады местности для создания необходимых напоров для современных способов полива, снижая тем самым энергоемкость оросительных систем.

В Краснодарском, Ставропольском краях и Республике Алтай в горной и предгорной зонах по подсчетам специалистов имеется около 1 млн га земель, пригодных к орошению.

Освоение орошаемого земледелия в горных и высокогорных условиях – сложное дело. По существу, здесь необходимо разработать новую зональную систему ведения орошаемого земледелия для различных горных условий. При этом необходимо учитывать, что более 70 % приростов орошаемых земель будут составлять участки с площадью от нескольких десятков до тысячи гектар. Освоение данных массивов рационально при использовании на них самонапорных закрытых оросительных систем с техникой и способами полива, хорошо зарекомендовавшими себя в горных зонах.

Определенный интерес представляет использование гидроэнергии, которую можно получать параллельно с подводом воды к орошаемому участку. Значительное количество современной поливной техники для перемещения по орошаемому участку использует электродвигатели, позволяющие максимально автоматизировать процесс полива.

Теоретические предпосылки использования энергии речного потока для привода электрифицированных дождевальных машин заключаются в следующем. Считается, что наиболее эффективное использование энергии водотока возможно при концентрации перепадов уровней воды на сравнительно коротком участке. При наличии естественного водопада решение этой задачи упрощается, однако подобные условия встречаются очень редко. Для использования падений рек, распределенных по значительной длине водотока, прибегают к искусственному сосредоточению перепада [1]. Такое сосредоточение может быть осуществлено различными способами.

Плотинная схема создания напора, т. е. концентрации перепада в наиболее удобном для использования месте, предусматривает подпор уровня реки путем создания плотины. Образующееся при этом водохранилище используется в качестве регулирующей емкости, позволяющей периодически создавать запасы воды и более полно использовать энергию водотока. Деривационная схема позволяет получить сосредоточенный перепад путем отвода воды из естественного русла по искусственному водоводу, имеющему меньший продольный уклон, чем уклон русла. Благодаря этому уровень воды в конце водо-

вода оказывается выше уровня воды в реке. Этой разностью уровней и создается напор гидроэлектростанции.

Масса воды, проходящей по руслам рек от истока до устья, совершает определенную работу (1 кг воды, падая с высоты 1 м, способен произвести работу, равную 1 кгс·м) и, следовательно, обладает некоторым запасом энергии. Причем чем больше падение (уклон) реки и расход воды, тем больше энергия. Эта энергия называется водной энергией, а совокупность ее для данной реки или речного бассейна называется гидроэнергетическими ресурсами реки или бассейна.

Энергия рек в естественном состоянии расходуется на преодоление сил трения между частицами воды внутри самого потока и между потоком и его ложем. Внешне работа рек проявляется в размывах русел, влечении взвешенных в воде наносов и перекачивании по дну частиц гравия, гальки и камней.

Работу, совершаемую потоком, и количество водной энергии, включенной в любом участке реки, можно выразить математически следующим путем [2]. Пусть участок реки имеет длину  $L$ , м, средний уклон  $i = \operatorname{tg} \alpha$ , падение  $H_p$ , м, расход  $Q_p$ , м<sup>3</sup>/с, среднюю скорость  $v$ , м/с, и постоянную площадь живого сечения  $\omega$ , м<sup>2</sup>. В этом случае

$$Q_p = \omega v.$$

В течение одной секунды объем воды, заключенной между сечениями а–а и б–б, на участке  $L$  переместится на расстояние, численно равное скорости воды  $v$ , и займет положение а'–а' и б'–б'. При этом поток совершит работу:

$$\mathcal{E}_p = \omega L \gamma \sin \alpha,$$

где  $\gamma$  – объемная масса воды;

$\omega L \gamma$  – масса всей воды в пределах рассматриваемого участка, кг;

$\sin \alpha$  – путь воды в направлении действия силы тяжести, м.

Так как  $\omega = \frac{Q_p}{v}$ , а  $L \sin \alpha = H_p$ , то работу потока можно выразить:

$$\mathcal{E}_p = \left(\frac{Q_p}{v}\right) H_p \gamma v = Q_p H_p \gamma.$$

Поскольку эта работа относится к промежутку времени в 1 с, то она численно равна мощности, и уравнение мощности реки для участка  $L$  будет иметь вид:

$$N_p = Q_p H_p \gamma.$$

Для воды  $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$ ,  $1 \text{ кВт} = 102 \text{ кгс}\cdot\text{м/с}$ , поэтому мощность речного потока в киловаттах будет равна:

$$N_p = \frac{1000 Q_p H_p}{102} = 9,81 Q_p H_p.$$

Как известно из механики, работу можно выразить как произведение мощности и времени ее действия:

$$\mathcal{E}_p = N_p T,$$

где  $T$  – время (в часах) действия мощности  $N_p$  (в киловаттах).

Количество работы (энергии), которую речной поток совершит за время  $T$ , таким образом, можно записать так:

$$\mathcal{E}_p = N_p T = 9,81 Q_p H_p T.$$

Если известны общий объем воды  $W$ ,  $\text{м}^3$ , протекшей в реке, рассматриваемый период  $T$  и падение реки  $H_p$ , то работа, выполненная речным потоком (количество энергии, которое теоретически может быть получено от реки), составит (в киловатт-часах):

$$\mathcal{E}_p = \left(\frac{9,81}{3600}\right) W H_p = \frac{W H_p}{367,2}.$$

Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) перераспределяют электроэнергию, вырабатываемую другими электростанциями, во времени в соответствии с требованиями потребителей. Принцип действия гидроаккумулирующей станции основан на ее работе в двух режимах: насосном и турбинном. В насосном режиме вода из нижнего бассейна ГАЭС перекачивается в вышерасположенный верхний бассейн. Во время работы в насосном режиме (обычно в ночные часы, когда нагрузка в энергосистеме снижается) ГАЭС потребляет электрическую энергию, вырабатываемую тепловыми электростанциями энергосистемы. В турбинном режиме ГАЭС использует запасенную в верхнем бассейне воду, агрегаты станции при этом вырабатывают электроэнергию, которая подается потребителю в часы пиков нагрузки.

Оценка эффективности низкоэнергоемких оросительных систем является наиболее рентабельным путем для сокращения энергопотребления в орошаемой земледелии. Энергетическая оценка позволяет повысить уровень осведомленности об энергопотреблении и дает возможность потребителям сравнивать различные типы оросительных систем, что в свою очередь стимулирует проектировщиков и строителей совершенствовать энергоэффективность принимаемых решений и



позволяет справиться с нарушениями рыночных механизмов, которые приводят к недостаточному пониманию важности вопросов энергоэффективности.

Схемы оценки эффективности низкоэнергоемких оросительных систем должны иметь способность адаптироваться к будущим изменениям, в частности к инновационным строительным технологиям, которые ожидаются на рынке. Это предполагает решение некоторого ряда вопросов:

- разработка требований по энергопотреблению для существующих систем;
- обеспечение оптимальных мер по энергоэффективности во взаимосвязи с общей эксплуатацией оросительных систем;
- определение требований к эффективности инженерных систем;
- интеграция технологий на основе возобновляемых видов энергии;
- сокращение конечного потребления энергии;
- разработка соответствующих методик расчета для оценки затрат на энергию с учетом обеспечения выполнения технологического процесса, а также положительного эффекта на протяжении всего периода эксплуатации.

При этом хорошо разработанные сертификационные схемы могут позитивно повлиять на энергоэффективность орошаемого земельного участка страны в целом. Особенного рассмотрения при разработке системы энергетической оценки требуют вопросы:

- определения статуса системы энергетической оценки;
- определения типа энергетической оценки (расчетного или инструментального);
- определения границ и количества классов энергоэффективности (должны обеспечить возможность мотивировать пользователей внедрять мероприятия по энергосбережению);
- учета обеспечения условий выполнения технологического процесса;
- учета влияния погодных условий;
- оценки энергоэффективности системы, возможности получения кредитов для внедрения мероприятий по энергосбережению, оценки проектной документации новостроящейся оросительной системы и т. д.;

- определения количества выделяемых типов оросительных систем, учета года их постройки и т. д.

Оценка эффективности низкоэнергоемких оросительных систем будет оказывать значительное влияние на все другие аспекты орошаемого земледелия, поэтому она должна быть произведена на самом раннем этапе процесса проектирования. Решение должно отображать ожидаемый эффект от схемы, включая соответствующую оценку того, сможет ли государство взять на себя дополнительные расходы, связанные с внедрением обязательной схемы с целью достижения большего результата. Оценка эффективности низкоэнергоемких оросительных систем нуждается в стандартах и четких процедурах и может потребовать новых законодательных актов, внесения изменений в проектные и строительные требования. Кроме того, оценка эффективности оросительных систем может устанавливаться для исключения возможности «скрыть» малоэффективные системы и действительно помогает идентифицировать те системы, которые имеют большой потенциал для энергосбережения. Оценка эффективности оросительных систем будет иметь некоторые дополнительные затраты на внедрение и функционирование, но в то же время они будут иметь намного более высокую способность определения значительного потенциала для энергосбережения.

Анализ существующих методов оценки эффективности оросительных систем демонстрирует необходимость осуществления мероприятий по содействию тому, чтобы достигнуть ожидаемого эффекта. Эффект от оценки эффективности оросительных систем может быть увеличен при условии, что схема будет частью ряда дополнительных мер, включая энергетические требования в строительных нормах и финансовые стимулы. Например, совмещение оценки эффективности оросительных систем со строительными нормами и включение расчетов, которые показывают потенциальные энергосбережения при превышении стандартных требований. Они могут мотивировать строителей к включению мер по усовершенствованию энергоэффективности в проекты строительства новых систем или улучшить предложения по существующим орошаемым участкам.

Чтобы создать эффективную систему энергетической оценки оросительных систем, необходимо обеспечить выполнение нескольких этапов: планирования, внедрения, мониторинга и оценки. Выде-

ление данных этапов основывается на опыте многих стран и следует решениям, которые создали основание для эффективного внедрения.

Система энергетической оценки может не только служить инструментом оценки эффективности орошаемого участка, но и быть информационной базой данных, которая содержит информацию об эксплуатационных, энергетических, теплотехнических и других параметрах. При этом подготовительным этапом при проведении энергетической оценки должна стать типологизация оросительных систем, включающая следующие этапы:

- сбор, анализ и обобщение статистических данных о существующем фонде оросительных систем, включая следующие характеристики: доминирующие конструктивные схемы, используемые строительные материалы, общие энергетические параметры, время строительства, обслуживаемая площадь, количество пользователей, размеры конструктивных элементов;

- классификация фонда оросительных систем по типам и периоду строительства для дальнейшего группирования;

- определение частоты распространения каждого характерного типа оросительной системы в общем мелиоративном фонде;

- определение «системы-представителя» в каждом из характерных типов, которая может служить моделью для выполнения расчетов и оценок;

- анализ энергетических характеристик конструктивных элементов и материалов, разработка энергетических паспортов (сертификатов) систем;

- разработка перечня возможных мероприятий по модернизации оросительных систем;

- расчет энергобаланса для каждого из характерных типов по «системе-представителю» и на этой базе – для всего фонда оросительных систем.

При этом необходимо учитывать, что оросительные системы сильно различаются по конструкции, использованию и разным образом реагируют на изменяющиеся условия эксплуатации. Новые оросительные системы не всегда похожи на существующие, и период строительства может иметь значительное влияние на энергопотребление, потенциал энергосбережения и необходимость в энергетическом менеджменте. Оценка энергетической эффективности оросительных

систем должна учитывать различия между новыми и существующими системами, между собственниками, а также между малыми и большими оросительными системами.

Оценка эффективности энергоемкости оросительных систем поможет достичь большего соответствия строительным нормам и правилам, а также может использоваться для стимулирования применения новых конструктивных решений, строительных материалов и т. д., превышающих минимальные требования. В то же время оценка эффективности энергоемкости существующих оросительных систем способна привести к оптимизации энергоэффективности при условии предоставления соответствующей информации по усовершенствованию. Схемы оценки эффективности энергоемкости оросительных систем могут также упростить сравнение новых и существующих решений, что в свою очередь будет стимулировать достижение более высокого уровня энергоэффективности в существующих оросительных системах.

Как уже отмечалось ранее, важным моментом разработки системы энергетической оценки является определение методики оценки, что связано не только с денежными расходами, но и наличием оросительных систем разного периода постройки, необходимостью подготовки специалистов и т. д. В зависимости от задачи энергетической оценки предполагается возможность использования двух подходов оценки:

- инструментальный (или фактическое, зафиксированное приборами учета энергопотребление) – подходит для существующих больших и комплексных оросительных систем, для которых не характерны частые смены пользователей и поведение которых может считаться стабильным. Преимуществом данного подхода является относительная простота, поскольку он основывается прежде всего на данных энергопотребления. Основным преимуществом инструментального подхода является то, что оценка способна зафиксировать улучшение эффективности или измерить, насколько изменение поведения пользователей влияет на показатели энергопотребления системы. Тем не менее такой подход является репрезентативным лишь в начале эксплуатации, когда все элементы системы перешли в устойчивый режим работы. Эти факторы усложняют использование инструментального подхода для оценки новых оросительных систем;

- расчетный – подходит для новых систем, по которым не существует информации о фактическом энергопотреблении. Данный подход производит расчет энергопотребления на основании характеристик установленных элементов, и поэтому для оросительных систем, где часто меняются пользователи, подходит больше, чем расчет на основании учетного потребления. Однако использование данного подхода применительно к существующим оросительным системам может быть осложнено отсутствием во многих случаях проектной документации и необходимостью проведения детального энергоаудита.

При оценке энергоэффективности оросительных систем необходимо решить перечень основополагающих вопросов, от которых зависит эффективность ее внедрения:

- определение технического задания для оценки энергоэффективности оросительных систем;
- определение целей с привязкой к задачам и местным требованиям, существующим нормам и стандартам;
- определение охвата по отношению к типу систем, а также количества новых и существующих оросительных систем;
- определение подходящего метода осуществления оценки в зависимости от охвата, задач и выбранного подхода;
- принятие решения о включении экологических компонентов.

Внедрение схемы оценки энергоэффективности оросительных систем может занять много времени и будет успешным или провальным в зависимости от подхода, выбранного на ранних стадиях ее внедрения. Эффективное координирование действий между несколькими соответствующими проектными, эксплуатационными органами и основными участниками является чрезвычайно важным вместе с четкой ответственностью предписаний и достаточным временем на выполнение задач. Четкая стратегия для комплексного внедрения должна быть разработана на раннем этапе. Для разработки плана действий должна быть создана группа внедрения в составе представителей высокого уровня соответствующих профильных организаций и основных участников. К функциям группы будет относиться отслеживание процесса внедрения, а также обеспечение эффективного сотрудничества на протяжении всего процесса внедрения.

Необходимо проводить консультации с участниками для принятия решений по методикам оценки, программному обеспечению и не-

обходимости обучения. Все элементы системы должны пройти должное тестирование с целью утверждения оценочного программного обеспечения.

### **Список использованных источников**

1 Викторова, Н. В. Создание диагностических и прогностических моделей развития процессов катастрофического формирования многолетнего речного стока / Н. В. Викторова, Е. В. Гайдукова, Е. В. Шевнина // Гидроэнергетика. Новые разработки и технологии: материалы пятой науч.-техн. конф., г. Санкт-Петербург, 25–27 ноября 2010 г. / ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. – СПб., 2010. – С. 8.

2 Методические рекомендации по оценке обеспеченных расходов проектируемых гидротехнических сооружений при неустановившемся климате / под ред. В. В. Коваленко. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2010. – 50 с.

УДК 631.5 + 613.524.84

**П. Ф. Тиво, К. М. Саквенков, С. М. Крутько**

Республиканское унитарное предприятие «Институт мелиорации», Минск, Республика Беларусь

## **ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДРЕНАЖА НА ТЯЖЕЛЫХ ПОЧВАХ**

Приведены результаты исследований по улучшению водного режима и повышению продуктивности тяжелых почв Поозерья Республики Беларусь с помощью применения усовершенствованных водоотводящих конструкций дренажа и агромелиоративного мероприятия – щелевания. Определено, что щелевание суглинистых почв способствует увеличению слоя дренажного стока в среднем за 3 года при выполнении этого мероприятия по комбинированной схеме (вдоль и поперек дренажа) – в 2,3 раза в сравнении с контролем (дренированный участок без щелевания). При этом обеспечивалась прибавка урожайности в среднем на 18 %. Приведена конструкция траншейной засыпки дренажа, дающая возможность на 40 % снизить затраты. Разработанная конструкция устья дренажного коллектора позволяет на 10–15 суток раньше начать проведение весенних полевых работ, что положительно сказывается на продуктивности возделываемых культур.

Ключевые слова: дренаж, тяжелые почвы, траншейная засыпка, колонка-поглотитель, устье дренажного коллектора, продуктивность культур.

Территория Беларуси по природно-климатическим условиям относится к зоне избыточного увлажнения. Общая площадь переувлажненных земель до проведения мелиоративных преобразований в рес-

публике превышала 8 млн га, или свыше 38 % ее территории, в их числе – 2,9 млн га болот. В сельскохозяйственном использовании удельный вес минеральных почв разной степени переувлажнения составляет 63 %. В этих условиях мелиорация земель приобретает первостепенное значение. В республике осушенные земли занимают 3,4 млн га, или 16,3 % территории.

В Белорусском Поозерье общая площадь осушенных земель составляет свыше 670 тыс. га, в том числе сельскохозяйственных земель 580 тыс. га. Главной причиной избыточного увлажнения сельскохозяйственных земель в северной части Беларуси является превышение выпадающих осадков над испарением с поверхности почвы и растительности. В условиях холмистого рельефа Поозерья на повышенных водораздельных участках, где влага в почве накапливается только за счет осадков, выпавших непосредственно на данную площадь, избыточное увлажнение бывает лишь во время весеннего снеготаяния или в периоды выпадения интенсивных и продолжительных дождей. По направлению от водораздельных участков к понижениям количество воды, поступающей в почву, увеличивается в результате стекания с вышележащей части склона. Пологие склоны переувлажняются больше, чем крутые, нижние части склона – больше, чем верхние.

Исключительно неблагоприятный водный режим почвы складывается на отрицательных формах рельефа. Здесь переувлажнение происходит за счет атмосферных осадков, выпадающих непосредственно на участок, воды, протекающей со склонов, притока внутрипочвенных и подземных вод.

Основным способом осушения переувлажняемых минеральных земель в Беларуси, как и за рубежом, является закрытый дренаж с мероприятиями по организации поверхностного стока – засыпкой дрен хорошо фильтрующим материалом, кротованием, рыхлением и щелеванием почвы и др.

Проведенные в 1981–2013 гг. исследования в Витебском экспериментальном хозяйстве Сенненского района Беларуси показывают, что в условиях холмистого рельефа традиционные способы мелиорации не обеспечивают удовлетворительное осушение переувлажненных земель, главным образом в межхолмных впадинах. Причинами являются интенсивный приток поверхностных вод со склонов холмов в межхолмные понижения и неспособность закрытого дренажа через

слабофильтрующую почву и засыпку интенсивно отводить поверхностную воду. Независимо от степени осушения, отдельные, наиболее значительные лужи по площади до 1 га нередко не исчезают с поверхности понижений до 20 апреля. Столь продолжительное их стояние приводило практически к полной гибели посевов озимых и снижению их урожайности при более кратковременном стоянии.

В связи с этим была выдвинута гипотеза о необходимости при мелиорации земель с холмисто-западинным рельефом применения сочетания двух параллельных подходов:

- 1) интенсификация осушения переувлажняемых понижений;
- 2) перехват поверхностных вод на склонах холмов в пределах автоморфных и временно избыточно переувлажненных почв.

Исследование работы осушительных систем с применением различных типов траншейных засыпок проводилось в РУП «Институт мелиорации» на тяжелых почвах Витебской области. Установлено, что основной эффект от применения фильтрующих засыпок проявлялся в местах скопления поверхностных вод. На ровных участках некоторый эффект от этого мероприятия достигается в ранневесенний период в годы с глубоким промерзанием почвы благодаря более быстрому оттаиванию траншейных засыпок из гравийно-песчаной смеси.

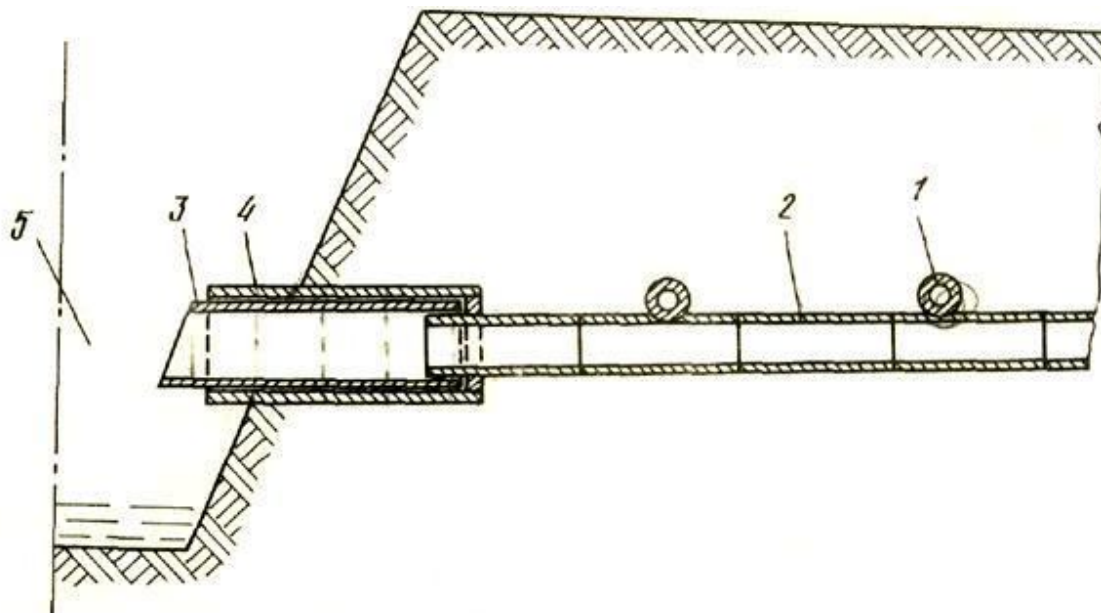
Для отвода поверхностных вод из понижений рельефа в закрытую дренажную сеть широко применяются колодцы и колонки-поглотители. Колодцы-поглотители используются для отвода из замкнутых понижений слоя поверхностной воды глубиной 0,15 м и более при невозможности или экономической нецелесообразности отведения ее другими способами.

В мелиоративной практике республики для дренажных коллекторов часто применяется сборное железобетонное устье, состоящее из коробчатых блоков. Такая конструкция дренажного устья обладает рядом существенных недостатков: массивные короба – около 75 кг, расход арматуры – 5 кг; трудоемкий процесс установки требует наличия не менее 2 рабочих. В последние годы применяется разработанная в институте конструкция облегченного дренажного устья из полиэтиленовых труб.

В нашем институте также разработана конструкция устья дренажного коллектора (рисунок 1), включающая глухой участок трубы,



подсоединенный к коллектору, и съемный защитный кожух, в который помещена глухая труба с возможностью свободного перемещения.



1 – дрена; 2 – коллектор; 3 – устьевая труба; 4 – защитный кожух; 5 – канал

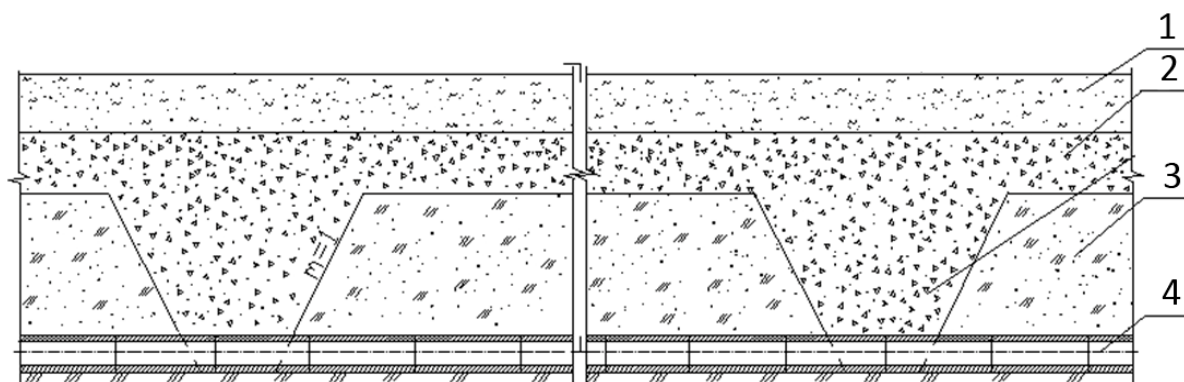
### Рисунок 1 – Устье дренажного коллектора

Преимущество данного устройства заключается в том, что при образовании ледяной пробки глухую трубу извлекают из кожуха и, после удаления пробки, вставляют обратно в кожух, с этого момента дренажная система начинает отвод избыточных вод. Оперативное удаление ледяных пробок из устьев позволяет включить в работу систему непосредственно в начале формирования дренажного стока, что позволяет на 10–15 суток раньше начать отвод избыточной влаги и провести весенние полевые работы. В условиях сезонного промерзания почвы это является надежной предпосылкой для получения более высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Многолетние наблюдения за дренажным стоком в суглинистых почвах разной степени заболоченности, проведенные на Витебской опытно-мелиоративной станции (ВОМС), показывают, что наиболее интенсивно отводит влагу дренаж, устроенный в глеевых почвах. Здесь сток 10 %-ной обеспеченности за январь–сентябрь составляет 158 мм, в то же время на глееватых и слабоглееватых почвах соответственно 110 и 60 мм. Если объем (слой) воды, отведенный дренажем с глеевых почв при 10 %-ной обеспеченности, принять за 100 %, то в глееватых сток составляет 70 %, в слабоглееватых – 38 %. Анало-

гичные результаты также получены на Шарковщинском опытно-производственном участке на тяжелых суглинистых почвах.

На землях ВОМС изучалась работа дренажных систем, устроенных в межхолмном понижении, с различной конструкцией траншейной засыпки дренажа (вынутый грунт – контрольный вариант; вынутый грунт с колонками-поглотителями из песчано-гравийной смеси; вынутый грунт с колонками-поглотителями из песчано-гравийной смеси и соединенными в верхней части перемычками из песчано-гравийной смеси (рисунок 2); песчано-гравийная смесь).



1 – гумусовый грунт; 2 – песчано-гравийная смесь;  
3 – засыпка вынутым грунтом; 4 – дрена

### Рисунок 2 – Конструкция траншейной засыпки дренажа

Результаты замеров дренажного стока (таблица 1) показывают, что наибольший объем избыточной влаги был отведен дренажными системами в марте – 27,0–60,7 мм. В апреле слой избыточной влаги, отведенной дренажем, был в 3,1–4,2 раза меньше (8,8–15,1 мм). Всего за март–апрель отведено 35,8–75,8 мм воды, максимальное количество стока наблюдалось на системах с засыпкой дренажных траншей песчано-гравийной смесью, минимальное – на засыпках траншей вынутым грунтом. Аналогичная тенденция наблюдается и по отношению максимального модуля дренажного стока, который находился в пределах 0,16–0,64 л/с·га.

На изучаемых вариантах дренажа с засыпками влажность осушаемой почвы в вегетационный период находилась в пределах 0,6–1,1 наименьшей влагоемкости (НВ), на контроле – 0,95–1,41 НВ. Различие в величинах абсолютной влажности почвы между вариантами сплошной засыпки траншей песчано-гравийной смесью и колонками-поглотителями с перемычками составляло лишь 1,8 %.

**Таблица 1 – Характеристика стока дренажных систем с различной конструкцией траншейной засыпки, ВОМС**

Вариант траншейной засыпки	Март		Апрель		Слой стока за март–апрель, мм
	Макс. модуль, л/с·га	Слой стока, мм	Макс. модуль, л/с·га	Слой стока, мм	
Вынутый грунт (ВГ), контроль	0,32	27,0	0,16	8,8	35,8
ВГ с колонками-поглотителями (КП)	0,37	38,4	0,18	11,8	50,2
ВГ с КП и перемычками	0,54	51,3	0,26	12,0	63,3
Песчано-гравийная смесь	0,64	60,7	0,26	15,1	75,8

Данные таблицы 2 показывают, что продуктивность яровой пшеницы (сорт Банти) на вариантах опыта с различными конструкциями траншейной засыпки была на 45,3–63,2 % выше в сравнении с контролем. Наиболее высокой она была на участках осушения почвы дренажем со сплошной засыпкой дренажных траншей песчано-гравийной смесью, наименьшей – при засыпке дренажных траншей вынутым грунтом.

**Таблица 2 – Влияние конструкции траншейной засыпки дрен на продуктивность яровой пшеницы, ВОМС, 2004 г.**

Вариант траншейной засыпки	Продуктивность, ц/га к. е.	Прибавка	
		ц/га к. е.	%
Вынутый грунт (ВГ), контроль	46,8	-	-
ВГ с колонками-поглотителями (КП)	68,0	21,2	45,3
ВГ с КП и перемычками	74,8	28,0	59,3
Песчано-гравийная смесь	76,4	29,6	63,2
НСР <sub>0,95</sub>	4,1		

Для улучшения водного режима связных почв применяют агромериторативные мероприятия, такие как рыхление, щелевание и кротование, которые способствуют ускоренному отводу застойных вод, перераспределению поверхностного стока во внутрпочвенный, повышению порозности, фильтрации и в конечном итоге продуктивности почв.

При этом достигаются почвозащитный, агроэкологический и экономический эффекты, обеспечивающие адаптивность системы земледелия на склоновых землях.

Вследствие особенностей конструкции рабочего органа щелевателя процесс щелевания в значительной степени менее энергоемкое мероприятие, чем рыхление и кротование, что позволяет на 8-10 %

снизить затраты топлива. Последним и объясняется интерес к данному агромелиоративному приему.

Авторами он изучался для регулирования водного режима мелиорированных суглинистых земель длительного сельскохозяйственного использования. Полевые опыты проводились на участке, осушенном в 1983 г. гончарным дренажем с расстоянием между дренами 20 м. Щелевание проведено на глубину 0,45–0,50 м через 3 м.

Результаты полевых опытов показали, что щелевание через 3 м вдоль дренажных линий позволило увеличить объем дренажного стока в среднем за 3 года в 1,3 раза, а при выполнении этого мероприятия через 3 м поперек дренажных линий и по комбинированной схеме (вдоль и поперек дренажа) – в 1,8 и 2,3 раза соответственно (таблица 3) в сравнении с контролем (дренированный участок без щелевания). Наиболее благоприятной для растений влажность почвы была на варианте осушения дренажем при щелевании по комбинированной схеме. В этом случае обеспечивалась более высокая прибавка урожайности – в среднем 18 %, в то время как при щелевании поперек дренажных линий она не превышала 10,2 %.

**Таблица 3 – Величина дренажного стока, абсолютная влажность почвы (за вегетационный период) и продуктивность сельскохозяйственных культур при различных схемах щелевания (среднее за 3 года)**

Вариант опыта	Величина дренажного стока, мм	Влажность почвы, %	Продуктивность культур	
			к. е.	%
Щелевание вдоль дренажных линий через 3 м	72,1	18,1	55,5	103,0
Щелевание поперек дренажных линий через 3 м	102,4	17,4	59,5	110,2
Щелевание над дренами + поперек дрен через 3 м	126,3	16,3	63,7	118,0
Контроль (без щелевания)	55,9	19,8	54,0	100,0

Устройство щелей непосредственно над дренами позволяет распределить поступающую по поперечным щелям избыточную воду равномерно по всей длине дрен, за счет этого ускорить процесс водоотведения дренажем. При устройстве таких щелей на максимально допустимую глубину (на 0,3 м меньше минимальной глубины закладки дрен) можно значительно сократить время водоотведения дренажем избыточной влаги, что является важным моментом для своевременного проведения весенних полевых работ, особенно на тяжелых почвах.

Поскольку щелевание, рыхление и кротование являются одноклассовыми агроуправляющими мероприятиями, можно предположить, что для повышения эффективности применения двух последних целесообразно их также выполнять по рассмотренной выше комбинированной схеме. Предлагаемая технология может быть использована и в других зонах на аналогичных почвах.

Эффективность регулирования водного режима почв во многом определяется характером использования мелиорированных земель. Что касается многолетних бобовых трав, прежде всего люцерны полевой и клевера лугового, то они не переносят переувлажнения почвы и в подножье склона снижают свое участие в травостое. В благоприятных же условиях увлажнения люцерна в одном из проведенных авторами полевых опытов произрастает беспрерывно уже семь лет, обеспечивая высокую продуктивность на фоне одних фосфорно-калийных удобрений. Наряду с этим исключается водная эрозия на склоновых землях и ежегодно возрастает содержание гумуса в пахотном слое на 0,04–0,05 %, или на 1,0–1,2 т/га. Чтобы достичь таких результатов с помощью подстильного навоза, дозы его как минимум составят 20–24 т/га, на использование которых потребуется затратить 5,3–6,3 ГДж энергии.

### **Выводы**

1 По уровню увлажненности связные минеральные почвы подразделяются на три группы: слабogleеватые, глееватые и глеевые. Первые занимают обычно верхние части склонов, вторые – нижние и подножье склонов, глеевые – неглубокие замкнутые понижения.

2 Применяемая конструкция сборного железобетонного устья, состоящего из трех коробчатых блоков, трудоемка при установке и ненадежна в эксплуатации. Образование ледяной пробки в устьевой трубе в зимний период также на длительное время прекращает работу дренажа. Все это приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Разработана конструкция водосбросного устья, обеспечивающая возможность удаления ледяной пробки из устьевой трубы, что позволяет включать в работу систему непосредственно в начале формирования дренажного стока, тем самым на 10–15 суток раньше начать отвод избыточной влаги и провести весенне-полевые работы.

3 Наибольший сток был на варианте дренажа со сплошной засыпкой траншей фильтрующим материалом (75,8 мм), минимальный

(35,8 мм) – на дренаже с засыпкой траншей вынутым грунтом. По количеству отведенной влаги наиболее близким к дренажу со сплошной засыпкой песчано-гравийной смесью (ПГС) оказался вариант засыпки с колонками-поглотителями и перемычками.

4 Различие в урожайности на вариантах засыпки КП с перемычками и сплошной фильтрующей засыпкой ПГС составила 3,9 %, в то же время расход фильтрующего материала при устройстве колонок-поглотителей с перемычками был на 40 % меньше, чем при сплошной засыпке, что экономически выгодно.

УДК 631:528.92

**Э. И. Чембарисов, Т. Ю. Лесник**

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

**Т. Э. Чембарисов**

Национальный Университет Узбекистана им. М. Улугбека, Ташкент, Республика Узбекистан

## **НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ УЗБЕКИСТАНА**

В статье рассмотрены некоторые проблемы мелиорации засоленных земель Узбекистана. Приведены краткая характеристика природных условий Республики Узбекистан, описание факторов, влияющих на засоление почв, сведения о засоленности почв и способах мелиорации, направленных на борьбу с этим процессом. Сделан вывод, что в целом требуется коренная реконструкция всего комплекса мелиорации земель Республики Узбекистан. С этой целью в 2007 году был подписан указ о создании Фонда мелиоративного улучшения орошаемых земель, в котором было определено в числе важнейших приоритетов развития сельского хозяйства кардинальное улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель. Отмечено, что в результате за период 2008–2010 гг. было улучшено мелиоративное состояние почти 740 тыс. га орошаемых земель, а площадь засоленных земель в республике уменьшилась и составляет 49 % от общей площади орошаемых земель. Для дальнейшей реализации этого направления с учетом существующих проблем авторами предлагается качественное совершенствование механизма поддержания мелиоративных сетей, обеспечивающего их эффективное функционирование, а также нормативный отвод дренажных и сбросных вод через коллекторно-дренажную сеть.

Ключевые слова: засоление земель; факторы, влияющие на засоление; особенности мелиорации земель в Республике Узбекистан; меры борьбы с засолением земель.

Засоление земель – проблема для многих стран мира и один из важнейших факторов опустынивания, несущих серьезную угрозу национальной экономике. По данным ФАО (Сельскохозяйственная и

продовольственная организация ООН), площадь засоленных земель в мире достигает 950 млн га, а около 10 млн ежегодно выпадает из использования по причине засоления и ощелачивания.

Отличительная особенность природы пустынь и полупустынь Центральной Азии (куда входит и Республика Узбекистан) – высокая температура воздуха, крайне засушливый климат, небольшое количество осадков (70–270 мм).

Характерной особенностью пустынных почв Центральной Азии является их почти повсеместная засоленность.

Областями выноса солей являются горные районы и большая часть предгорий. Попадая на равнину, обогащенные солями подземные и поверхностные воды рассеиваются. При этом в условиях аридного климата, когда процесс испарения преобладает над выпадением осадков, и слабой дренированности почв запас солей в почвогрунтах увеличивается.

Источником засоления служат как материнские породы, за счет которых развитые на них почвы обогащаются солями, так и капиллярно поднимающиеся вверх минерализованные грунтовые воды.

Республика Узбекистан расположена в центральной части Центральной Азии. Территория республики значительно удалена от теплых океанов и морей, так как расположена внутри Евразийского материка. Большая часть территории Узбекистана, протянувшейся с северо-запада на юго-восток, – равнинная, занята пустынями, степями, а юго-восточная – холмами и горами с высокопоясным ландшафтом.

Теплый климат и обилие солнечных дней позволяют выращивать технические (хлопчатник, кенаф и др.), а также бахчевые и плодовые культуры. В сельскохозяйственном производстве используется более 2/3 всей площади Узбекистана (валовая площадь равна 44410 млн га). Площадь земель существующего орошения равна 4,27 млн га (таблица 1). По административному делению в Узбекистане образованы двенадцать вилоятов (областей) и Республика Каракалпакстан.

Большая часть орошаемых земель республики подвержена целому ряду деграционных процессов, среди которых наиболее распространены вторичное засоление почв, потеря производительной способности (балла бонитета), влияние водной и ветровой эрозии и др. (таблица 2).

**Таблица 1 – Земельные ресурсы Республики Узбекистан**

Область	Валовая площадь, тыс. га	Потенциально пригодные для орошения		Пастбища, сенокосы и др., тыс. га	
		всего, тыс. га	в т. ч. орошаемые площади		
			брутто		нетто
Андижанская	430,3	372,5	357,3	272,1	57,8
Наманганская	717,5	415,9	370,1	277,8	301,8
Ферганская	715,3	556,3	508,2	356,9	159,0
Сырдарьинская	427,6	359,6	357,9	293,7	68,0
Джизакская	2117,8	9510,4	413,0	300,5	1166,4
Ташкентская	1513,2	590,5	470,9	390,9	922,7
Самаркандская	1677,4	115,5	529,0	373,0	561,9
Бухарская	4193,7	978,0	454,3	273,6	3215,7
Навоийская	10937,4	1416,9	152,0	124,7	9520,5
Сурхандарьинская	2009,9	763,6	438,4	328,2	1246,3
Кашкадарьинская	2856,8	1840,7	775,3	504,6	1016,1
Хорезмская	681,6	335,8	288,4	275,3	345,8
Каракалпакстан	16100,6	2100,5	708,8	500,9	14000,1
г. Ташкент	32,2			5,4	
Всего Узбекистан	44410,3	11797,2	5856,7	4277,6	32613,1

Для гарантированного обеспечения водой всех отраслей народного хозяйства Республики Узбекистан здесь построена и эксплуатируется одна из самых мощных в мире ирригационных систем. Основным водопотребителем остается сельское хозяйство, которое использует более 80 % всего объема водозабора.

В республике в среднем за последние годы на орошение использовалось 53,1 км<sup>3</sup> воды, в том числе из рек – 50,3 км<sup>3</sup> (из них из Амударьи и Сырдарьи – 33,0 км<sup>3</sup>); из подземных источников – 0,63 км<sup>3</sup>; возвратных – 1,95 км<sup>3</sup>.

В сельском хозяйстве в последние годы вода используется в следующих процессах:

- в вегетационный период – 36,1 км<sup>3</sup>, в том числе для полива хлопчатника – 4,98 км<sup>3</sup>; риса – 1,31 км<sup>3</sup>; зерноколосовых – 3,15 км<sup>3</sup>; других культур – 16,7 км<sup>3</sup>;

- в невегетационный период – 12,8 км<sup>3</sup>, в том числе для промывки земель – 5,7 км<sup>3</sup>; влагозарядки земель – 1,8 км<sup>3</sup>; полива осенних зерноколосовых, ранних и поздних овощебахчевых культур, садов и виноградников – 5,3 км<sup>3</sup>.



**Таблица 2 – Динамика изменения площадей орошаемых земель по степени засоления за период 1990–2000–2006 гг.**

В тыс. га

Наименование административных районов	Годы	Площадь орошаемых угодий	В том числе по степени засоления						Всего	
			слабозасоленных		среднезасоленных		сильнозасоленных		площадь	%
			площадь	%	площадь	%	площадь	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Республика Каракалпакстан	1990	457,2	167,3	36,6	183,7	40,2	74,6	16,3	425,6	93,1
	2000	462,1	110,4	23,9	151,7	32,8	142,9	30,9	405,0	87,6
Андижанская	1990	245,1	42,3	17,26	16,5	6,73	4,8	1,96	63,6	25,94
	2002	227,4	51,8	22,78	20,3	8,93	4,9	2,15	77,0	33,85
Бухарская	1990	228,1	133,2	58,4	57,3	25,1	16,5	7,2	207,0	90,7
	2000	229,2	125,8	54,9	48,2	21,0	31,2	13,6	205,2	89,5
	2004	227,4	79,6	35,0	93,4	41,1	45,2	19,9	218,2	96,0
Джизакская	1990	267,3	61,8	23,1	20,0	7,5	8,4	3,1	90,2	33,7
	2000	275,7	101,0	36,6	75,7	27,5	38,8	14,1	215,5	78,2
Кашкадарьинская	1990	452,5	163,3	36,1	76,6	16,9	28,4	6,3	268,3	59,3
	2000	452,2	16,9	48,0	63,3	14,0	31,5	7,0	311,7	69,0
Навоийская	1990	102,1	17,5	17,1	71,7	70,2	3,3	3,2	92,5	90,6
	2000	108,1	49,8	46,1	19,6	18,1	6,7	6,2	76,1	70,4
Наманганская	1990	239,7	28,1	11,7	17,5	7,3	6,8	2,8	52,4	21,8
	2000	236,1	51,1	21,6	18,1	7,7	13,1	5,5	82,3	34,9
Самаркандская	1990	356,5	39,1	11,0	5,6	1,6	0,1	0,0	44,8	12,6
	2000	300,5	104,3	34,7	19,9	6,6	4,6	1,5	128,8	42,8
Сурхандарьинская	1990	287,0	65,2	22,7	44,7	15,6	7,2	2,5	117,1	40,8
	2003	279,3	108,4	38,8	47,6	17,0	22,5	8,1	178,5	63,9

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сырдарьинская	1990	283,0	129,8	45,9	59,3	21,0	38,5	13,6	227,6	80,4
	2000	273,8	115,7	42,3	70,0	25,6	48,9	17,86	234,6	85,7
Ташкентская	1990	351,1	29,6	8,4	2,9	0,8	0,3	0,1	32,8	9,3
	2000	337,4	67,6	20,0	13,07	3,9	5,3	1,6	86,0	25,5
Ферганская	1990	307,7	33,2	10,8	10,8	3,5	2,8	0,91	46,8	15,2
	2000	296,0	108,0	36,5	67,5	22,8	42,9	14,5	218,4	73,8
Хорезмская	1990	234,3	119,0	50,8	35,7	15,2	14,8	6,3	169,5	72,3
	2001	240,1	106,8	44,5	50,6	21,1	23,2	9,7	180,6	75,2
	2005	238,6	94,1	39,4	60,0	25,1	60,2	25,2	214,2	89,7
Всего по республике	1990	3811,6	1029,4	27,0	602,3	15,8	206,5	5,4	1838,2	48,2
	2000	3726,9	1317,6	35,4	665,6	17,9	416,5	11,2	2399,7	64,4
	2006	3711,3	1258,7	33,9	720,2	19,4	467,5	12,6	2446,3	65,9

Объем водопотребления в орошаемом земледелии обусловлен природно-хозяйственными условиями республики, техническим состоянием оросительных систем и применяемой техникой полива. Нужно отметить, что в основных реках Центральной Азии произошло ухудшение качества воды, особенно в Сырдарье и Амударье от истоков до устья. В верхних течениях минерализация воды увеличилась на 0,1–0,2 г/л, в средних течениях – на 0,3–0,4 г/л, на нижних участках – на 0,6–0,8 г/л, что явилось причиной увеличения солей на орошаемых землях, роста потребности в воде для промывных поливов [1, 2].

Удельное водопотребление на комплексный гектар в последние годы в среднем составляет 11,2 тыс. м<sup>2</sup>, из них 8,72 тыс. м<sup>3</sup>/га в вегетацию; 2,48 тыс. м<sup>3</sup>/га – в невегетацию. Оросительные нормы в Хорезмской области и Республике Каракалпакстан ввиду значительных площадей посевов риса составляют 14,2–14,9 тыс. м<sup>3</sup>/га.

**Мелиоративные мероприятия.** По данным Министерства сельского и водного хозяйства Узбекистана, общая протяженность межхозяйственной оросительной сети превышает 27 тыс. км, а внутрихозяйственной – 167 тыс. км. Технический уровень оросительных сетей в целом невысокий: 62 % межхозяйственной сети и 79,5 % внутрихозяйственной сети проходят в земляном русле. Коэффициент полезного действия (КПД) межхозяйственных каналов в среднем составляет 0,86, внутрихозяйственной – 0,75; в новых зонах орошения Сырдарьинской и Джизакской областей он повышается до 0,89–0,90.

Исследования почвоведов последних лет показывают прогрессирование снижения плодородия орошаемых почв республики в результате развития процессов вторичного засоления, водной и ветровой эрозии, снижения содержания гумуса, антропогенного загрязнения и др.

В условиях слабого оттока грунтовых вод, каким отличаются не только аллювиальные равнины, но зачастую и подгорные равнины, обводнение крупных земельных массивов и освоение новых земель сопровождаются подъемом грунтовых вод. Это положение более усугубляется при сильной минерализации грунтовых вод.

Развитие орошаемого земледелия во всех оазисах Узбекистана было невозможно без регулирования водно-солевого баланса зоны аэрации путем отведения значительных запасов минерализованных вод за пределы орошаемых массивов коллекторно-дренажными сис-

темами. Строительство коллекторно-дренажной сети в оазисах Узбекистана в основном было начато в 1960-е годы.

Согласно расчетам специалистов, из общей орошаемой площади (4,27 млн га) более 75 % требует строительства дренажа (3,2 млн га), из которых на 2,8 млн га уже построена коллекторно-дренажная сеть, в т. ч. на 580 тыс. га – вертикальный дренаж.

На землях, обеспеченных дренажем, построено более 136 тыс. км дренажной сети, из которых 29 тыс. км – магистральные и межхозяйственные коллекторы, более 107 тыс. км – внутривладельческие дренажные сети.

В последние годы из-за экономических и финансовых трудностей работы по очистке открытой коллекторно-дренажной сети проводятся на уровне 60–70 % от норматива. Ежегодная потребность в ремонте закрытого горизонтального дренажа составляет 3,0–3,5 тыс. км.

В связи с указанными обстоятельствами площадь засоленных земель в республике остается довольно значительной (только в 2001 г. она превышала 2,3 млн га). Площади с глубиной грунтовых вод до 2,0 м превышают 1,2 млн га.

На площади более 2,2 млн га вода подается с помощью насосных станций, срок службы большей части насосов давно истек. Такое же положение с напорными трубопроводами. В целом требуется коренная реконструкция всего комплекса насосных станций.

Неблагоприятное мелиоративное состояние орошаемых земель сдерживало дальнейший рост урожайности сельскохозяйственных культур и увеличение доходов сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Отсутствие комплексного, системного подхода при формировании проектов мелиоративных мероприятий, а также конкретных источников их финансирования, слабая работа водохозяйственных структур и ассоциаций водопользователей привели к снижению объемов мелиоративных работ, повышенной минерализации и высокому уровню грунтовых вод. В результате к 2007 г. свыше половины орошаемых земель в республике было в различной степени засолено, при этом более 16 % орошаемых земель фермерских хозяйств находится в неудовлетворительном состоянии [3].

Учитывая эти факторы, в октябре 2007 г. Президент Республики Узбекистан Ислам Каримов подписал указ о создании при Министерств-

ве финансов Республики Узбекистан Фонда мелиоративного улучшения орошаемых земель, в котором было определено в числе важнейших приоритетов развития сельского хозяйства на период 2008–2012 гг. кардинальное улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель.

Основными источниками формирования Фонда мелиоративного улучшения орошаемых земель являются:

- поступление в государственный бюджет по единому земельному налогу, уплачиваемому сельскохозяйственными товаропроизводителями; целевые бюджетные ассигнования;

- льготные кредиты международных финансовых институтов и иностранных банков;

- отечественные и зарубежные гранты.

На выполнение программы мелиоративного улучшения орошаемых земель ежегодно затрачивается более 110 млн долларов США из средств фонда. В результате за период 2008–2010 гг. улучшено мелиоративное состояние почти 740 тыс. га орошаемых земель, а площадь засоленных земель в республике уменьшилась и составила 49 % от общей площади орошаемых земель [4–6].

В перспективе необходимо качественное совершенствование механизма поддержания мелиоративных сетей, обеспечивающего их эффективное функционирование, а также нормативный отвод дренажных и сбросных вод через коллекторно-дренажную сеть.

#### **Список использованных источников**

1 Чембарисов, Э. И. Методика гидроэкологического мониторинга оценки качества поверхностных вод / Э. И. Чембарисов, А. Б. Насрулин, Т. Ю. Лесник // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад, 2005. – № 1. – С. 32–36.

2 Чембарисов, Э. И. Изучение современного гидрологического и гидрохимического режимов воды р. Амударьи в целях обеспечения гидроэкологической безопасности / Э. И. Чембарисов, А. Б. Насрулин, Т. Ю. Лесник // Водная, энергетическая и продовольственная безопасность в странах ВЕКЦА: проблемы и решения: сб. науч. тр. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2013. – Вып. 6. – С. 164–173.

3 Водное хозяйство Узбекистана / МСВХ РУз, НИЦ МКВК. – Ташкент, 2011. – 104 с.

4 О мерах по коренному совершенствованию системы мелиоративного улучшения земель: Указ Президента Республики Узбекистан от 29 октября 2007 г. № 4П-3932.

5 О государственной программе мелиоративного улучшения орошаемых земель на период 2008–2012 годы: Постановление Президента Республики Узбекистан от 19 марта 2008 г. № ПП-817.

6 Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (2008–2011 гг.). – Ташкент: «CHINOR ENK», 2013. – 254 с.

УДК 626.844:631.675

**Н. Ю. Черничкина**

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КАПЕЛЬНИЦ ПРИ ОРОШЕНИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Проведенные исследования размеров контура увлажнения, схемы расстановки трубок-капельниц по теплице, расхода капельниц и поливной нормы в условиях хозяйств Ростовской области показали, что при назначении глубины промачивания, а значит, и поливной нормы необходимо учитывать несоответствие параметров работы одиночной и группы капельниц. Количество вегетационных поливов, их нормы на изучаемых вариантах опытов при увлажнении почвы в расчетном слое 0,25, 0,50 и 0,75 м для различных вегетационных периодов при капельном орошении устанавливались с расстоянием между капельницами 20 и 30 см. Анализ полученных в результате исследований данных показывает, что с увеличением расстояния между капельницами увеличиваются поливные и оросительные нормы почти на 48 %. Это связано с тем, что с увеличением расстояния между капельницами для достижения смыкания контуров полива происходит увеличение ширины захвата поливом в рядах возделываемой культуры.

Ключевые слова: режим орошения, капельное орошение, капельные линии, контур увлажнения, норма полива.

Поливной режим сельскохозяйственных культур является главным и конечным звеном процесса орошения. В этом звене решается главная задача орошения – обеспечение растений потребным количеством воды, необходимым для их роста, развития и получения высокой продуктивности. От правильного установления и выполнения режимов орошения зависит эффективность всех элементов оросительной системы в целом. В конечном итоге задача сводится к определению наиболее оптимальных норм и сроков полива сельскохозяйственных культур [1–3].

Основу технологии полива при капельном орошении культур составляют элементы техники полива и режим орошения. Критериями оценки при установлении основных элементов технологии полива являются показатели эффективности капельного орошения: продуктивность культуры, качество полива и производительность.

Элементами техники полива при капельном орошении в наших исследованиях являются контур увлажнения, схема расстановки трубок-капельниц по орошаемому участку, расход капельниц и поливная норма. При этом наиболее значимым элементом техники полива является характер формирования контуров увлажнения единичной капельницей в зависимости от ее расхода и водно-физических свойств почвы [4].

Величина контура увлажнения определяется для обоснования схемы расстановки трубок-капельниц по орошаемому участку с учетом схемы посадки растений, а также поливных норм, соответствующих оптимальной глубине промачивания почвы.

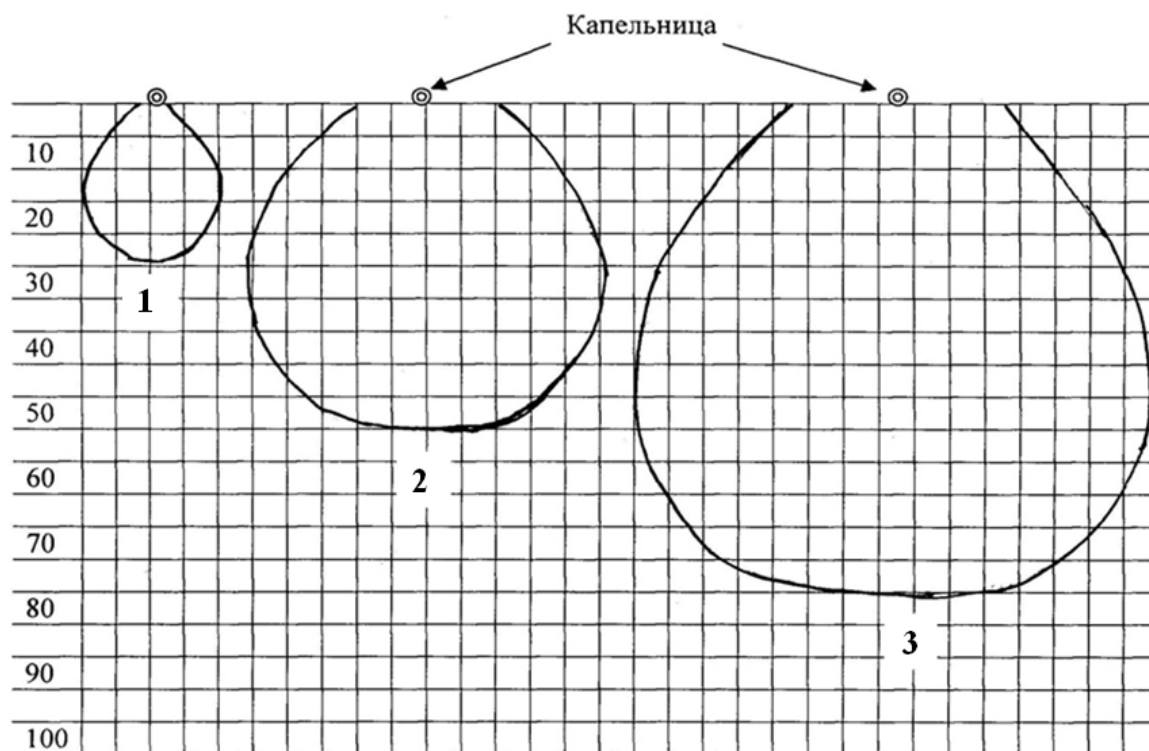
Исходя из минимальной предполивной влажности почвы, были определены объемы воды, выдаваемые одиночной капельницей для увлажнения принятых слоев почвы (0,25; 0,50; 0,75 м), соответствующие расчетным поливным нормам. Объемы воды для опытного участка были равны 0,8 л для увлажнения почвы на глубину 0,25 м, 6,1 л – для слоя 0,50 м и 20,8 л – для слоя 0,75 м. При установленном расходе капельницы 1,2 л/ч определена продолжительность подачи необходимых объемов воды для увлажнения того или иного слоя почвы, а при отрывке шурфов через 24 часа после полива зарисованы контуры увлажнения (рисунок 1).

Размеры полученных контуров увлажнения усреднялись по трем повторностям для каждого из принятых слоев промачивания.

Осредненные размеры контуров увлажнения показали, что при увлажнении почвы капельницами на глубину 0,25 м расчетной поливной нормой, соответствующей объему, подаваемому на контур (0,8 л), ширина контура на глубине 5 см равна в среднем 12 см, на глубине слоя почвы 15 см – 20 см, на глубине контура 20 см – 15 см, а площадь поперечного сечения равна 328 см<sup>2</sup> (рисунок 1).

При увлажнении слоя почвы на глубину 0,50 м поливной нормой 6,1 л ширина контура на поверхности почвы составила 20 см,

ширина его на глубине 20 см – 48 см, на глубине 40 см – 41 см, площадь поперечного сечения контура была равна 2025 см<sup>2</sup>.



1 – увлажнение на глубину 0,25 м поливной нормой 0,8 л; 2 – увлажнение на глубину 0,50 м поливной нормой 6,1 л; 3 – увлажнение на глубину 0,75 м поливной нормой 20,8 л

### **Рисунок 1 – Контурь увлажнения капельницами при различных глубинах промачивания**

При увлажнении слоя почвы 0,75 м поливной нормой 20,8 л ширина контура на поверхности почвы составила 29 см, ширина его на глубине 30 см – 78 см, на глубине 65 см – 52 см, площадь поперечного сечения контура была равна 4428 см<sup>2</sup>.

Несколько иначе выглядят контурь увлажнения и глубина промачивания при выдаче вышеуказанных поливных норм групповой работой капельниц с расстоянием между ними на капельной ленте, равным 30 см.

При выдаче поливной нормы 0,8 л ширина контура недополитой на поверхности площади составляет 23–25 см, т. е. смыкания контуров полива не происходит. Минимальное расстояние между контурами составляет 10–12 см. Глубина промачивания соответствует работе одиночной капельницы (рисунок 2).

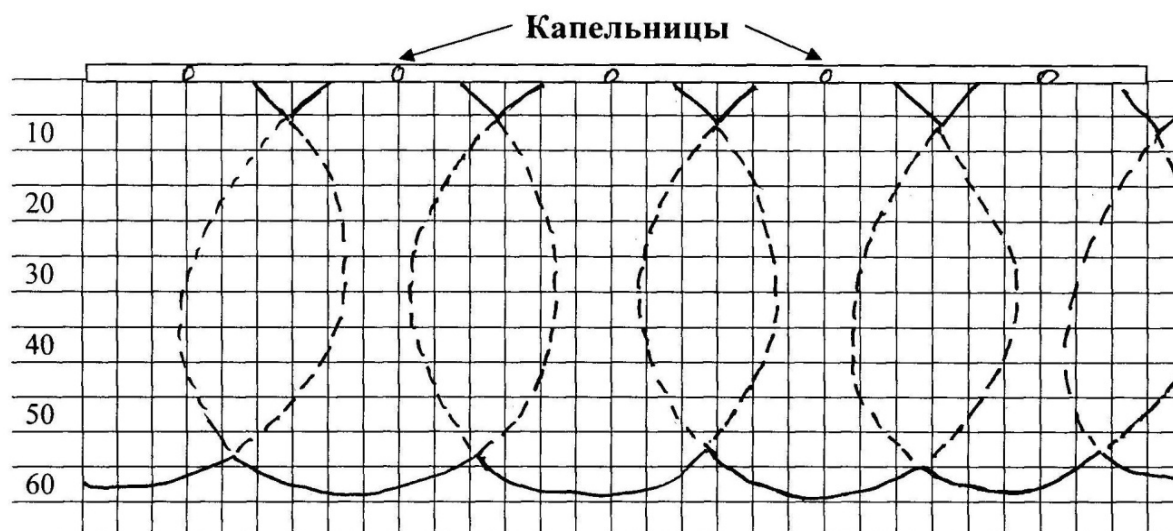
Расчетная поливная норма 6,1 л для увлажнения слоя почвы 0,50 м увеличила ширину контура на поверхности почвы до 18–19 см,



ширину его на глубине почвы 35 см – до 52–53 см. При этом наблюдалось увеличение глубины промачивания до 59–60 см (рисунок 3). Это вызвано тем, что часть воды из контуров смыкания увеличила глубину промачивания. Предполагаемые контуры смыкания показаны штрихованной линией.



**Рисунок 2 – Контурсы увлажнения при групповой работе капельниц и выдаче поливной нормы 0,8 л**



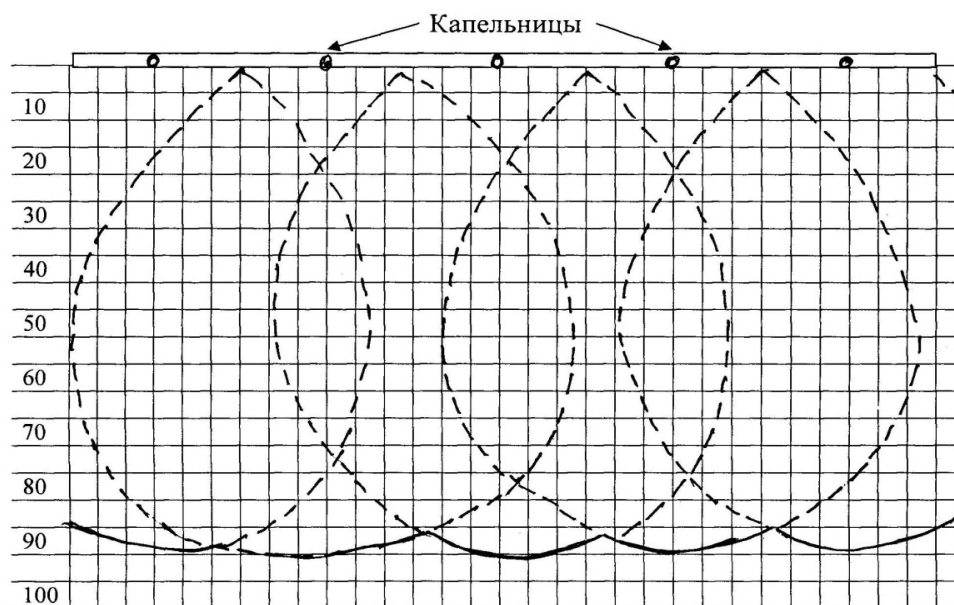
**Рисунок 3 – Контурсы увлажнения при групповой работе капельниц и выдаче поливной нормы 6,1 л**

При выдаче поливной нормы 20,8 л происходит смыкание контуров на поверхности почвы (рисунок 4). При этом глубина промачивания увеличивается от расчетной до 89–92 см.

Таким образом, анализируя результаты проведенных исследований, можно утверждать, что при назначении глубины промачивания, а значит, и поливной нормы необходимо учитывать несоответствие параметров работы одиночной и группы капельниц.

В наших опытах поливной режим овощных культур при капельном орошении изучался при одном способе определения поливных

норм, а именно по влажности почвы в расчетном слое (при снижении влажности почвы в слое 0,8 м до 80 % наименьшей влагоемкости).



**Рисунок 4 – Контуры увлажнения при групповой работе капельниц и выдаче поливной нормы 20,8 л**

Для сравнительной оценки эффективности капельного орошения был принят вариант с различным расстоянием между капельницами.

На опытном участке по изучению технологии полива и режима орошения овощных культур капельным способом велись наблюдения за динамикой влажности почвы в контурах увлажнения, величиной испарения, а также фиксировались температура и относительная влажность воздуха. На основании этих данных определялись фактические поливные и оросительные нормы и время проведения поливов.

На рост и развитие растений влияет сложный комплекс внешних условий, главным из которых является водный режим почвы. Устранение дефицита влажности почвы, который может наблюдаться на том или ином этапе развития растений, позволяет значительно повысить их продуктивность.

На водный режим почвы существенное влияние оказывают запасы влаги в почве, поливы, а также уровень залегания грунтовых вод.

Количество вегетационных поливов и их нормы на изучаемых вариантах опытов при увлажнении почвы в расчетных слоях 0,25, 0,50 и 0,75 м для различных вегетационных периодов при капельном оро-

шении устанавливались при двух вариантах расстояния между капельницами – 20 и 30 см.

В таблицах 1 и 2 приводятся количество, поливные и оросительные нормы на изучаемых вариантах.

**Таблица 1 – Количество поливов, поливные и оросительные нормы с расстоянием между капельницами 20 см**

Сроки полива, дни	Количество поливов	Средняя поливная норма, л/м <sup>2</sup>	Оросительная норма, л/м <sup>2</sup>
Начало полива – 10	3	1,8	5,4
11–35	8	3,6	28,8
36–58	11	5,1	56,1
59–71	6	5,4	32,4
Всего	28	-	122,7

**Таблица 2 – Количество поливов, поливные и оросительные нормы с расстоянием между капельницами 30 см**

Сроки полива, дни	Количество поливов	Средняя поливная норма, л/м <sup>2</sup>	Оросительная норма, л/м <sup>2</sup>
Начало полива – 6	3	2,1	6,3
7–26	10	3,8	38,0
27–57	15	5,6	84,0
58–71	8	6,7	53,6
Всего	36	-	181,9

Анализ таблиц показывает, что с увеличением расстояния между капельницами увеличиваются поливные и оросительные нормы почти на 48 %. Это связано с тем, что увеличение расстояния между капельницами приводит к увеличению ширины захвата поливом в рядах возделываемой культуры для достижения смыкания контуров полива, что, в свою очередь, требует увеличения поливной нормы.

#### **Список использованных источников**

1 Ясониди, О. Е. Капельное орошение томатов в теплицах / О. Е. Ясониди // Экспресс-информация. Мелиорация и водное хозяйство / ЦБНТИ, ММиВХ СССР. – М., 1984. – Сер. 1. – Вып. 12. – С. 4–10.

2 Данильченко, Н. В. Расчет режимов орошения сельскохозяйственных культур / Н. В. Данильченко // Гидротехника и мелиорация. – 1978. – № 1. – С. 12–16.

3 Воеводина, Л. А. Тенденции развития и перспективы применения капельного орошения [Электронный ресурс] / Л. А. Воеводина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Элек-

трон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 3(07). – 13 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=113&id=119>.

4 Овчинников, А. С. Зона увлажнения почвы как фактор управления ростом корневой системы томатов при капельном орошении / А. С. Овчинников, И. И. Азарьева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2009. – № 4(16). – С. 43–47.

УДК 627.8.059.2:626/627.003.12

**Е. И. Шкуланов, А. М. Кореновский**

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

## **ОЦЕНКА РИСКА АВАРИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ ДЕКЛАРИРОВАНИИ БЕЗОПАСНОСТИ**

В статье с позиций системного подхода, теории надежности и теории вероятности приводится порядок проведения оценки риска аварий мелиоративных сооружений. Представлены ее задачи и этапы. Приведены основные требования к информации, на которой базируются анализ и оценка риска аварий на эксплуатирующихся ГТС. Отмечено, что безопасность ГТС определяется итоговой (обобщенной) оценкой риска, которая основывается на результатах интегрирования показателей возможных опасных событий на ГТС, характеризующихся диагностическими показателями безопасности ГТС и определяющих их надежность, и негативных последствий (ущербов) от аварий. При составлении деклараций безопасности гидроузлов II, III, и IV классов, разработанных сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» для Саратовской, Пензенской областей, ГУП «Управление «Башмелиоводхоз», ООО «Севкавгипроводхоз», подтверждена достоверность разработанной ФГУП ВНИИ «ВОДГЕО» методики оценки риска аварий.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, декларирование безопасности, мелиоративный объект, анализ риска, авария, эффективность.

Анализ риска аварий на опасных мелиоративных объектах является составной частью управления их безопасностью. Анализ риска заключается в систематическом использовании всей доступной информации для идентификации опасностей и оценки риска возможных нежелательных аварийных событий. Достоверность анализа риска аварии, его снижение в основном зависят от полученной информации, к которой предъявляются следующие требования: полнота, достоверность, однородность, дискретность, своевременность, непрерывность.

По версии Международной комиссии по большим плотинам (ICOLD), под риском аварии на гидротехническом сооружении пони-

мается «мера вероятности» и тяжести негативных эффектов для жизни, здоровья, собственности или состояния окружающей среды» [1].

В настоящее время снижение рисков аварий и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) – одна из важнейших проблем, входящих в сферу обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития страны.

До недавнего времени Правительством РФ основное внимание уделялось ликвидации последствий стихийных бедствий и антропогенных катастроф, т. е. оперативному реагированию на ЧС, что требовало больших затрат на ликвидацию ущерба и в то же время не всегда способствовало снижению рисков появления чрезвычайных ситуаций и обеспечению безопасности населения.

В настоящее время доминируют новые подходы к противодействию чрезвычайным ситуациям, направленные на реализацию научно обоснованной и экономически оправданной системы превентивных мер по предупреждению стихийных бедствий и предотвращению техногенных катастроф.

Система превентивных мер предусматривает осуществление ряда мероприятий научного, научно-организационного и экономического характера, включающих в себя совершенствование и развитие системы мониторинга, прогнозирование и оценку природного и техногенного риска, районирование территории по степени рисков от чрезвычайных ситуаций, создание единой системы информационного обеспечения управления риском и многое другое. Осуществление этих мер регламентируется Федеральным законом «О безопасности гидротехнических сооружений» (№ 117-ФЗ от 21 июля 1997 г.) (далее Закон) [2]. Действия закона распространяются на все гидротехнические сооружения, аварии на которых могут создать чрезвычайные ситуации, сопровождающиеся человеческими жертвами, ущербом здоровью, окружающей среде и значительными материальными убытками. К таким сооружениям относятся следующие мелиоративные сооружения: водохранилищные гидроузлы, водозаборные сооружения, водосбросные, водопропускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, сооружения инженерной защиты.

В числе превентивных мер, предусмотренных законом и способствующих снижению риска аварий, следует отметить составление декларации безопасности гидротехнических сооружений, подготовку

материалов для российского регистра и разработку нормативно-методических документов для реализации различных статей закона.

Декларация безопасности является основным документом, содержащим (в соответствии со статьей 10 Закона) сведения о соответствии гидротехнического сооружения критериями безопасности. Последние определяются в Законе как предельные значения показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварий гидротехнического сооружения. Эти показатели утверждаются федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими надзор за безопасностью гидротехнических сооружений. Однако Законом предусмотрено обновление критериев безопасности, включая оценку уровня риска аварий и установление его допустимого значения, повышение требований к оснащению сооружений контрольно-измерительной аппаратурой, плановые обследования сооружений и многое другое.

Декларации являются необходимым условием для получения разрешения на ввод в эксплуатацию гидротехнических сооружений, на их эксплуатацию, реконструкцию, капитальный ремонт, восстановление, консервацию, ликвидацию. При составлении деклараций основное внимание уделяется выявлению опасностей, сценариям аварий и катастроф, количественной оценке риска аварий существующих гидросооружений, результатам расчета зон затопления в случае прорыва плотин, защитных сооружений, оценке ущербов, планированию мер по предупреждению аварий и повреждений.

Оценка риска в декларации основывается на анализе факторов безопасности, однако информация об этих факторах, как показала практика, в основном имеет качественный характер и, по мнению ряда специалистов, недостаточна для количественной оценки риска.

Основными задачами при анализе риска являются:

- получение объективной информации о состоянии ГТС;
- получение сведений о наиболее опасных «слабых» местах ГТС с точки зрения работоспособности и безопасности;
- разработка обоснованных рекомендаций по уменьшению риска аварий.

При анализе риска различают следующие основные этапы:

- планирование и организация работы;
- идентификация опасности;

- оценка риска;
- разработка рекомендаций по уменьшению риска аварий.

На этапе планирования и организации работ определяются причины и проблемы, вызвавшие необходимость проведения анализа риска аварии водного объекта, и дается его общее описание. Подбирается группа специалистов для проведения анализа риска, которые определяют цели и задачи проводимого анализа, обосновывают методы анализа и критерии приемлемого риска аварии водного объекта.

При идентификации опасностей определяются элементы, технические устройства, технологические процессы, требующие наиболее серьезного анализа. Результатом идентификации опасностей являются перечень нежелательных событий (их сценариев) и условий их возникновения, описание источников опасности и факторов риска, предварительная оценка опасностей и риска. Идентификация опасностей завершается одним из следующих действий: решением прекратить дальнейший анализ или решением о проведении более детального анализа опасности и оценки риска, выработкой предварительных рекомендаций по уменьшению опасности.

Проблема анализа и количественной оценки риска ГТС впервые была поднята в 70-х годах XX века. Особая активность в рассмотрении вопросов по риску аварий проявлялась начиная с 90-х годов прошлого столетия. В этот период было проведено множество международных семинаров и конгрессов, организованных ICOLD (ЮАР, Италия, Китай [3–5]), посвященных оценке безопасности плотин. Особо следует отметить, что в последние годы ни одно значимое международное научно-техническое событие в области гидротехники и водного хозяйства не обходится без докладов, посвященных разработке методов анализа и оценки риска, практическому приложению результатов исследований риска при проектировании, строительстве и эксплуатации плотинных гидроузлов и других гидротехнических сооружений.

При оценке риска ставятся следующие задачи:

- определение частот возникновения событий, инициирующих опасную (аварийную) ситуацию на ГТС;
- оценка последствий возникновения нежелательных событий;
- обобщение оценок риска.

Для определения частоты инициирующих и аварийных событий (ситуаций) используются статистические данные по аварийности и надежности, логические методы анализа (древа событий, древа отказов), имитационные модели, экспертные оценки.

Комитет по безопасности плотин ICOLD рекомендует оценивать риск в виде математического ожидания последствий реализации нежелательного события (как произведение вероятности отрицательного события и математического ожидания величины его последствий) или в виде определенной комбинации (сценария) вероятностей реализации и связанных с ним последствий. Таким образом, риск зависит от вероятности аварии сооружения и от ее последствий и нередко представляет собой существенную величину, даже если вероятность события очень мала.

Впервые в 2004 году в отечественной практике был введен СНиП 33-01-2003 [6], в который включены допускаемые количественные значения вероятностей (риска) возникновения аварий на сооружениях I-III классов, создающих напорный фронт.

Задача проектировщиков заключается в том, чтобы обеспечить после ввода водного объекта в эксплуатацию его соответствие требованиям безопасности. Традиционный подход к решению этой задачи основан преимущественно на детерминистическом методе предельных состояний (или предельного равновесия), который сводится, в принципе, к сравнению расчетных (детерминистических) показателей с их допустимыми (критериальными) значениями [6]. Расчетные показатели уточняются с помощью систем коэффициентов надежности (запаса) в соответствии с требованиями СНиП 33-01-2003. При этом определяются предельные состояния основания сооружений в отношении его несущей способности, деформаций, фильтрации и т. д. Определение главных показателей надежности сооружений методами предельных состояний (по I и II предельным состояниям) и сравнение их с предельно допустимыми позволяют принимать надежные конструктивные решения отдельных элементов и сооружения в целом [7]. Перечень показателей надежности приведен в работе В. Н. Щедрина и др. (2010) [7]. Такой подход к выбору конструктивных решений сооружений отличается значительной простотой, и за последние 60 лет средняя вероятность разрушений водохранилищных гидроузлов снизилась с  $10^{-4}$  до  $10^{-5}$  плотино-лет. В методах предельно-



го равновесия подразумевается, что недопущение предельных состояний обеспечивает допускаемые вероятности возникновения аварий на напорных гидротехнических сооружениях в зависимости от их класса, как указано в СНиП 33-01-2003 и работе В. Н. Щедрина и др. (2010) [6, 7]. Вероятность аварии здесь не абстрактная величина, а отражает современную реальность и получена по результатам обработки статистических данных. При обследовании эксплуатируемых напорных сооружений определяются диагностические показатели надежности, сравниваются с их критериальными значениями и устанавливается их уровень безопасности или риск аварии [7]. В настоящее время для количественной оценки риска аварии, уровня безопасности сооружений используются методики, разработанные научно-исследовательскими институтами ОАО «НИИЭС», ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», ФГУП ВНИИ «ВОДГЕО».

Термин «безопасность» является многосложным понятием, характеризующим свойство объекта, изменяющимся во времени. На практике этот термин часто отождествляется с надежностью напорных сооружений и выполнением ими функционального назначения. Однако в настоящее время главное внимание уделяется социально-экономическим аспектам и под безопасностью понимается обеспечение жизни, здоровья и законных интересов физических и юридических лиц, нормального состояния окружающей среды, хозяйственных объектов. Такой подход придает большое значение прогнозной оценке социальных и экономических потерь в результате аварий на гидротехнических сооружениях. Поэтому понятие «безопасность» гидротехнических сооружений, создающих напорный фронт, для более полной оценки, на наш взгляд, должно включать понятия надежности и риска аварий.

Риск аварий характеризует более полную характеристику опасности, включающую вероятность возникновения опасного события и оценку связанных с ним негативных последствий. Надежность работы гидротехнических сооружений означает выполнение ими функциональных (технологических) требований в течение нормативного срока службы. В настоящее время оценка безопасности базируется на основе концепции допустимого (приемлемого) риска с учетом надежности работы системы «сооружение – основание», которая определяется диагностическими показателями безопасности ГТС, представленными

в работе В. Н. Щедрина и др. (2010) [7]. Итоговая (обобщенная) оценка риска должна отражать реальное состояние ГТС с учетом показателей риска всех нежелательных событий, которые могут произойти. Итоговая (обобщенная) оценка риска основывается на результатах интегрирования показателей риска всех нежелательных событий (сценариев аварий) с учетом их взаимного влияния; анализа неопределенности и точности полученных результатов; анализа соответствия условий эксплуатации требованиям уровня, диагностических критериев безопасности – значениям приемлемого риска.

Разработка рекомендаций по уменьшению риска является заключительным этапом анализа риска. В рекомендациях представляются обоснованные меры по уменьшению риска, которые основаны на результатах оценок риска и могут иметь технический и (или) организационный характер. Решающее значение имеет общая оценка действенности и надежности мер, оказывающих влияние на риск, а также размер затрат на их реализацию.

Оценка эффективности предлагаемых мер уменьшения риска следующая: при заданных средствах необходимо обеспечить максимальное снижение риска эксплуатируемого ГТС или обеспечить снижение риска до приемлемого уровня при минимальных затратах.

Для определения приоритетности выполнения мер по снижению риска следует определить совокупность мер, которые могут быть реализованы при заданных объемах финансирования; ранжировать эти меры по показателю «эффективность – затраты»; обосновать и оценить эффективность предлагаемых мер по критериям диагностических показателей безопасности, определяющих надежность работы ГТС.

В общем случае при исследованиях риска возникновения аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях авторами предлагается блок-схема, включающая комплекс взаимосвязанных задач и представленная на рисунке 1.

### **Выводы**

1 Анализ и оценка риска аварий на эксплуатирующихся ГТС основываются на информации, к которой предъявляются следующие требования: полнота, достоверность, однородность, дискретность, своевременность и непрерывность.



**Рисунок 1 – Блок-схема основных задач исследований риска возникновения аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях**

2 Безопасность гидротехнических сооружений определяется итоговой (обобщенной) оценкой риска, которая основывается на результатах интегрирования показателей возможных опасных событий на ГТС, характеризующихся диагностическими показателями безопасности ГТС и определяющих их надежность, и негативных последствий (ущербов) от аварий.

3 Количественная оценка диагностических показателей безопасности и оценки риска аварий на эксплуатируемых ГТС дает возможность прогнозировать аварии на ГТС, оценивать его техническое состояние, уровень безопасности и принимать своевременные меры по снижению риска.

4 Опыт составления деклараций безопасности гидроузлов II, III и IV классов, разработанных сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПИМ» для Саратовской, Пензенской обл. (7 деклараций), ГУП «Управление «Башмелиоводхоз» (2 декларации), ООО «Севкавгипроводхоз» (3 декларации), подтвердил достоверность оценки риска аварий по методике, разработанной ФГУП ВНИИ «ВОДГЕО» и рекомендуемой для использования [8].

#### **Список использованных источников**

1 Стефанишин, Д. В. Оценка нормативной безопасности плотин по критериям риска / Д. В. Стефанишин // Гидротехническое строительство. – 1997. – № 2. – С. 44–47.

2 О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ: по состоянию на 28 декабря 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

3 Trans. of the 18-th Int. Congress on Large Dams, Durban, South Africa. – Durban, 1994.

4 Trans. of the 19-th Int. Congress on Large Dams, Florence, Italy, 26–30 May 1997. – Vol. 1, Q. 72. – Florence, 1997.

5 The use of risk analysis to support dam safety decisions and management // Trans. of the 18-th Int. Congress on Large Dams, Beijing, China, 19–22 September 2000. – Vol. 1, Q. 76. – Beijing, 2000.

6 Гидротехнические сооружения. Основные положения: СНиП 33-01-2003: утв. Госстроем России 30.06.03: введ. в действие с 01.01.04. – М.: ЦПП, 2004. – 30 с.

7 Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений мелиоративного назначения / В. Н. Щедрин [и др.]. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2010. – 88 с.

8 Методические рекомендации по оценке риска аварий гидротехнических сооружений и накопителей промышленных отходов / ФГУП ВНИИ ВОГЕО. – М., 2002.

**Е. И. Шкуланов, А. М. Кореновский**

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

## **ПРОБЛЕМЫ СТРАХОВАНИЯ ГТС МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

В статье проведен анализ наиболее проблемных вопросов страхования ГТС мелиоративного назначения. Рассмотрена существующая практика страхования гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии на ГТС. Описана методика расчета тарифных ставок обязательного страхования ГТС, разработанная ФГБНУ «РосНИИПМ». Предложено обратить внимание на наиболее эффективную модель страхования – взаимострахование гражданской ответственности владельцев ГТС.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение, гражданская ответственность, страхование, авария, оценка ущерба.

Объектом страхования гражданской ответственности ГТС (источника повышенной опасности) является имущественный интерес, связанный с обязанностью собственника этого источника в соответствии с гражданским законодательством возместить вред, причиненный третьим лицам.

В связи с отсутствием статистических данных по страховым выплатам, рискам аварий, ущербам (в денежном выражении), полученным в результате аварии на ГТС, страхование ГТС предложено относить к «другим видам страхования» в соответствии с распоряжением Росстрахнадзора от 8 июля 1993 г. № 02-03-36 [1], для которых коэффициент страхования принимается равным 0,7 (отношение средней выплаты страхователю к средней страховой сумме, т. е. этот коэффициент принимается таким же, как для автострахования).

Анализ расчетов по страхованию показал, что данный коэффициент завышен и влечет за собой повышение тарифных ставок при страховании гражданской ответственности собственников ГТС и это напрямую отражается на финансовом состоянии собственников.

Данный вопрос требует научного обоснования и проведения дальнейших исследований для установления оптимального (учитывающего интересы страхователя) страхового коэффициента. Для примера: коэффициент медицинского страхования и от несчастных случаев равен 0,3, коэффициент страхования средств наземного транс-

порта – 0,4, средств воздушного и водного транспорта – 0,6, грузов и имущества – 0,5, других видов ответственности – 0,7 и более.

Опыт страхования ГТС описан в статье А. В. Шевчука (зам. начальника управления Росводресурсы) [2]. Минприродой РФ в 2003 году были заключены договоры страхования риска гражданской ответственности при аварии на ГТС сроком на 1 год по 51 объекту. Объем взносов (страховой премии) составил 10 млн руб. Страховых случаев не состоялось. В статье также отмечается, что имеется практика страхования объектов ГТС Невско-Ладожским БВУ и ФГУ «Балтводхоз» по 500 объектам.

ФГБНУ «РосНИИПМ» рекомендует государственное страхование со специализацией по гидротехническим сооружениям и взаимное страхование ГТС с функцией превенции. Общество взаимострахования должно быть некоммерческого типа, каждый страхователь должен являться членом-пайщиком этого общества. Страховой фонд должен использоваться не только для погашения ущерба, причиненного третьим лицам в результате аварии на ГТС, но и для обеспечения безопасной и надежной работы сооружений (выполнения ремонтных работ, модернизации и т. д. – функция превенции). В настоящее время в РФ отсутствует правовая база для деятельности обществ взаимного страхования. В то же время за рубежом общества взаимного страхования являются крупными хозяйствующими субъектами регионального, национального и международного страховых рынков. При таком виде страхования страховой фонд будет работать на собственника ГТС.

Обычно страхование происходит в следующей последовательности: страхователь (собственник ГТС) платит страховщику (страховой организации) взнос в соответствии с тарифной ставкой. Тарифная ставка определяется страховой суммой. Страховая сумма – это денежное выражение вреда, который, возможно, будет причинен третьим лицам в случае аварии ГТС.

При расчете страховых сумм используется методика определения размера вреда, причиненного третьим лицам в результате аварии на ГТС, предложенная МЧС РФ (РД 03-626-03) [3]. На наш взгляд, данная методика чрезмерно усложнена тем, что требует проведения большого объема изыскательских и других видов работ на территориях, подверженных опасности. И к тому же расчет страховых сумм

по этой методике дает заоблачные значения. Этот вопрос дополнительно требует глубокого обоснования и проработки.

Следует отметить, что порядок и условия осуществления страховых выплат представляют собой очень сложную процедуру. При обращении за выплатой страхового возмещения страховщиком должно быть предоставлено множество различных документов. Признание случая страховым и определение размера выплат производится страховщиком на основании решения судебных органов о взыскании со страхователя ущерба, причиненного третьим лицам. Пострадавшие физические и юридические лица также должны представить множество различных документов страховщику. При взаимостраховании порядок и условия осуществления страховых выплат значительно упрощаются.

В настоящее время действует Федеральный закон № 225-ФЗ от 27 июля 2010 г. «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте» [4], который непосредственно относится к гидротехническим сооружениям мелиоративного назначения. При этом анализ современного состояния, становления и развития страхования ГТС показал, что, несмотря на практическую потребность, в настоящее время пока не разработана методология страхования ГТС, отсутствуют научно обоснованные методики и практические рекомендации, способствующие эффективной реализации идеи. В частности, не разработаны научные основы обеспечения эффективности и устойчивости операций страхования ГТС, в том числе в реальных условиях информационного обеспечения, а существующие методы актуарных расчетов требуют адаптации и научного сопровождения применительно к специфике страхования ГТС. Кроме того, не разработаны механизмы организации массового страхования ГТС, отсутствует регламент страхования, нет смыслового единства толкования основных понятий страхования применительно к специфике страхования ГТС и с ее учетом и многое другое. Такое состояние проблемы объясняется, с одной стороны, ее сложностью, а с другой – начальным этапом становления страхования ГТС.

Среди основных проблем страхования можно выделить следующие:

- страховые компании не дают пояснений относительно страхования ГТС, находящихся на разных стадиях жизненного цикла сооружения, т. е. строящихся, вводимых в эксплуатацию, ремонтируемых, выводимых из эксплуатации и т. д.;

- принимаемое априори значение отношения средней выплаты к средней страховой сумме  $S_b/S \geq 0,7$  явно завышено;

- коэффициент  $\gamma$  (зависит от гарантии страховщика, в соответствии с ним назначается коэффициент  $\alpha$ , он в конечном итоге определяет рисковую надбавку) принимается волевым решением страховщика и четко не регламентирован;

- страховые компании принимают допущение о том, что «опустошительных событий не будет и одно событие не повлечет за собой несколько страховых случаев»;

- не учитываются прогнозируемые риски (например недополучение урожая или продукции от вынужденного простоя предприятия по причине аварии на ГТС);

- не проработан вопрос об экспертных комиссиях (численность, квалификация, принадлежность и т. д.);

- не регламентирована принадлежность страховой компании, т. е. частная или государственная;

- ГТС не страхуется как субъект имущественного права, являясь при этом объектом капитального строительства.

Последующие исследования должны быть направлены в русло дальнейшего изучения общеэкономических проблем страхования ГТС, совершенствования методологии обеспечения финансовой устойчивости страховых операций. В частности, большой интерес представляют постановка и решение задачи выбора оптимальной стратегии страхования ГТС с учетом затрат на аудит.

### **Список использованных источников**

1 Методика расчета тарифных ставок по рисковым видам страхования: утв. распоряжением Росстрахнадзора от 8 июля 1993 г. № 02-03-36 // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

2 Шевчук, А. В. Вопросы страхования гражданской ответственности владельцев ГТС / А. В. Шевчук // Экономика природопользования. – 2005. – № 3. – С. 12–14.



3 Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения: РД 03-626-03: утв. МЧС России и Госгортехнадзором России 15.08.03 // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

4 Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте: Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 225-ФЗ: по состоянию на 28 декабря 2013 г. // Гарант Эксперт 2014 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2014.

УДК 626/627.004.62/.63

**Е. И. Шкуланов, А. М. Кореновский**

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

## **ФИЗИЧЕСКИЙ ИЗНОС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ: ЕГО СУЩНОСТЬ И РАСЧЕТ**

В статье перечислены причины возникновения физического износа, определены основные параметры, влияющие на безопасность работы сооружений. Приведены три характерных периода физического износа в процессе цикла изменения технического состояния ГТС: период приработки, деформаций, повышенного износа; период нормальной эксплуатации; период ускоренного износа. Рекомендованы количественные и качественные критерии диагностических показателей, научно обоснованное применение которых позволит более эффективно оценивать износ и на этой основе разрабатывать рациональную планово-предупредительную систему их технического обслуживания и ремонта.

Ключевые слова: физический износ, гидротехнические сооружения, грунтовые плотины, каналы, туннели.

Для оценки износа и технического состояния гидротехнических сооружений мелиоративного назначения широко применяются визуальные и инструментальные обследования. В связи с этим возникает необходимость в установлении диагностических показателей, с помощью которых можно было бы объективно оценить физический износ и определить его количественное значение. В существующих нормативных документах этот вопрос частично проработан для гражданских и промышленных зданий. Для ГТС мелиоративного назначения диагностические показатели для оценки физического износа не разработаны.

Как показали наблюдения и обследования, проведенные сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» с 2008 по 2014 г., в процессе эксплуатации конструкций ГТС мелиоративного назначения происходит циклическое изменение их надежности и безопасности, что связывается с изменчивостью величин нагрузок и изменением несущей способности вследствие различных повреждений. При снижении надежности конструкций ГТС до определенного уровня в них будут наблюдаться необратимые повреждения: трещины, потеря устойчивости, пластические деформации, коррозионные повреждения и т. д.

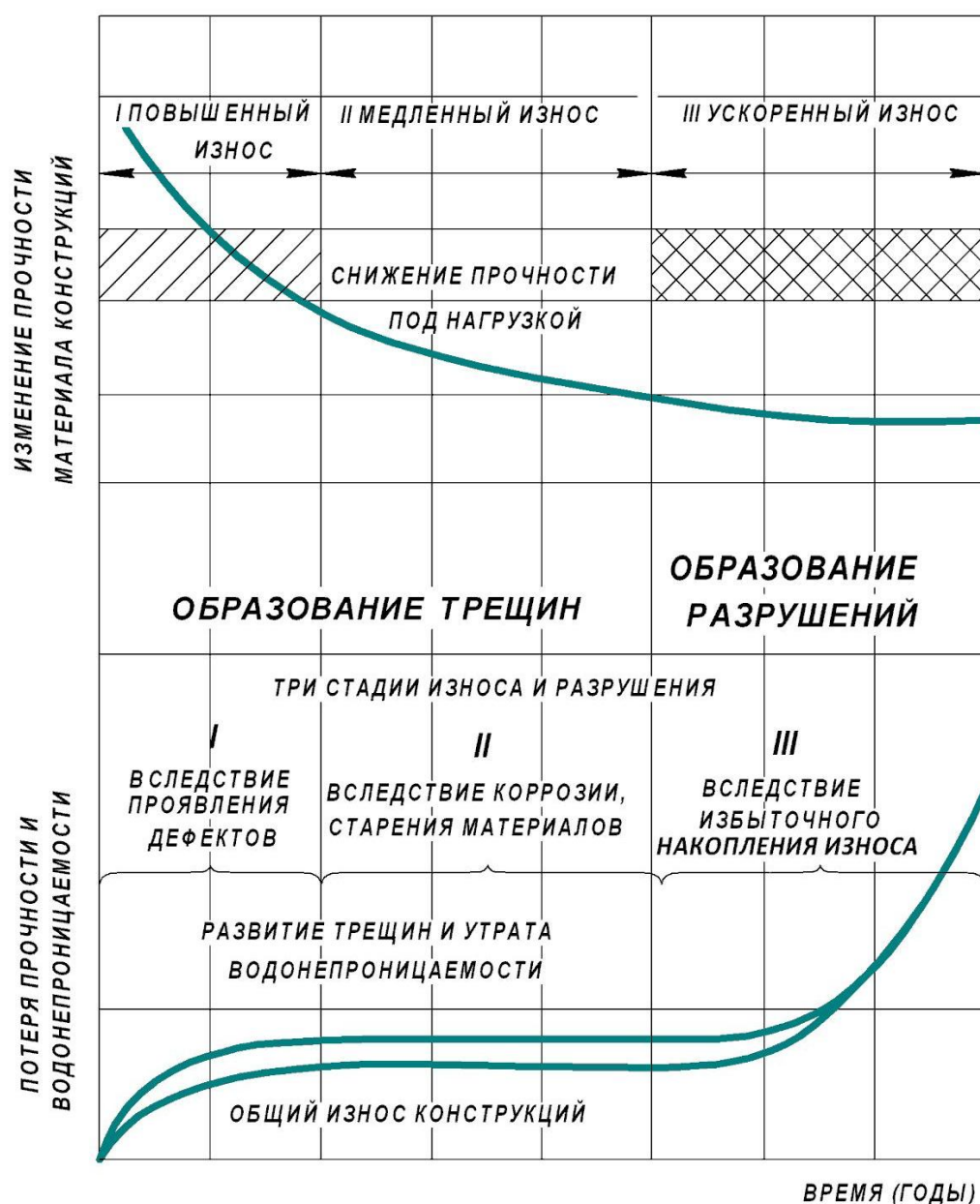
Проведенные исследования показали также, что сооружения при эксплуатации подвергаются многочисленным природным и технологическим воздействиям, которые учитываются в проекте при выборе материалов, конструкций и т. д. Однако на практике почти всегда имеются отклонения от проекта, и характеристики материалов и конструкций могут отличаться от установленных стандартами, в результате чего суммарное воздействие многих факторов может привести к ускоренному износу сооружений. Для правильного определения наиболее значимых диагностических показателей необходимо знание процесса воздействия внешних и внутренних факторов на процесс физического износа. На рисунке 1 в формализованном виде (ввиду действия множества независимых процессов в конструкциях и сооружениях в целом) представлено воздействие внешних и внутренних факторов на процесс износа.

Несмотря на индивидуальность каждого гидротехнического сооружения в целом, в процессе цикла изменения технического состояния в процессе эксплуатации можно выделить три характерных периода физического износа (рисунок 1).

Первый период – период приработки, деформаций, повышенного износа. Этот период непродолжителен, во время него производится так называемый послеосадочный ремонт. В первом периоде, когда происходит большое количество отказов отдельных элементов сооружений, ведущая роль принадлежит показателю надежности – безотказности. Продолжительность этого периода для гидроузлов составляет 5–7 лет, для других сооружений 3–5 лет.

Второй период – период нормальной эксплуатации. Это период медленного износа, во время которого накапливаются необратимые деформации, приводящие к структурным изменениям материала со-

оружений и медленному его разрушению. Продолжительность этого периода составляет 40–60 лет.



**Рисунок 1 – Воздействие внешних и внутренних факторов на процесс износа**

Третий период – период ускоренного износа, когда он достигает критического значения и возникает вопрос о целесообразности ремонта или ликвидации сооружения.

Выделенные три периода дополняют суждения и научные работы авторов, занимающихся изучением свойств и природы износа [1–4].

В общем случае (ввиду многообразия конструкций и степени сложности инженерных решений того или иного сооружения) состав

контролируемых диагностических показателей, влияющих на физический износ ГТС мелиоративного назначения, приведенный в монографии В. Н. Щедрина [5], и фиксируемых визуальными и инструментальными обследованиями, следующий:

- для грунтовых плотин (дамб):

а) осадки гребня и основания;

б) горизонтальные смещения гребня (берм);

в) фильтрационные (пьезометрические) напоры в области фильтрации;

г) положение поверхности депрессии фильтрационного потока;

д) фильтрационный расход через плотину и основание;

е) градиенты фильтрационных напоров в теле плотины, на противофильтрационных элементах, в основании;

ж) превышение гребня плотины над уровнем воды в водоеме;

и) проявления очагов сосредоточенной фильтрации, суффозии грунта, трещин и просадок грунта, повреждений волновых креплений откосов, заилений дренажных устройств;

- для бетонных и железобетонных плотин:

а) напряжения и деформации в теле плотины и в основании;

б) усилия в арматуре в ответственных, несущих нагрузку железобетонных элементах;

в) противодействие воды в основании на подошву плотины;

г) фильтрационные расходы, напоры и градиенты напоров в областях фильтрации;

д) осадки плотины и основания;

е) горизонтальные перемещения гребня;

ж) раскрытия швов и трещин;

и) размывы и пульсации давлений воды в нижнем бьефе;

к) проявления трещинообразования, деструктивных разрушений бетона;

- для туннелей:

а) усилия в арматуре облицовок и в анкерах крепления стенок и сводов;

б) фильтрационное и горное давление на облицовку;

в) деформации стенок и сводов (конвергенция);

- для подпорных стенок:

а) осадки;

- б) горизонтальные перемещения и наклоны;
- в) усиления в арматуре;
- г) боковое давление грунта обратных засыпок;
- д) фильтрационные напоры, дренажные расходы в массивах обратных засыпок (для стенок, работающих под напором воды);

- для каналов:

- а) осадка дамб, ограждающих русло канала;
- б) поверхность депрессии фильтрационного потока через дамбы;
- в) фильтрационные потери, коэффициент полезного действия;
- г) проявления повреждений крепления внутренних откосов дамб, локальных оползней, размывов и просадок грунта откосов.

Предельные значения показателей состояния и их перечень уточняются при сдаче сооружения в эксплуатацию и в процессе эксплуатации на основе данных по технологии возведения сооружения, конструктивных изменений, внесенных в процессе строительства, результатов натурных наблюдений, а также на основе контрольных расчетов, выполненных с использованием уточненных характеристик свойств материалов сооружения и его основания.

Предельные значения показателей состояния рекомендуется уточнять на основе модельных исследований, натурных данных и на основе анализа состояния сооружений аналогичной конструкции, достигавших предельных состояний первой группы (по непригодности к эксплуатации) или второй группы (по непригодности к нормальной эксплуатации).

На практике, вследствие отсутствия проектных данных либо невозможности фиксации всех вышеперечисленных диагностических показателей, авторами данной статьи предлагаются наиболее значимые комплексные диагностические показатели и их соотношения для оценки физического износа, представленные в таблице 1.

В общем случае износ сооружений по диагностическим показателям будет определяться по формуле:

$$И = \left(1 - \frac{\Pi}{\Pi_{\text{тр}}}\right) \times 100,$$

где  $\Pi$  – диагностический показатель, зафиксированный при обследовании;

$\Pi_{\text{тр}}$  – диагностический показатель, требуемый по нормативной документации.

**Таблица 1 – Диагностические показатели для оценки износа ГТС мелиоративного назначения**

Показатель	Значение	Примечание
1	2	3
Превышение отметки гребня сооружений, создающих напорный фронт, над уровнем воды в водотоке, водоеме (пруде или водохранилище) расчетной обеспеченности	$H_{гр} - (H_{p\%} + \Delta h_{set} + h_{run1\%}) > 0,5 \text{ м}$	$H_{гр}$ – отметки гребня; $H_{p\%}$ – отметка уровня воды расчетной обеспеченности; $\Delta h_{set}$ – ветровой нагон воды в верхнем бьефе; $h_{run1\%}$ – высота наката ветровых волн обеспеченностью 1 %
Фильтрационная устойчивость грунта тела сооружения	$\frac{J_{дк}}{J} \geq 1,0$	$J_{дк}$ – допустимый контролирующий градиент; $J$ – действительный градиент
Пропускная способность водосбросных сооружений	$\frac{Q_{вод.соор}^{max}}{Q_{p\%}} \geq 1$	$Q_{вод.соор}^{max}$ – максимальная пропускная способность сооружения; $Q_{p\%}$ – расчетная пропускная способность сооружения заданной обеспеченности
Пропускная способность водозабора (водоспуска)	$\frac{Q_{тр.вод}}{Q_{соор}} \leq 1$	$Q_{тр.вод}$ – требуемый расход по графику водоподачи; $Q_{соор}$ – пропускная способность сооружения
Устойчивость грунта основания сооружения на механическую суффозию	$\frac{V_{суф}}{V_{вых}} > 1$	$V_{суф}$ – допустимая выходная скорость механической суффозии грунта сооружения основания; $V_{вых}$ – действительная выходная скорость фильтрационного потока
Статическая устойчивость откосов	$\frac{K_3}{K_д} \geq 1,0$	$K_3$ – коэффициент запаса устойчивости откосов; $K_д$ – допустимый коэффициент устойчивости
Прочность грунта основания	$\frac{R_H}{R} > 1$	$R_H$ – нормативное допустимое напряжение; $R$ – действительное напряжение на грунт основания

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Обеспечение надежности системы «сооружение – основание»	$\frac{R_{н.с.}}{\gamma_n \gamma_{lc} F} \geq 1$	$R_{н.с.}$ – допустимое нормативное значение обобщенной несущей способности; $F$ – значение обобщенного силового воздействия; $\gamma_n$ – коэффициент надежности по ответственности сооружения; $\gamma_{lc}$ – коэффициент сочетания нагрузок
Условие неразмываемости	$\frac{V_{\Delta_{нн.до}}}{V_{\Delta_{нн.до}}} \geq 1$ $\frac{V_{н.доп}}{V_{н.ср}} \geq 1$	$V_{\Delta_{нн.до}}$ – допускаемая (неразмывающая) донная скорость потока в точке; $V_{\Delta_{нн.до}}$ – действительная донная скорость потока в точке; $V_{н.доп}$ – допускаемая (неразмывающая) средняя скорость потока; $V_{н.ср}$ – средняя скорость потока
Условие незаиляемости	$\frac{V_{нез}}{V_{н.ср}} \geq 1$	$V_{нез}$ – допускаемая (незаиляющая) средняя скорость потока; $V_{н.ср}$ – средняя скорость потока (должна быть > 0,3 м/с)
Условие незарастаемости	$V_{н.ср} > 0,5-0,6$	$V_{н.ср}$ – средняя скорость потока, м/с
Примечание – В числителе – нормативные значения диагностических показателей для оценки износа; в знаменателе – значения измеренных диагностических показателей для оценки износа.		

В настоящее время эксплуатация гидротехнических сооружений ведется без учета количественных показателей физического износа, которые с успехом применяются в гражданском строительстве. Мероприятия по повышению надежности и долговечности мелиоративных сооружений должны основываться на накоплении опыта проектирования, строительства и эксплуатации сооружений, поэтому в настоящее время необходимо наладить систему сбора и обработки статистической информации по физическому износу сооружений. Научно обоснованные диагностические показатели для оценки износа ГТС мелиоративного назначения позволят более эффективно оценивать износ и на этой основе разработать рациональную планово-предупредительную систему их технического обслуживания и ремонта.

### **Список использованных источников**

1 Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений: справ. пос. / М. Д. Бойко [и др.]; под ред. М. Д. Бойко. – М.: Стройиздат, 1993. – 208 с.

2 Мирцхулава, Ц. Е. Надежность гидромелиоративных сооружений / Ц. Е. Мирцхулава. – М.: Колос, 1974. – 280 с.

3 Порывай, Г. А. Предупреждение преждевременного износа зданий / Г. А. Порывай. – М.: Стройиздат, 1979. – 284 с.

4 Реконструкция зданий и сооружений: учеб. для вузов / А. Л. Шагин [и др.]; под ред. А. Л. Шагина. – М.: Высшая школа, 1991. – 352 с.

5 Щедрин, В. Н. Безопасность гидротехнических сооружений мелиоративного назначения / В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, Е. И. Шкуланов. – М.: «Росинформагротех», 2011. – 268 с.

УДК 626.82.004:65.012.2

**А. С. Штанько**

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

## **АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАНИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье проведен анализ используемой в настоящее время технологии планирования и реализации водопользования на оросительных системах Ростовской области в условиях дефицита водных ресурсов. В ходе исследований были рассмотрены орга-



низационно-хозяйственные условия реализации, основные положения и общий алгоритм используемой технологии планирования водопользования. В результате исследований установлены современные особенности функционирования оросительных систем, влияющие на процесс планирования водопользования, и выявлены недостатки используемой в настоящее время технологии планирования и реализации водопользования. Полученные результаты будут использованы при разработке направлений совершенствования используемой технологии планирования водопользования.

Ключевые слова: оросительная система, водопользование, планирование, лимит, внутривладельческий план, системный план, дефицит водных ресурсов.

В орошаемом земледелии использование воды является сложным процессом, состоящим из комплекса мероприятий, направленных на рациональное использование водных ресурсов и орошаемых земель в соответствии с планами водопользования. Недостаточное или излишнее количество воды, поданное на полив возделываемых сельскохозяйственных культур, приводит к снижению их урожайности и увеличению дополнительных затрат по эксплуатации гидромелиоративных систем [1]. Распределение и использование воды во всех звеньях оросительной системы осуществляют на основе информации о спросе на воду. Планирование водопользования и водораспределения проводится «снизу вверх», начиная от поливного контура и заканчивая точкой водозабора в магистральный канал [2, 3].

Решение задачи планирования водопользования осложняется тем обстоятельством, что хозяйства, непосредственно использующие воду на полив, административно не подчиняются службам эксплуатации оросительных систем, а взаимодействуют с ними на уровне обмена информацией в виде внутривладельческих планов водопользования, оперативных заявок на воду и отчетов об использовании воды. Так как водопотребители являются независимыми собственниками, то у руководства оросительной системы нет возможностей значительно влиять на решения, принимаемые руководителями в плане выбора и размещения культур.

При планировании водопользования филиалы управлений эксплуатации оросительных систем руководствуются нормативными документами регионального уровня, регламентирующими правила составления и проведения внутривладельческих и системных планов водопользования, в которых учтены климатические особенности и уровень технического развития оросительных систем. Такими документами являются «Временные рекомендации по составлению и реализации планов водопользования на оросительных системах Ростов-

ской области» [4] и «Методические указания по составлению планов водопользования для оросительных систем» для условий Средней Азии [5].

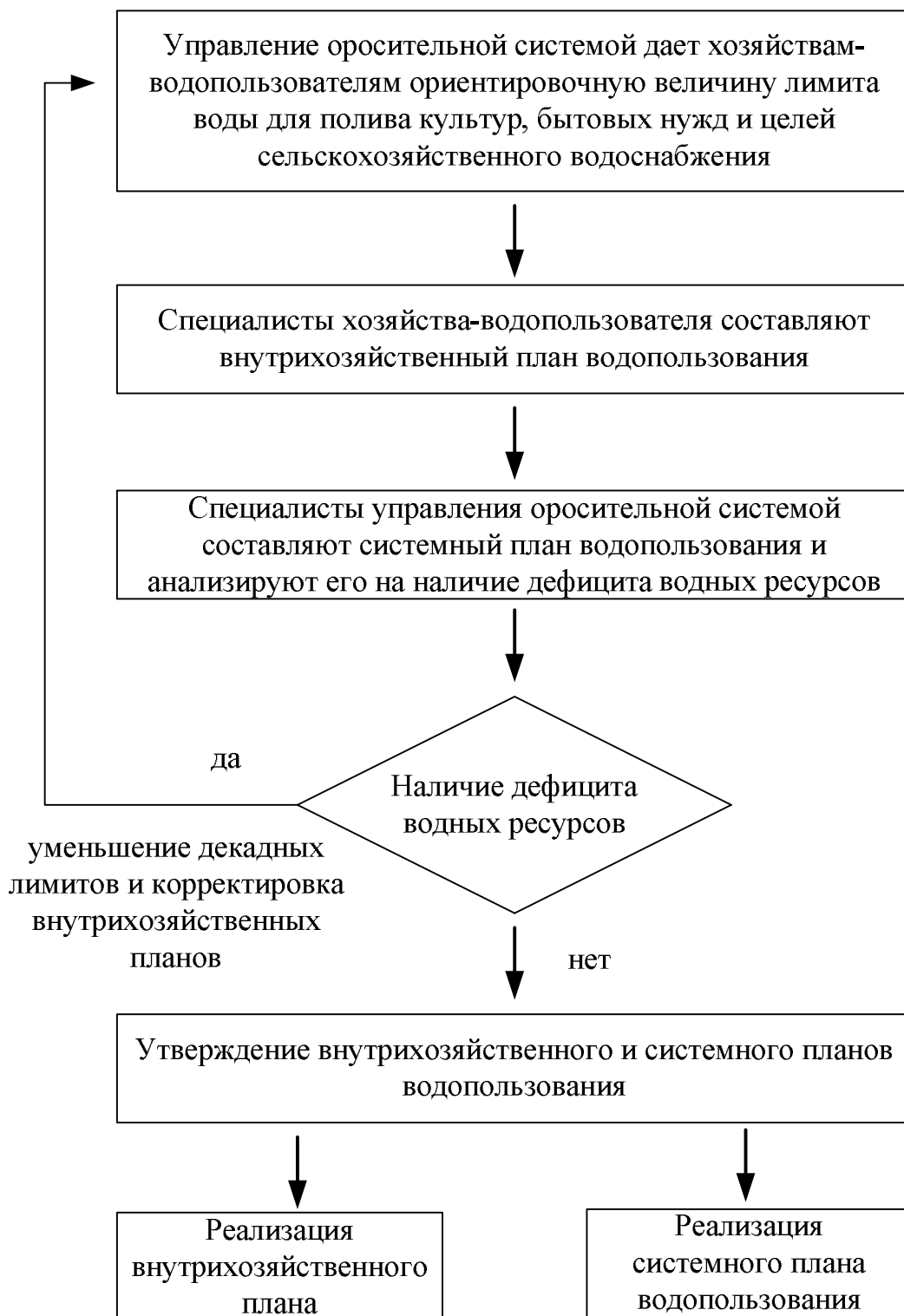
Данные документы содержат последовательность составления и реализации внутриводопользовательского и системного планов водопользования, таблицы и формы для представления материалов по составлению планов водопользования и основные положения для определения общего коэффициента полезного использования оросительной воды как в отдельном хозяйстве, так и оросительной системе в целом. Кроме этого «Временные рекомендации по составлению и реализации планов водопользования на оросительных системах Ростовской области» включают анализ литературных источников по состоянию водопользования на оросительных системах Российской Федерации, стран ближнего и дальнего зарубежья. В общем виде технология планирования и реализации водопользования в соответствии с указаниями данных документов может быть представлена в виде блок-схемы (рисунок 1). На первом, втором и третьем этапах предусматривается предварительное планирование водопользования. На четвертом и пятом этапах, которые проводятся параллельно и взаимосвязано, – реализация принятых планов водопользования.

На первом этапе управление оросительной системы дает хозяйствам-водопользователям ориентировочную величину лимита воды для полива культур, бытовых нужд и целей сельскохозяйственного водоснабжения. Лимит водопотребления должен устанавливаться из расчета полной потребности расхода воды для орошения сельскохозяйственных культур на данном участке в определенных климатических условиях с учетом хозяйственных и коммунальных нужд, исходя из возможной водообеспеченности источника орошения. Примерный лимит может быть определен представленным в рекомендациях расчетным методом или на основе многолетних данных о фактической величине подачи воды каждому хозяйству с учетом влагообеспеченности текущего года.

На втором этапе специалисты хозяйства-водопользователя составляют внутриводопользовательский план водопользования, который включает в себя:

- план подачи воды в хозяйство;

- план распределения оросительной воды по внутрихозяйственной сети;
- план полива сельскохозяйственных культур и проведения эксплуатационных мероприятий.



**Рисунок 1 – Блок-схема технологии планирования и реализации водопользования на оросительных системах**

Внутрихозяйственный план водопользования, оформленный в соответствии с требованиями рекомендаций, передается в управление оросительной системы.

На третьем этапе специалисты управления оросительной системы составляют системный план водопользования и анализируют его на наличие дефицита водных ресурсов. При наличии существенного дефицита производятся уменьшение лимитов и корректировка внутрихозяйственных планов водопользования. После корректировки внутрихозяйственных планов водопользования снова проверяется баланс водораспределения, и системный и внутрихозяйственные планы водопользования утверждаются и принимаются к реализации.

На четвертом этапе предусматривается реализация внутрихозяйственного плана водопользования, которая производится путем составления специалистами хозяйств декадных оперативных графиков за 2–4 дня до начала календарной декады. Оперативные графики составляются на основе плановых расходов воды с учетом состояния посевов, влажности почвы, организационно-хозяйственных возможностей. Если в результате хозяйству требуется увеличить подачу воды по сравнению с предусмотренной планом, то ему необходимо за 3–4 дня до начала декады представить в управление оросительной системы обоснованную заявку на дополнительное количество воды. Увеличить декадный лимит можно за счет резерва, имеющегося в системе, или не использованной в данной декаде другими хозяйствами воды.

На пятом этапе, проводящемся параллельно с четвертым, осуществляется реализация системного плана водопользования, которая производится путем распределения воды по системе на основе диспетчерского управления. В ходе реализации системного плана водопользования рекомендациями предусматривается его корректировка при условии изменения основных исходных данных полива:

- большие отклонения в изменении размеров и состава площадей сельскохозяйственных культур от установленного фактического сева;

- устойчивое отклонение водоносности источника орошения от показателей, принятых для расчетного года.

Корректировка системного плана водопользования производится путем пропорционального сокращения или увеличения плановых

значений расходов на водовыделах в хозяйства по представленной в рекомендациях методике.

К недостаткам рассмотренных рекомендаций можно отнести следующее:

- отсутствие положений о порядке оптимизации внутриводопользовательского плана водопользования на третьем этапе в случае необходимости его корректировки при наличии дефицита водных ресурсов;

- применение пропорционального сокращения плановых значений расходов, проводимого в ходе корректировки системного плана водопользования в условиях дефицита водных ресурсов на этапе реализации системного плана водопользования. Указанный подход не учитывает величину потерь урожайности конкретных сельскохозяйственных культур от недополива и не позволяет добиться минимума возможного ущерба из-за нехватки оросительной воды.

На практике процесс формирования системного плана водопользования достаточно трудоемкий и длительный по времени. Задача отдела водопользования состоит в комплектовании системного плана на основе внутриводопользовательских планов водопользования, поступивших в управление от хозяйств. План водопользования должен быть увязан с режимом источника орошения, это является основным лимитирующим фактором на маловодных оросительных системах. При составлении системного плана водопользования учитываются наличие и техническое состояние поливной техники, пропускная способность и КПД каналов оросительной сети, конструктивные особенности и производительность головного сооружения системы. Принимаются во внимание и план эксплуатационных мероприятий (ремонт каналов, сооружений, насосных станций и т. д.), технология выращивания сельскохозяйственных культур, трудовые и энергетические ресурсы, правовые и экологические факторы. План забора воды в систему определяют посредством суммирования данных внутриводопользовательских планов водопользования для вододелительных узлов. Полученные расходы увязывают с расходами, которые может обеспечить источник орошения. Баланс водораспределения считается увязанным, если отклонения значений этих величин не превышают 5 %. Сведение баланса водораспределения связано с большим количеством вычислений, необходимостью имитационного и математического моделирования. На практике такие расчеты практически не производят.

На этапе планирования водопользования на оросительной системе невозможно заранее предусмотреть и учесть динамику развития всех многочисленных факторов метеорологического, гидрологического и хозяйственного характера, которые в конечном итоге определяют фактические результаты водохозяйственной деятельности управлений оросительных систем. Поэтому на этапе реализации планов водопользования проводится их корректировка. Основными причинами отступления от плана водопользования являются:

- изменение в структуре посевных площадей;
- изменение водообеспеченности источника орошения;
- выпадение большого количества осадков либо засуха;
- аварийная ситуация.

На практике в период поливного сезона план водопользования корректируется условно. Это вызвано громоздкостью и долговременностью процедуры корректировки, сложностью расчетов и отсутствием каких-либо инструментальных средств, обеспечивающих автоматизацию счетных работ. При значительных отклонениях прогнозируемой водообеспеченности источника орошения от фактической, существенном изменении структуры посевных площадей план водопользования должен быть пересчитан полностью, однако на практике это почти не соблюдается.

План водопользования, который не согласован с режимом источника орошения, не уточнен в части структуры орошаемых площадей и не откорректирован в зависимости от складывающихся климатических или технических факторов, не может быть актуальным и способствовать эффективному использованию ресурсов оросительных систем. Такие результаты планирования водопользования объясняются не только отсутствием методов расчета, увязки и корректирования планов, но и значительным объемом вычислений, полным отсутствием инструментов информационной и технологической поддержки специалистов управлений оросительных систем.

### **Список использованных источников**

1 Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России: моногр. / под общ. ред. В. Н. Щедрина. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. – 342 с.

2 Мирзаев, Н. Управление водой на ирригационных системах / Н. Мирзаев, И. Эргашев. – Ташкент: ИВМИ-НИЦ МКВК, 2009. – 119 с.

3 Интегрированное управление водными ресурсами: руководство / Н. Н. Мирзаев [и др.] // Управление водой на ирригационных системах. – Ташкент, 2011. – Т. II. – С. 124.

4 Временные рекомендации по составлению и реализации планов водопользования на оросительных системах Ростовской области / В. И. Ольгаренко [и др.]. – Коломна: Инлайт, 2009. – 104 с.

5 Бочарин, А. В. Методические указания по составлению планов водопользования для оросительных систем / А. В. Бочарин, И. Я. Жабина. – Ташкент, 1980. – 102 с.

*Научное издание*

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник научных трудов

Выпуск 55

Подписано в печать 10.11.2014. Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л. 9,76. Тираж 500 экз. Заказ № 28.

ФГБНУ «РосНИИПМ»  
346421, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 190

Отпечатано с готового оригинал-макета  
ИП Белоусов А. Ю.  
346421, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 190 «Е»