

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

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

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник статей

Выпуск 39

Часть I

Новочеркасск 2008

УДК 631.587

ББК 41.9

П 78

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В.Н. Щедрин (ответственный редактор), В.Я. Бочкарев,  
Ю.М. Косиченко, С.М. Васильев, Т.П. Андреева (секретарь)

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.И. Ольгаренко – заведующий кафедрой «Эксплуатация  
мелиоративных систем» ФГОУ ВПО «НГМА», засл. деятель  
науки РФ, чл.-кор. РАСХН, д-р техн. наук, профессор;

В.В. Бородычев – руководитель ВКО ГНУ «ВНИИГиМ»,  
чл.-кор. РАСХН, д-р с.-х. наук, профессор

**Пути повышения эффективности орошаемого зем-**  
П 78 **леделия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ» / Под ред.**  
В.Н. Щедрина. – Новочеркасск: ООО «Геликон»,  
2008. – Вып. 39. – Ч. I. – 130 с.

Сборник статей подготовлен ФГНУ «РосНИИПМ» по материа-  
лам научно-практического семинара «Современные проблемы органи-  
зации и метрологического обеспечения водоучета на оросительных  
системах с учетом перехода на международную систему стандартиза-  
ции ИСО» (17-18 июня 2008 г.).

Выпуск 39

Часть I

УДК 631.587

ББК 41.9

ISBN

© ФГНУ «РосНИИПМ», 2008

© Оформление. ФГНУ  
«РосНИИПМ», 2008

## СОДЕРЖАНИЕ

Щедрин В.Н., Ильинская И.Н. Анализ водопользования в сельском хозяйстве Российской Федерации.....	5
Бочкарев В.Я. Проблемы и тенденции развития национальной системы стандартизации и метрологии в области организации водоучета на оросительных системах.....	9
Ильинская И.Н., Шкодина О.П. Россия в Международной системе стандартизации.....	14
Селюков В.И. Особенности организации водоучета на оросительных системах в соответствии с требованиями Международной системы стандартизации ИСО.....	21
Бочкарев В.Я. Оптимизация точности измерения параметров водоучета на оросительных системах.....	26
Воеводин О.В., Слабунов В.В. Анализ правового и нормативно-методического обеспечения в сфере эксплуатации гидромелиоративных систем.....	32
Ольгаренко В.И., Ольгаренко И.В. Использование водных ресурсов на оросительных системах.....	39
Ольгаренко И.В. Плановое водопользование на оросительных системах.....	45
Ольгаренко И.В. Методы системного анализа при планировании водопользования.....	50
Ханмагомедов С.А. Методика расчета затрат на оказание услуг по подаче воды для орошения и сельскохозяйственного водоснабжения.....	56
Ханмагомедов С.А., Бородаева Е.А., Сергеева Т.В. Результаты анализа методических подходов к прогнозированию развития АПК.....	62
Капустян А.С., Юченко Л.В. Организация службы эксплуатации гидромелиоративных систем.....	68
Слабунов В.В., Воеводин О.В., Жук С.Л. Организация системы менеджмента качества в службах эксплуатации оросительных систем.....	74
Кожанов А.Л., Бакоев С.Ю. Повышение эффективности водопользования за счет применения систем периодического орошения.....	81

Варичев М.А. Новый способ вычисления расхода воды по методу «скорость-площадь».....	88
Лозовой В.Н., Васильченко А.П. Качественное водоснабжение – основа здоровья сельского населения в России .....	97
Миронов В.И., Литвинова Н.В., Миронов А.В. Коллекторно-дренажные системы: прошлое, настоящее, будущее.....	104
Васильев А.М. Перспективные направления сохранения водных ресурсов.....	109
Пацера А.А. Анализ технологических способов очистки вод оросительных систем Ростовской области .....	113
Гостищев В.Д., Яровой В.А., Осипенко Д.А., Рощина Ж.В. Инженерные изыскания для эксплуатационной планировки рисовых чеков на Нижне-Маньчской оросительной системе .....	117
Щедрин М.А. Определение характеристик эксплуатационной надежности противозрозионных сооружений на орошаемых полях Ростовской области .....	123

## АНАЛИЗ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.Н. Щедрин, И.Н. Ильинская  
ФГНУ «РосНИИПМ»

Закономерное возрастание требований к рациональному использованию водных ресурсов и охране окружающей среды обусловило необходимость постоянного совершенствования водопользования в орошаемом земледелии, которое является одной из водоемких отраслей народного хозяйства.

По данным государственного водного кадастра об использовании вод в Российской Федерации, в течение 2002-2006 гг. выявлено, что суммарный водозабор из природных водных объектов снизился с 83,7 км<sup>3</sup> в 2002 г. до 79,5 км<sup>3</sup> в 2006 г. Так же снизились показатели использования воды, как суммарные, так на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение, составив соответственно 95,8, 97,0 и 63,9 % (табл. 1).

Таблица 1

### Основные показатели водопотребления и водоотведения в Российской Федерации за 2002-2006 годы, млн м<sup>3</sup> [2]

Наименование показателей	Год					2006 к 2002 году
	2002	2003	2004	2005	2006	
1	2	3	4	5	6	7
Количество отчитавшихся водопользователей по форме № 2-тп (водхоз)	50053	49316	47730	45796	43373	86,7
Забрано воды из водных объектов, в том числе:	83716	82357	79361	79472	79273	94,7
- поверхностных	72431	71344	68540	68869	68987	82,4
- подземных	11285	11013	10821	10603	10286	91,1
Использовано воды, в том числе по видам:	64864	64091	61537	61335	62153	95,8
- орошение	8409	8449	7673	7735	8158	97,0
- обводнение	87	85	82	69	93	106,9
- сельхозводоснабжение	1011	927	798	743	646	63,9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Потери при транспортировке	8370	8430	8020	7963	8044	96,1
Сброшено воды, всего	66477	63114	62293	62402	61855	93,0
Сброшено в поверхностные природные водные объекты, в том числе:						
загрязненных	54712	52307	51330	50894	51388	93,9
из них:	19767	18961	18535	17727	17489	88,5
- без очистки	4058	4172	3923	3424	3536	87,1
- недостаточно-очищенных	15709	14789	14612	14303	13953	88,8
- нормативно-чистых	32647	31057	30591	30977	31800	97,4
- нормативно-очищенных	2298	2289	2204	2190	2099	91,3
Мощность очистных сооружений	31080	30500	29498	29621	29581	95,2

В то же время использование воды на обводнение резко возросло до 106,9 %, несмотря на существовавшую до 2005 г. тенденцию устойчивого снижения [1, 2].

Структура водопотребления по целевому использованию в 2006 г. характеризуется следующим образом:

- производственные цели – 60,0 %;
- хозяйственно-питьевые – 19,3 %;
- орошение – 13,2 %;
- сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение – 1,2 %;
- прочие виды – 6,3 %.

Согласно вышеуказанным данным, 14,4 % безвозвратного потребления пресной воды, расходуемой в стране, приходится на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение, что связано с обеспечением населения продуктами питания. При этом потери воды достигают более 10-15 % от водозабора.

Потери, допущенные при транспортировке воды из пунктов забора до точек водовыдела, неуклонно снижались до 2005 года, затем в 2006 году незначительно возросли, составив, однако, 96, 1 % по отношению к 2002 году.

При соотношении показателей 2002 к 2006 году данные по вынужденному сбросу воды стабильно снижаются как в целом (93 %), так и по видам очистки, включая загрязненные (88,5 %), в том числе объемы сбросных вод без очистки (87,1 %) и подвергавшиеся различной степени очистки (88,8-97,4 %).

В структуре сбросных вод в поверхностные водные объекты преобладают нормативно чистые (61,8 %) и недостаточно очищенные

(27 %) сточные воды, а в составе загрязненных вод 20,2 % от их объема сбрасываются в водоемы неочищенными. При этом отмечено, что мощность очистных сооружений также неуклонно снижается, составив в 2006 году 95,2 % по отношению к 2002 году.

В то же время количество водопользователей, представляющих минимальный перечень рассматриваемых данных, позволяющих достоверно оценить характер использования воды в сельском хозяйстве и других отраслях, снизилось с 50053 в 2002 г. до 43373 в 2006 г., что составило в целом 86,7 % от их количества в 2002 году.

Сравнительный анализ структуры водопользования свидетельствует об увеличении объемов воды, поданной на орошение с 88,5 % от использованной в сельском хозяйстве в 2002 году до 91,7 % в 2006 году с одновременным снижением объемов воды на сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение с 11,5 до 8,4 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2

**Сравнение долевого участия статей расхода при использовании воды в орошаемом земледелии**

Показатель	2002 год		2006 год	
	млн м <sup>3</sup>	%	%	млн м <sup>3</sup>
Использовано воды в сельском хозяйстве, в том числе:	9507	100	8897	100
- на орошение	8409	88,5	8158	91,7
- на сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение	1098	11,5	739	8,4
Общие потери на испарение, фильтрацию и по длине: *	6197	73,7	4699	57,6
КПД магистральной и межхозяйственной сети*	0,70	-	0,73	-
Суммарный сток *	3859	45,9	3036	37,2
Вынужденный сброс в поверхностные водные объекты на оросительных системах*	496,1	5,9	358,9	4,4
Примечание * – Данные экспертной оценки.				

Орошение земель нередко сопровождается негативными процессами, вызванными низкими коэффициентами полезного действия каналов, потерями на испарение, превышением допустимых сбросов воды, что приводит к подъему грунтовых вод, подтоплению, заболачиванию и, в конечном итоге, к снижению продуктивности земель и к общему ухудшению экологической ситуации на орошаемых землях.

За рассматриваемый период при довольно низких значениях коэффициента полезного действия магистральных и межхозяйственных каналов отмечено его увеличение с 0,70 до 0,73. Суммарный сток уменьшился с 45,9 до 37,2 %, объем вынужденных сбросов – с 5,9 до 4,4 %, общие потери на испарение, фильтрацию и по длине снизились с 73,7 до 57,6 % от количества использованной на орошение воды.

В целом, согласно анализу показателей водопользования в орошаемом земледелии, за период с 2002 по 2006 гг. отмечены некоторые положительные тенденции: снижение объемов загрязненных сточных вод, потерь воды при транспортировке, потерь на фильтрацию, повышение КПД оросительных систем.

Вместе с тем вызывает беспокойство снижение мощности очистных сооружений, а также снижение организационно-хозяйственных возможностей мониторинга показателей водопользования в орошаемом земледелии и в сельскохозяйственной отрасли в целом.

Все вышеизложенное диктует необходимость повышения эффективности использования водных ресурсов, важным средством которого является нормирование водопользования в целом. В орошаемом земледелии, где нормирование обеспечивает экономный расход воды и необходимый уровень урожайности, оно играет особенно важную роль.

Экономия оросительной воды может и должна достигаться за счет организации водоучета, оптимизации режимов орошения, повторного использования сбросных и коллекторно-дренажных вод, ежегодного анализа и контроля использования воды и, что особенно актуально для эффективной работы мелиоративного комплекса в стране, за счет перехода на новую правовую и нормативно-техническую базу, унифицированную с системой международных стандартов и норм.

К мероприятиям, способствующим повышению эффективности водопользования в орошаемом земледелии страны на основе нормирования, относятся: организация сети опорных пунктов водонормирования, ежегодный анализ водопользования в орошаемом земледелии в разрезе административных единиц и оросительных систем и регулярный контроль за соблюдением норм водопользования на практике.

Все указанные мероприятия должны проводиться в соответствии с рекомендациями региональных научных учреждений.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году».

2. Государственный водный кадастр: Использование вод / Федеральное агентство водных ресурсов, 2007 г.

УДК 626.82:389.006

### **ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДОУЧЕТА НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

В.Я. Бочкарев

ФГНУ «РосНИИПМ»

Сформированная на протяжении многих десятилетий система государственной стандартизации в области водоучета на оросительных системах подлежит замене на национальную систему стандартизации, которая призвана обеспечить баланс интересов государства, хозяйствующих субъектов, охрану интересов потребителей, окружающей среды и экономию всех видов ресурсов. При этом роль и принципы стандартизации должны быть адекватны происходящим переменам и соответствовать международной практике [1].

Законодательную базу национальной системы стандартизации составляют: Конституция Российской Федерации, которая относит стандарты к вопросам исключительного ведения Российской Федерации; федеральный закон «О техническом регулировании», определивший правовые основы стандартизации в Российской Федерации, участников работ по стандартизации; технический регламент в области мелиорации.

В состав фонда документов национальной системы стандартизации входят межгосударственные и национальные стандарты, правила по метрологии, нормы и рекомендации в области стандартизации и метрологии. Фонд документов национальной системы стандартизации является составной частью федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов [2, 3, 4].

Существующие проблемы национальной системы стандартизации во многом обусловлены переходным периодом реформы в облас-

ти технического регулирования и являются сдерживающим фактором в достижении стратегических целей стандартизации. Темпы обновления и актуализации фонда документов национальной системы стандартизации за последние годы снизились (при необходимости ежегодно обновлять не менее 10 процентов фонда для поддержания его на приемлемом уровне).

Основной проблемой эксплуатации оросительных систем, требующей применения правил стандартизации и метрологии, является обеспечение точности и достоверности измерения основных технологических параметров мелиоративных объектов. При эксплуатации оросительных систем возникает необходимость измерения комплекса технологических параметров, которые по видам можно разделить на следующие группы:

- линейно-угловые параметры (длина участка канала, ширина русла, перемещение затворов и т.п.);
- гидравлические параметры (скорость потока, давление жидкости, расход воды в русле);
- смешанные параметры (площадь живого сечения русла, глубина потока, длина смоченного периметра и т.д.).

В последнем случае на точность результата измерения оказывают влияние как погрешности линейно-угловых измерений, так и погрешности измерения гидравлических параметров.

Системы измерения расхода и объема воды, помимо выполнения основной функции водоучета, являются и инструментом обеспечения внутрисистемного контроля расходов воды в узловых точках водопроводящей сети и необходимого балансового учета ее объемов. Это технически и экономически обоснованно, так как в перспективе использование автоматизированных систем управления потребует введения средств измерений параметров водного потока в общий комплекс приборного обеспечения водопользования.

Поскольку методы и средства линейно-угловых измерений стандартизованы, имеют хорошее приборное и метрологическое обеспечение, проблем в их осуществлении не возникает. Сложнее решаются задачи измерения гидравлических параметров на оросительных системах. Средства измерения основных гидравлических параметров, независимо от типа и назначения, имеют стандартизованные метрологические характеристики. Однако дальнейшее количест-

венное определение величин гидравлических параметров (расхода и объема стока воды) сопряжено с использованием вероятностных аналитических методов. В результате, для повышения точности и достоверности определения гидравлических параметров требуется нормативно-методическая база, ориентированная на современные, высокотехнологичные средства измерения параметров водного потока [5].

Более того, при оптимизации точности измерения технологических параметров на оросительных системах, помимо метрологических характеристик средств измерений, существенное значение имеют стоимостные показатели процесса получения необходимой информации. В этом случае определяющим критерием является критерий целесообразности, зависящий от цели измерения. Методология решения такой задачи включает процедуру функционально-стоимостного анализа вариантов построения измерительно-информационного комплекса для обеспечения требуемой точности и достоверности получаемых результатов. Нормирование количественных показателей контролируемых параметров должно проводиться на основании стандартных требований с учетом целей и задач информационного обеспечения водопользования.

Для решения проблемы разработки и введения в действие современной нормативно-методической базы водоучета при практически полной утрате в организациях мелиоративной отрасли подготовленных и опытных специалистов в области стандартизации и нормотворчества, необходимо объединение усилий технического комитета по стандартизации ТК-317 и нового ТК-028, который объединил представителей ведущих научно-исследовательских, проектно-изыскательских и эксплуатационных организаций мелиоративного комплекса АПК России.

Вновь создаваемая нормативная база на уровне основополагающих документов должна иметь общедифедеральное значение, а методические и организационно-технические документы должны учитывать специфические особенности регионов [2]. Для упрощения использования нормативных документов рационально их объединение в отраслевой комплекс (ОКНД). Структура самого ОКНД, как правило, должна включать:

1. Основополагающие нормативные документы ОКНД – национальные стандарты (ГОСТ Р), правила и нормы по метрологии (ПР).

В них должны определяться правила создания и эксплуатации объектов водоучета, регламентироваться порядок и правила технического, информационного и метрологического обеспечения водоучета на оросительных системах;

2. Рекомендации по метрологии (Р) и методики выполнения измерений (МВИ). Они должны определять методы и средства измерений, включая их поверку и метрологическую аттестацию, правила сбора, обработки и формализации получаемых данных;

3. Технические условия (ТУ), устанавливающие требования на продукцию и услуги, которые определяются (ПР);

4. Типовые программы испытаний (ТПр) – программы, разрабатываемые для испытаний приборов, оборудования мелиоративного назначения.

Исходя из такого подхода, предлагается разработка следующих первоочередных нормативных документов по водоучету, с учетом уже разработанных и введенных в действие национальных стандартов:

- ГОСТ Р «Измерение расходов воды с использованием гидрометрических лотков. Общие технические условия»;

- ГОСТ Р «Измерение расходов воды с помощью водосливов с широким порогом. Общие технические условия»;

- ГОСТ Р «Измерение расходов воды с помощью водосливов с тонкой стенкой. Общие технические условия»;

- ГОСТ Р «Измерение расходов воды с помощью специальных сужающих устройств. Приставки на входных оголовках регуляторов. Общие технические условия»;

- ГОСТ Р «Измерение расходов воды с использованием гидротехнических сооружений и автоматов-водовыпусков. Общие технические условия»;

- ГОСТ Р «Расходомеры и счетчики стока для закрытой напорной гидромелиоративной оросительной сети, насосных станций и дождевальных машин. Общие технические условия»;

- ГОСТ Р «Расходомеры и счетчики стока для открытых гидромелиоративных каналов. Общие технические условия».

В рамках подготовки ОКНД по водоучету подлежат первоочередной разработке правила и рекомендации по метрологии:

- ПР «Метрологическое обеспечение средств измерения объемов и расходов воды на мелиоративных системах. Общие положения»;

- ПР «Сбор и обработка результатов измерений расходов и объемов воды в открытых каналах»;
- ПР «Уровнемеры мелиоративного назначения. Правила установки и поверки»;
- ПР «Правила градуировки, поверки и аттестации средств измерений объемов и расходов воды в открытых каналах»;
- ПР «Правила градуировки гидротехнических сооружений и автоматоматов-водовыпусков»;
- МВИ «Методика выполнения измерений расхода и объема воды градуированными гидротехническими сооружениями».

Переработать в соответствии с современными требованиями:

- МВИ 05-90. Гидрометрические каналы с фиксированным руслом. Методика выполнения измерений по градуировке ГТС на каналах оросительных систем;
- МВИ 06-90. Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств мелиоративного назначения.

Обобщая изложенное, можно констатировать, что наступает принципиально новый этап развития метрологической деятельности, равно как и организации службы эксплуатации в целом. Основная цель реформаций в этой области заключается в передаче всех полномочий и всей ответственности за обеспечение единства и достоверности измерений на хозяйствующие субъекты. Это означает необходимость скорейшего обновления всей нормативно-методической базы водоучета, с учетом гармонизации с системой международных стандартов в области гидрометрии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Колганов, А.В. Проблемы управления и совершенствования информационного обеспечения в мелиоративной отрасли / А.В. Колганов, В.Н. Щедрин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 6. – С. 10-12.
2. Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель» (с изменениями от 10 января 2003 г., 22 августа, 29 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 26 июня 2007 г.).
3. Концепция развития национальной системы стандартизации (Распоряжение Правительства РФ от 28 февраля 2006 г. № 266-р).

4. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (с изменениями от 9 мая 2005 г., 1 мая, 1 декабря 2007 г.).

5. Мясников, В.И. Системы измерения объема и расхода воды / В.И. Мясников // «Водоснабжение и санитарная техника». – 1999. – № 3.

УДК 63.006 (470+571)

## **РОССИЯ В МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ**

И.Н. Ильинская, О.П. Шкодина  
ФГНУ «РосНИИПМ»

Стандартизация – деятельность по установлению правил, общих принципов, характеристик, рассчитанных для многократного использования на добровольной основе, направленная на достижение упорядоченности и повышение конкурентоспособности в области производства и оборота продукции, выполнения работ и оказания услуг на местном, региональном, национальном и международном уровнях [1, 2].

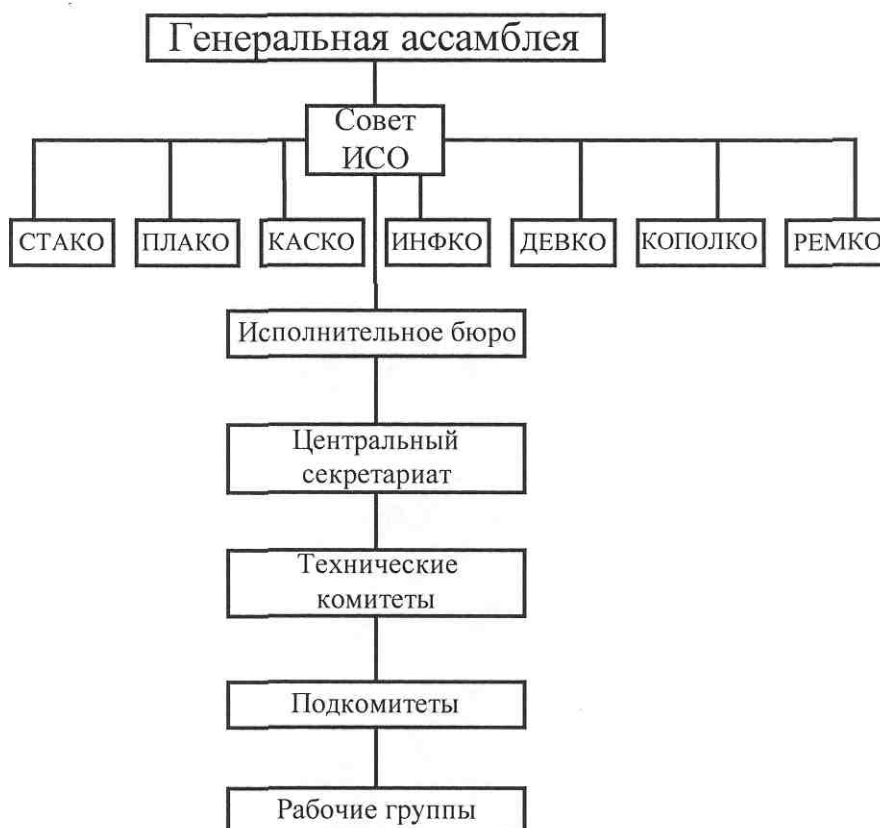
Объектами стандартизации являются: конкретная продукция, нормы, требования, методы, термины, имеющие перспективу многократного применения, используемые в науке, технике, промышленном и сельскохозяйственном производстве, строительстве, транспорте, культуре, здравоохранении, в международной торговле и других сферах.

ISO – Международная организация стандартизации – самая крупная и авторитетная из международных организаций. Сфера деятельности ИСО касается стандартизации во всех областях, кроме электротехники и электроники, относящихся к компетенции Международной электротехнической комиссии (МЭК). Некоторые виды работ выполняются совместными усилиями этих организаций.

В технической работе ИСО участвуют свыше 30 тыс. экспертов из разных стран мира. ИСО пользуется мировым авторитетом и имеет высокий статус среди крупнейших международных организаций.

Организационно в ИСО входят руководящие и рабочие органы. Руководящие органы: Генеральная ассамблея (высший орган), Совет, Техническое руководящее бюро. Рабочие органы – Технические ко-

митеты (ТК), подкомитеты, технические консультативные группы (ТКГ) (рис. 1).



**Рис. 1. Организационная структура ИСО**

Непосредственную работу по созданию международных стандартов ведут технические комитеты (ТК) и подкомитеты (ПК), которые могут учреждать рабочие группы (РГ) по направлениям деятельности.

Россия участвует в работе 511 ТК/ПК в статусе полноправного комитета-члена ИСО (P-member), в 90 ТК/ПК ИСО имеет статус наблюдателя (O-member), не участвует в работе 132 ТК/ПК ИСО [3] (табл. 1).

Таблица 1

**Участие Российской Федерации в работе ИСО**

Представительство России в ИСО	ТК/ПК ИСО (TC/SC ISO)
Активный комитет-член	511
Наблюдатель (O-member)	90
Не участвует	132
Участие в работе секретариатов	12

Она является полноправным членом в Комитете ИСО по оценке соответствия (CASCO), Комитете по защите интересов потребителей (COPOLCO), Комитете по проблемам развивающихся стран (DEVCO) и Комитете по эталонным материалам (REMCO). Однако Россия не является членом руководящих органов ИСО (табл. 2).

Таблица 2

**Распределение членских взносов среди стран – членов ИСО,  
2008 г. [3]**

Страны	Взносы	
	%	тыс. швейцарских франков
Франция	8,606	914000
Германия	8,606	914000
Япония	8,606	914000
Великобритания	8,606	914000
США	8,606	914000
Российская Федерация	5,348	568000

Россия может стать членом руководящих органов ИСО в результате выборов, где критерием является не только увеличение суммы членского взноса до уровня пяти стран – полноправных членов, но и путем широкого привлечения промышленности к разработке международных стандартов и понимания важности этого направления деятельности как правительственными, так и общественными организациями России.

В области международной стандартизации Россия участвовала в разработке и обсуждении более 3400 проектов стандартов ИСО, поступивших на голосование. Были подготовлены и направлены в Центральный секретариат ИСО отзывы по 80,5 % полученных документов. Принято также 64 межгосударственных стандарта по линии МГС стран-участниц СНГ, при этом степень гармонизации стандартов достигла 46 % [4].

В настоящее время на Россию возложены обязанности по ведению секретариатов двух технических комитетов и 10 подкомитетов ИСО [5] (табл. 3).

По данным Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, имеется 196 технических комитетов ИСО (TC ISO) и 539 подкомитетов (TK/SK ISO) ИСО [4].



**Перечень технических комитетов и подкомитетов ИСО,  
закрепленных за Россией**

№ п/п	Перечень ТК и ПК	Сфера деятельности ТК и ПК
1	ИСО/ТК 123	«Подшипники скольжения»
2	ИСО/ТК 156	«Коррозия металлов и сплавов»
3	ИСО/ТК8/ПК7	«Суда для внутренних вод»
4	ИСО/ТК20ПК6	«Авиационные и космические аппараты. Стандартная атмосфера»
5	ИСО/ТК20ПК8	«Авиакосмическая терминология»
6	ИСО/ТК79ПК1	«Легкие металлы и их сплавы. Методы химического и спектрального анализа»
7	ИСО/ТК82ПК6	«Горное дело. Оборудование для колонкового алмазного бурения»
8	ИСО/ТК96ПК2	«Краны. Терминология»
9	ИСО/ТК96ПК4	«Краны. Методы испытаний»
10	ИСО/ТК108/ПК6	«Системы генерирующие вибрацию и удар»
11	ИСО/ТК 123 ПК4	«Методы расчета подшипников скольжения»
12	ИСО/ТК172ПК4	«Телескопы»

123 российских технических комитета по стандартизации подтвердили участие в работе ТК и ПК ИСО, включая Управления и научно-исследовательские институты Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, а также экспертные организации.

Приказом №797 от 26.03.2008 г. Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии создан технический комитет ТК «Оросительное и дренажное оборудование и системы» на базе ФГНУ «РосНИИПМ», соответствующий техническому комитету ТС 23\SC18 в международной организации по стандартизации, который занимается стандартами в области ирригации и эксплуатации мелиоративных систем.

Участие в технических и руководящих органах ИСО позволяет не только активно участвовать в разработке стандартов, в принятии и реализации решений, имеющих огромное стратегическое значение для экономики страны, но и оказывать влияние на эту деятельность с учетом интересов отечественной промышленности.

Международные стандарты ИСО не имеют статуса обязательных для всех стран-участниц. Любая страна мира вправе применять или не применять их. Решение вопроса о применении международно-

го стандарта ИСО связано в основном со степенью участия страны в международном разделении труда и состоянием ее внешней торговли.

Стандарт ИСО в случае его использования вводится в национальную систему стандартизации в тех формах, которые описаны выше, а также может применяться в двух- и многосторонних торговых отношениях. В российской системе стандартизации нашли применение около 50 % международных стандартов ИСО [4].

Высшим достижением для национального комитета-члена является принятие национального стандарта в качестве международного. Однако следует учесть, что при планировании работ в ИСО для включения в программу стандартизации учитываются следующие критерии: влияние стандарта на расширение международной торговли, обеспечение безопасности людей, защита окружающей среды. На основе этих положений должно быть представлено веское обоснование предложения.

По своему содержанию стандарты ИСО отличаются тем, что лишь около 20 % из них включают требования к конкретной продукции. Основная же масса нормативных документов касается требований безопасности, взаимозаменяемости, технической совместимости, методов испытаний продукции, а также других общих и методических вопросов [5].

Важное место занимает активная политика популяризации и продвижения преимуществ системы ИСО. Проводятся мероприятия для оказания помощи и поддержки членам ИСО в их работе. В 2006 году начала действовать электронная база данных Глобальная директория ИСО, которая предоставляет доступ к документам ИСО, обеспечивает управление и координацию действий.

По инициативе Центрального секретариата ИСО при организационной поддержке Федерального агентства в Москве на базе ФГУП «Стандартинформ» был проведен курс обучения по Глобальной Директории ИСО, а также по услугам электронной связи ИСО и обязанностям Секретарей ТК и ПК ИСО, в котором приняли участие 23 специалиста из стран СНГ [6].

В Глобальную Директорию ИСО по ГОСТ Р включены 178 экспертов, уполномоченных работать в более чем 300 технических органах ИСО. Страница Глобальной директории ИСО по ГОСТ Р размещена на сайте Агентства.

В журналах «Вестник технического регулирования» и «Мир стандартов» постоянно публикуется информация из официальных журналов ИСО, позволяющая правильно ориентироваться в направлениях современной стандартизации (табл. 4) [7].

Таблица 4

### Международные стандарты ИСО

Код	Направления стандартизации	Кол-во, всего	%
01	Общие положения. Терминология. Стандартизация. Документация	1506	8,7
13	Охрана окружающей среды, защита человека от воздействия окружающей среды. Безопасность	1461	8,4
17	Метрология и измерения. Физические явления	836	4,8
21	Механические системы и устройства общего назначения	721	4,1
23	Гидравлические и пневматические системы и компоненты общего назначения	1070	6,2
35	Информационные технологии. Машины конторские	3342	19,2
65	Сельское хозяйство	657	3,4
65.060.35	Ирригационное и дренажное оборудование	34	0,2
91	Строительные материалы и строительство	735	4,2
Всего стандартов ИСО:		17358	100

В настоящее время согласно плану стратегической политики ИСО на 2005-2010 гг. работа ведется по ряду направлений, в том числе разработка согласованной и многопрофильной базы всемирно признанных международных стандартов, обеспечение участия заинтересованных сторон в разработке международных стандартов, открытость для партнерства с целью эффективной разработки международных стандартов [5].

После вступления в силу Федерального закона «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. Закон Российской Федерации «О стандартизации» утратил свою силу, и все правовые основы стандартизации оказались сосредоточенными в новом законе.

Однако в принятом законе недостаточно отражены структура, статус участников национальной системы стандартизации, приоритетное применение национальных стандартов, вопросы финансирования деятельности по разработке международных и межгосударственных стандартов. Кроме того, им не предусмотрены отраслевые стан-

дарты и другие нормативные документы, значение которых для производителей продукции в России весьма существенно [2].

На сегодняшний день недостаточно используются возможности стандартизации в обеспечении государственных интересов России, содействии внедрению научно-технических достижений, технологическом прорыве, поддержке социально-экономической политики государства, выполнении международных обязательств.

Нерешенность правовых вопросов, недооценка роли стандартизации в обществе в целом, слабое использование международного опыта во многом определили отставание национальной системы стандартизации от потребностей научно-технического и социального прогресса, темпов перехода народного хозяйства на рыночные отношения [8].

В настоящее время Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, во исполнение Федерального закона «О техническом регулировании», намечены приоритетные направления при выполнении проекта Программы разработки национальных стандартов на 2009 год, включая основные: разработка национальных стандартов, содействующих реализации национальных проектов; повышение уровня безопасности жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц; соблюдение требований технических регламентов; обеспечение национальной, экологической и технологической безопасности; рациональное использование ресурсов и др. [4].

С целью развития фонда документов российской национальной системы стандартизации необходимо:

- провести анализ действующего фонда документов национальной системы стандартизации на соответствие современному научно-техническому уровню, пересмотреть или отменить национальные стандарты, противоречащие требованиям технических регламентов и не отвечающие задачам развития экономики;

- обеспечить разработку новых национальных стандартов и внести изменения в действующие стандарты согласно современным достижениям науки и техники;

- повысить уровень гармонизации национальных и международных стандартов;

- оптимизировать процедуру разработки и принятия национальных стандартов с использованием международного опыта;

- провести анализ отраслевых стандартов и подготовить предложения, касающиеся их дальнейшего использования.

Национальная система стандартизации в условиях глобализации экономических отношений должна обеспечить баланс интересов государства, производителей, общественных организаций и потребителей, повысить конкурентоспособность российской экономики, создать условия для развития предпринимательства на основе повышения качества товаров, работ и услуг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Термины и определения. – <http://www.glossary.ru/>, 2007.
2. ФЗ № 184 от 27 декабря 2002 г. «Об основах технического регулирования в Российской Федерации». – Система «Гарант», 2008.
3. Панкратова, Н.П. Итоги 30-й Генеральной ассамблеи ИСО (19-20 сентября 2007 г. – Женева, Швейцария) // Новости международной стандартизации МЭК и ИСО. – 2007. – № 7. – С. 2-5.
4. Отчет Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии за 2006 год // Вестник Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. – 2007. – № 7. – С. 17-57.
5. Новые разработки и инициативы ИСО // Новости международной стандартизации МЭК и ИСО. – 2007. – № 1. – С. 3.
6. Отчет Генерального секретаря ИСО А. Бридена на Генеральной ассамблее // Новости международной стандартизации МЭК и ИСО. – 2007. – № 7. – С. 7-10.
7. ФГУП «Стандартинформ». – <http://www.vniiki.ru>.
8. Круглый стол в торгово-промышленной палате РФ от 22 апреля 2008 г. // [www.vniiki.ru](http://www.vniiki.ru).

УДК 626.823.6.006

### **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДОУЧЕТА НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ИСО<sup>1</sup>**

В.И. Селюков

ФГНУ «РосНИИПМ»

Стандартизация является одним из важных инструментов государственного регулирования экономики и обеспечения качества про-

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

дукции. Как и везде в мире, в нашей стране создана и действует государственная система стандартизации.

Государственное управление и координация этой деятельности с другими органами, субъектами Федерации, научными, общественными и международными организациями возложены на Госстандарт. Этот орган формирует и организует государственную политику в области стандартизации, осуществляет государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов [1].

Госстандарт России, что особенно важно, участвует в работах по международной и региональной стандартизации. В современных условиях, в связи с активным расширением Всемирной торговой организации, все большее значение имеет проведение гармонизации отечественных государственных стандартов с требованиями Международной системы стандартизации (ИСО).

Что эта за система стандартизации? В чем ее особенности? Существует ли реальная необходимость её применения при организации водоучета на государственных оросительных системах РФ? Что даст сертификация по стандартам ИСО мелиоративным водохозяйственным организациям в части решения задач, связанных с учётом воды?

На сегодняшний день главной проблемой, с которой сталкиваются службы эксплуатации оросительных систем при организации водоучета, является недостаток или полное отсутствие технических средств для учета воды, поставляемой водопотребителям в точку водовыдела. Это обстоятельство приводит к разногласиям между поставщиками и потребителями оросительной воды в оценке ее объемов со всеми вытекающими отсюда проблемами, связанными с определением величины платы за поставленную воду. Оснащение оросительных систем приборами учета воды возможно и не решит всех вопросов, связанных с организацией водоучета на государственных оросительных системах, но то, что это снимет наиболее острую проблему, связанную с договорными отношениями между поставщиками и потребителями оросительной воды, является неоспоримым.

Система стандартов ISO 9000 непосредственно к водоучету отношения не имеет, в них речь идет о так называемой **Системе Менеджмента Качества (СМК)** или **Системе Управления Качеством**. При этом считается, что СМК обеспечивает уверенность заказчиков и

потребителей в качестве получаемой продукции или услуг, кроме этого считается, что СМК улучшает также и деятельность предприятия.

Новая версия международных стандартов серии ISO 9000 (ISO 9000 ар/2000) официально заменила предыдущую версию стандартов 1994 года 15 декабря 2000 г. В результате пересмотра появившийся стандарт ISO 9001:2000 по своей сути заменяет стандарты ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003 версии 1994 г. и имеет ряд принципиальных отличий. Так, например, комплекс документов, ранее состоявший из 24 стандартов, теперь включает в себя 5 основных стандартов [2]:

1. ISO 9000:2000 Система менеджмента качества. Основные принципы и словарь.

2. ISO 9001:2000 Система менеджмента качества. Требования.

3. ISO 9004:2000 Система менеджмента качества. Руководящие указания по улучшению.

4. ISO 19011:2000 Руководящие указания по проверке системы менеджмента качества и охраны окружающей среды.

5. ISO 10012 Обеспечение качества измерительного оборудования.

Вместе они образуют согласованный комплекс стандартов на системы менеджмента качества, содействующий взаимопониманию в национальной и международной торговле.

Российская версия стандартов ИСО 9000 включает в себя 4 основных стандарта [2]:

- ГОСТ Р ИСО 9000-2001 **Система менеджмента качества. Основные положения и словарь.** Описывает основные положения систем менеджмента качества и устанавливает терминологию для систем менеджмента качества;

- ГОСТ Р ИСО 9001-2001 **Система менеджмента качества. Требования.** Определяет требования к системам менеджмента качества для тех случаев, когда организации необходимо продемонстрировать свою способность предоставлять продукцию, отвечающую требованиям потребителей и установленным к ней обязательным требованиям, и направлен на повышение удовлетворенности потребителей;

- ГОСТ Р ИСО 9004-2001 **Система менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.** Содержит рекомендации, рассматривающие как результативность, так и эффективность систе-

мы менеджмента качества. Целью этого стандарта является улучшение деятельности организации и удовлетворенность потребителей и других заинтересованных сторон;

- ГОСТ Р ИСО 19011 **Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента.** Содержит методические указания по аудиту (проверке) систем менеджмента качества и охраны окружающей среды.

Основной методологический подход, заложенный в систему стандартов ИСО 9000, состоит в том, что все виды деятельности внутри организации рассматриваются как единый технологический процесс. И все составляющие этого процесса постоянно вступают друг с другом в сложное взаимодействие, образуя некую систему (систему качества).

Результатом же всего этого взаимодействия и является конечная продукция. При этом стандарты семейства ISO 9000 задают лишь методологию функционирования этой системы, которая, в свою очередь, должна обеспечивать высокое качество продукции и услуг, производимых предприятием. Иными словами – обеспечивать высокую степень удовлетворенности потребителей.

Концепция стандартов ИСО 9000 основана на том, что организация создает, обеспечивает и улучшает качество своей продукции с помощью целой сети скоординированных процессов, которые в обязательном порядке должны подвергаться постоянному анализу и улучшению. При этом руководство для реализации цели улучшения деятельности организации должно руководствоваться восьмью принципами [3]:

**1. Ориентация на потребителя.** Организации зависят от своих потребителей, и поэтому должны понимать их текущие и будущие потребности, выполнять их требования и стремиться превзойти их ожидания.

**2. Лидерство руководителя.** Руководители обеспечивают единство цели и направления деятельности организации. Им следует создавать и поддерживать внутреннюю среду, в которой работники могут быть полностью вовлечены в решение задач организации.

**3. Вовлечение работников.** Работники всех уровней составляют основу организации, и их полное вовлечение дает возможность организации с выгодой использовать их способности.



**4. Процессный подход.** Желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом.

**5. Системный подход к менеджменту.** Выявление, понимание и менеджмент взаимосвязанных процессов как системы содействуют результативности и эффективности организации при достижении ее целей.

**6. Постоянное улучшение.** Постоянное улучшение деятельности организации в целом следует рассматривать как ее неизменную цель.

**7. Принятие решений, основанное на фактах.** Эффективные решения основываются на анализе данных и информации.

**8. Взаимовыгодные отношения с поставщиками.** Организация и ее поставщики взаимозависимы, и отношения взаимной выгоды повышают способность обеих сторон создавать ценности.

Эти восемь принципов менеджмента качества образуют основу для стандартов на системы менеджмента качества, входящих в семейство ИСО 9000.

Для того чтобы понять суть ISO 9000, нужно четко разделять два основных понятия – сертификация **Систем качества** и **Управление качеством**.

**Управление качеством** является одной из функций предприятия, которая фактически обеспечивает качество услуг и продукции на высоком уровне за счет разумного и грамотного управления производством и его обслуживанием. Именно стандарты серии ISO 9000 предлагают методику разработки и построения системы управления качеством, которая, соответственно, может быть официально сертифицирована, т.е. проверена и признана независимым аккредитованным Органом по сертификации.

**Сертификация Системы менеджмента качества** показывает другим участникам рынка, что СМК данного предприятия разработана и организована с учетом определенных требований и эффективно функционирует, что обеспечивает высокое и стабильное качество услуг и продукции данного предприятия.

Согласно [4], сертификация СМК по стандартам ISO 9000 – это не обязательное требование к производителям. Даже в странах, где развитие промышленности находится на высоком уровне, сертификация по стандартам ISO 9000, учитывая законодательство, обязательна

для поставщиков в аэрокосмической и военной отраслях, а также в отраслях, где от качества продукции зависит обеспечение безопасности людей.

В настоящее время сертификат ИСО 9000 является подтверждающим, а не разрешающим документом. Наличие сертификата может оказать влияние на формирование общественного мнения о предприятии (организации) на рынке продукции и, как следствие этого, увеличить количество заказов и обращений. Этот документ может служить гарантом для инвестиционных компаний в оказании весомой инвестиционной поддержки предприятию на развитие мощностей и совершенствование производственных процессов; основанием для страховых компаний на заключение предприятием соответствующих договоров о страховании, и многое другое.

На основании вышеизложенного напрашивается однозначный вывод: на сегодняшний день вопрос организации водоучёта на государственных оросительных системах в соответствии с требованиями Международной системы стандартизации ИСО не является первостепенным и актуальным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы сайта <http://www.all-certification.ru>
2. Материалы сайта <http://gost9001.ru>
3. Материалы сайта <http://www.iso-centr.ru>
4. Материалы сайта <http://www.iso-9000.ru>

УДК 626.823.6

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОДОУЧЕТА НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

В.Я. Бочкарев

ФГНУ «РосНИИПМ»

Основными характеристиками качества измерения являются точность и достоверность. Повышение точности измерения за счет уменьшения его погрешности технически сложно, дорогостояще и трудоемко. Поэтому уровень точности, к которому следует стремиться, определяется критерием целесообразности, зависящим от конкретных условий и цели измерений.

При эксплуатации мелиоративных систем возникает необходимость измерения комплекса технологических параметров водоучета [1, 2, 3, 4], которые по видам можно разделить на следующие группы:

- линейно-угловые параметры (длина участка канала, ширина русла, перемещение затворов и т. п.);

- гидравлические параметры (скорость потока, уровень (давление) воды, расход и объем стока воды в русле);

- смешанные параметры (площадь живого сечения русла, глубина потока, длина смоченного периметра и т.д.).

При этом на точность результата измерения оказывают влияние как погрешности линейно-угловых измерений, так и погрешности измерения гидравлических параметров. Поскольку методы и средства линейно-угловых измерений стандартизованы, имеют хорошее приборное и метрологическое обеспечение, проблем в их осуществлении не возникает. Сложнее решаются задачи измерения гидравлических параметров в производственных условиях.

В практике эксплуатационной гидрометрии гидравлические параметры могут быть однофакторными и многофакторными [3, 5]. В первом случае – это актуальная скорость течения воды в точке потока, уровень воды, давление жидкости. Во втором случае – это средняя скорость потока воды, расход воды в русле водотока, объем стока. Соответственно, при измерениях используются прямые и косвенные методы [5]. При обработке данных измерений оперируют классическими понятиями – абсолютная погрешность и относительная погрешность.

Абсолютной погрешностью измерения  $\Delta$  [5, 6] именуют разность между измеренным  $x_{\text{изм}}$  и истинными значениями измеряемой величины  $x$ :

$$\Delta = x_{\text{изм}} - x .$$

Соответственно относительная погрешность характеризуется отношением абсолютной погрешности  $\Delta$  к истинному значению измеряемой величины  $x$ :

$$\gamma = \frac{\Delta}{x} .$$

Средства измерения гидравлических параметров, независимо от типа и назначения, имеют ряд стандартизованных метрологических характеристик [3, 5]:

- характеристика погрешности измерения в интервале изменения влияющей величины или неинформативного параметра входного сигнала;
- наибольшие допустимые изменения метрологических характеристик, вызванных изменениями внешних влияющих величин;
- номинальные статические характеристики преобразователей измерительных устройств;
- динамические характеристики средств измерений;
- характеристики суммарной или систематической составляющих погрешности средств измерений.

Связь между информативным параметром « $X$ » входного сигнала и информативным параметром « $Y$ » выходного сигнала выражается функцией преобразования  $y=f(x)$ . Средству измерения присваивается номинальная функция преобразования, которая является градуировочной характеристикой. Коэффициенты преобразования соответствуют  $K=y/x$ . Производная от функции преобразования  $S=dy/dx=f'(x)$  или в конечных приращениях  $S=\Delta y/\Delta x$  является чувствительностью средства измерения. Порог чувствительности – наименьшее значение входной величины, вызывающее фиксируемое прибором изменение выходной величины.

При эксплуатации средств измерений в динамическом режиме, вследствие их инерционности, возникает динамическая погрешность измерения. Динамическая погрешность [6] определяется как разность между погрешностью в динамическом режиме и погрешностью измерений в статическом режиме. Динамический режим – это режим измерения, в процессе которых объект измерений изменяется. Поэтому характеристики динамической погрешности будут зависеть не только от свойств средств измерений, но и свойств объекта измерения. Последнее особенно актуально для каналов и гидротехнических сооружений ОС, где зачастую наблюдается подпорно-переменный режим течения потоков воды.

Математическим описанием таких инерционных звеньев является задание им импульсной реакции  $h(\theta)$ , которая позволяет с помо-

щью интеграла Дюамеля определять реакцию инерционного звена на входное воздействие:

$$y(t) = \int_0^{\infty} x(t - \theta) h(\theta) d(\theta).$$

Преобразование Фурье от импульсной реакции – комплексный коэффициент (комплексная частотная характеристика):

$$K(W) = \int_0^{\infty} h(\theta) e^{-jW\theta} d\theta,$$

где модуль  $K(W)$  равен отношению амплитуд выходного и входного гармонического сигналов, а аргумент равен сдвигу фаз.

Для расчета величины динамической погрешности необходимы сведения о входном сигнале, например, максимально возможные значения его производных, энергетический спектр входного сигнала и т.п. Оценка дисперсии динамической погрешности возможна как для стационарного процесса, так и нестандартного.

В качестве динамической характеристики средств измерений используется переходная функция или импульсная переходная функция. Переходная функция  $h(t)$  – отклик (реакция) линейной динамической системы на входное воздействие в виде единичной функции  $l(t)$ . По переходной функции определяют динамические параметры средств измерения: время реакции –  $t_3$ ; постоянную времени –  $T$ , характеризующую инерционность системы; коэффициент преобразования –  $K$  и др. Импульсная переходная функция  $g(t)$  – отклик динамической системы (средства) измерения на входное воздействие в виде дельта-функции  $\delta(t)$ .

Показатели точности измерения могут быть различными. Объединяя их в единое целое, можно сказать, что показатель точности – это неотрицательный функционал от плотности вероятности погрешности, обращаемой в нуль для дельта-функции  $\delta(t)$ . Обосновать предпочтительность того или иного функционала (среднего квадратичного значения, доверительного интервала, момента более высокого порядка, энтропийного показателя и т.д.) чисто математически не представляется возможным. Эта задача решается исходя из дальнейшего использования результата, удобства представления и вычисле-

ния функционала, наличия априорной информации о законе распределения.

В 60-70 годах XX столетия появилось большое число работ, посвященных применению идей теории информации в измерительной технике. Несмотря на определенное различие в подходах, во всех этих работах характеристики погрешности измерения определяют на основе вычисления ее энтропии. Для дискретной случайной величины энтропией является число

$$H_{\xi} = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i,$$

где  $P_i$  – вероятность измерения.

Очевидно, что для детерминированной величины  $H=0$ . Поэтому энтропия, как и дисперсия, может служить показателем разброса случайной величины. Энтропия непрерывной случайной величины, рассматриваемой как предел дискретной случайной величины, задается выражением

$$H = - \int_{-\infty}^{\infty} W_{\xi}(x) \ln W_{\xi}(x) dx, \quad (1)$$

где  $W_{\xi}$  – распределение погрешности случайной величины  $\xi$ .

Неопределенность результата измерения характеризуется энтропией погрешности измерения  $H_{\Delta}$ . При введении информационных показателей точности, значение энтропии пересчитывается в эквивалентный параметр распределения заданной формы с той же энтропией.

Например, из выражения (1) для равномерного распределения получим  $H = \ln 2b$ . Энтропия  $H$  обеспечивает решение задач согласования информационных потоков с пропускной способностью каналов связи, помехоустойчивостью кодирования и декодирования передаваемых сообщений и некоторые другие задачи теории связи.

При оптимизации точности измерения технологических параметров на мелиоративных системах, помимо метрологических характеристик средств измерений, существенное значение имеют стоимостные показатели процесса получения необходимой информации. В этом случае определяющим критерием является критерий целесообразности, зависящий от цели измерения.

Методология решения такой задачи включает процедуру функционально-стоимостного анализа вариантов построения измерительно-информационного комплекса для технологических объектов мелиоративной системы с учетом возможностей существующих средств измерения. Цель оптимизации состоит в минимизации суммарных затрат при обеспечении необходимой точности и достоверности результатов измерений.

Обобщая изложенное, можно сделать следующие выводы:

- процесс оптимизации точности измерения технологических параметров на мелиоративных системах включает выбор критериев целесообразности их повышения при обеспечении требуемой достоверности получаемых результатов;

- существенное значение имеют динамические характеристики применяемых средств измерения. Выбор рационального варианта требует количественной оценки переходных процессов в объектах мелиоративных систем с выявлением переходных функций в контрольных створах (точках) измерений;

- нормирование количественных показателей контролируемых параметров должно производиться на основании стандартных требований с учетом целей и задач информационного обеспечения водопользования;

- для согласования информационных потоков с пропускной способностью каналов связи, при неопределенности результатов измерений, следует использовать такой параметр как энтропийная погрешность измерения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Щедрин, В.Н. Метрологическое обеспечение водоучета и водоизмерения в отрасли / В.Н. Щедрин, В.Я. Бочкарев // Вопросы мелиорации. – 1996. – № 5-6. – С. 8-10.

2. Филиппов, Е.Г. Требования к системам водоучета / Е.Г. Филиппов; РАСХН, ВНИИГиМ. – М., 1999. – С. 152-165.

3. Филончиков, А.В. Технология водоучета на мелиоративных системах / А.В. Филончиков. – Кострома: Изд-во КГСА, 1997. – 217 с.

4. Ганкин, М.З. Комплексная автоматизация и АСУ ТП водохозяйственных систем / М.З. Ганкин. – М.: Агропромиздат, 1991. – 432 с.

5. Карасев, И.Ф. Гидрометрия / И.Ф. Карасев, И.Г. Шумков. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 382 с.

6. Фрумкин, В.Д. Теория вероятностей и статистика в метрологии и измерительной технике / В.Д. Фрумкин, Н.А. Рубичев. – М.: Машиностроение, 1987. – 167 с.

7. Мясников, В.И. Системы измерения объема и расхода воды / В.И. Мясников // Водоснабжение и санитарная техника. – 1999. – № 3. – С. 5-8.

УДК 626.82.004:65.012.468

## **АНАЛИЗ ПРАВОВОГО И НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СФЕРЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

О.В. Воеводин, В.В. Слабунов

ФГНУ «РосНИИПМ»

Принятый в конце 2002 года и вступивший в силу с 01.07.2003 г. Федеральный закон «О техническом регулировании» [1] по праву получил наименование одного из самых революционных законов в России на рубеже нового тысячелетия. Практически произошло проведение границы между старыми и новыми принципами технической политики государства, затронув почти все сферы экономической деятельности. Конечно, одной из самых весомых причин принятия вышеупомянутого Закона [1] явилась интеграция России в глобальную мировую экономику, что соответственно потребовало реформирования существующей системы технического нормирования в свете требований ВТО, Нового и Глобального подходов, реализуемых в ЕС в техническом регулировании, правил и рекомендаций общепризнанных международных организаций.

Согласно комментарию [2] к Федеральному закону «О техническом регулировании», предмет правового регулирования настоящего Закона [1] на сегодняшний день являются отношения между юридическими и физическими лицами, государственными органами, возникающие, изменяющиеся или прекращающиеся по вопросам:

- установления обязательных технических норм и правил;



- подтверждения соответствия продукции, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг или иных объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводам правил или условиям договоров;

- стандартизации;

- аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров);

- государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов;

- ответственности в случаях несоответствия требованиям технических регламентов и других случаях;

- финансирования работ в области технического регулирования.

Рассмотрим, какие изменения произошли в области стандартизации с введением Закона [1]. Ранее к нормативным документам по стандартизации относились:

- государственные стандарты Российской Федерации;

- международные (региональные) стандарты;

- правила, нормы и рекомендации по стандартизации;

- общероссийские классификаторы технико-экономической информации;

- стандарты отраслей;

- стандарты предприятий;

- стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений.

На сегодняшний момент из перечня исключены стандарты отраслей и стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений, место государственных стандартов заняли национальные, а стандартов предприятий – стандарты организаций. Так же в новый перечень добавлены своды правил.

Как же обстоят дела на сегодняшний момент с правовым и нормативно-методическим обеспечением в мелиоративном комплексе? Анализ перечня действующих ведомственных нормативно-технических документов в области мелиорации и сельхозводоснабжения [3] показывает, что представленные законные и подзаконные акты претерпевают постоянные изменения (дополнения), которые почти все

датируются последними годами, что же касается нормативно-методического обеспечения, то оно датировано годами прошлого тысячелетия, а это отставание от законодательной базы в 10 и более лет.

Рассмотрим некоторые моменты наиболее значимых, на наш взгляд, законных актов для организаций мелиоративного комплекса.

*Водный кодекс Российской Федерации.*

Водный кодекс [4] составляет основу водного законодательства, регулирует отношения при заборе и отведении вод, определяет порядок предоставления водных объектов в пользование, а также прекращения права пользования водными объектами.

Приоритет водного законодательства отдается охране водных объектов перед их использованием. Использование водных объектов не должно оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

*Земельный кодекс Российской Федерации.*

Земельный кодекс [5] составляет основу земельного законодательства, которое регулирует:

1. Отношения по использованию и охране земель в Российской Федерации как основы жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории (земельные отношения).

2. К отношениям по использованию и охране недр, вод, лесов, животного мира и иных природных ресурсов, охране окружающей среды, особо охраняемых природных территорий и объектов, охране атмосферного воздуха и объектов культурного наследия народов Российской Федерации применяются соответственно: законодательство о недрах, лесное, водное законодательство, законодательство о животном мире, об охране и использовании других природных ресурсов, об охране окружающей среды, об охране атмосферного воздуха, об особо охраняемых природных территориях и объектах, об охране объектов культурного наследия народов Российской Федерации, специальные федеральные законы.

К земельным отношениям нормы указанных отраслей законодательства применяются, если эти отношения не урегулированы земельным законодательством.

3. Имущественные отношения по владению, пользованию и распоряжению земельными участками, а также по совершению сделок с ними регулируются гражданским законодательством, если иное не предусмотрено земельным, лесным, водным законодательством,

законодательством о недрах, об охране окружающей среды, специальными федеральными законами.

Приоритет земельного законодательства отдается охране земли как важнейшего компонента окружающей среды и средства производства в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве перед использованием земли в качестве недвижимого имущества, согласно которому владение, пользование и распоряжение землей осуществляется собственниками земельных участков свободно, если это не наносит ущерб окружающей среде.

*Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель».*

Настоящий Федеральный закон [6] устанавливает правовые основы деятельности в области мелиорации земель, определяет полномочия органов государственной власти, органов местного самоуправления по регулированию указанной деятельности, а также права и обязанности граждан (физических лиц) и юридических лиц, осуществляющих деятельность в области мелиорации земель и обеспечивающих эффективное использование и охрану мелиорированных земель.

*Федеральный закон от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения».*

Настоящий Федеральный закон [7] устанавливает правовые основы государственного регулирования обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Статьями 7 и 8 данного закона регулируются права собственников, владельцев, пользователей, в том числе арендаторов земельных участков, на проведение мелиоративных мероприятий и обязанности по соблюдению стандартов, норм, нормативов, правил и регламентов проведения мелиоративных и других мероприятий.

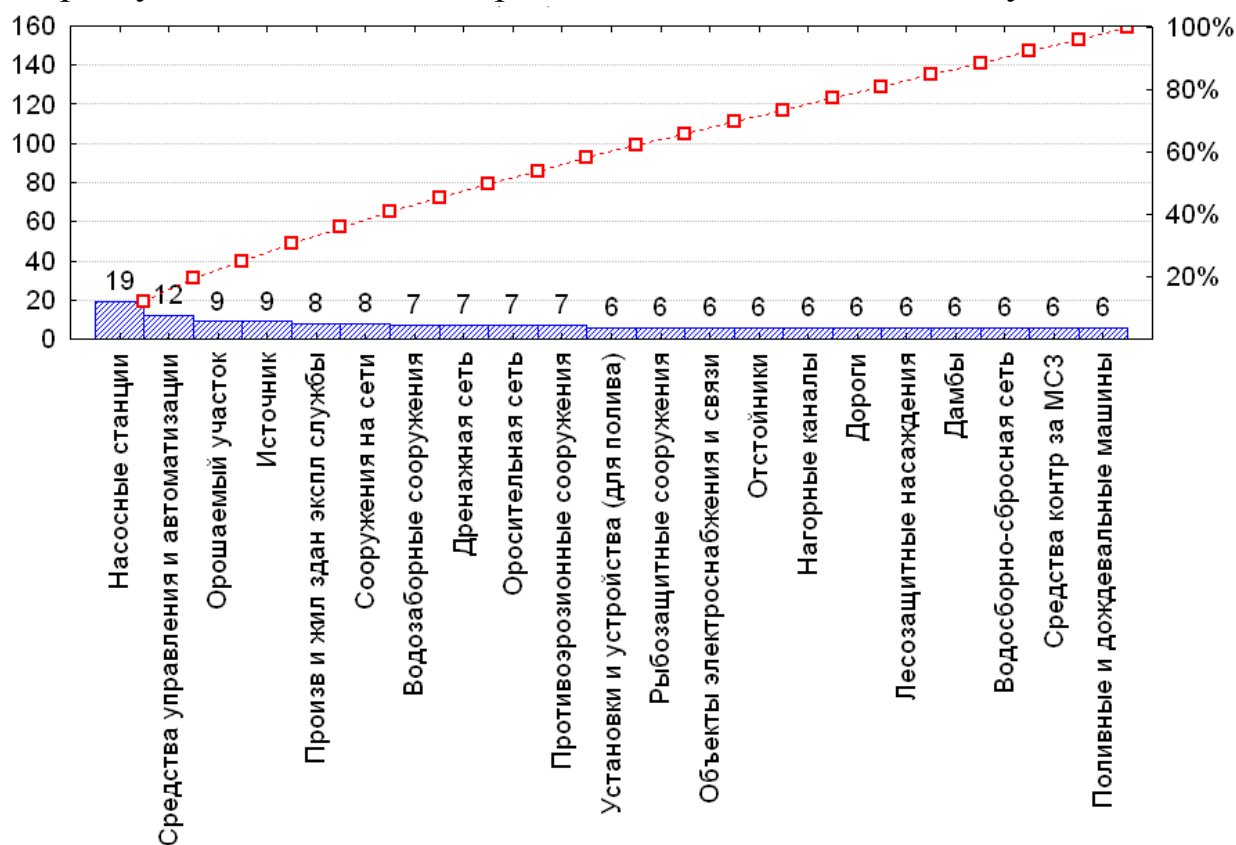
Проанализировав вышеприведенные и другие законные акты, можно сказать, что приоритет законодательства отдается охране компонентов окружающей среды, а также их эффективному использованию.

В части нормативно-методического обеспечения львиная доля документов, представленная в ведомственном перечне [3], предназначена для использования проектными организациями, далее, по количеству и весомости статуса, для строительных и только потом для эксплуатирующих организаций. В содержании национальных стан-

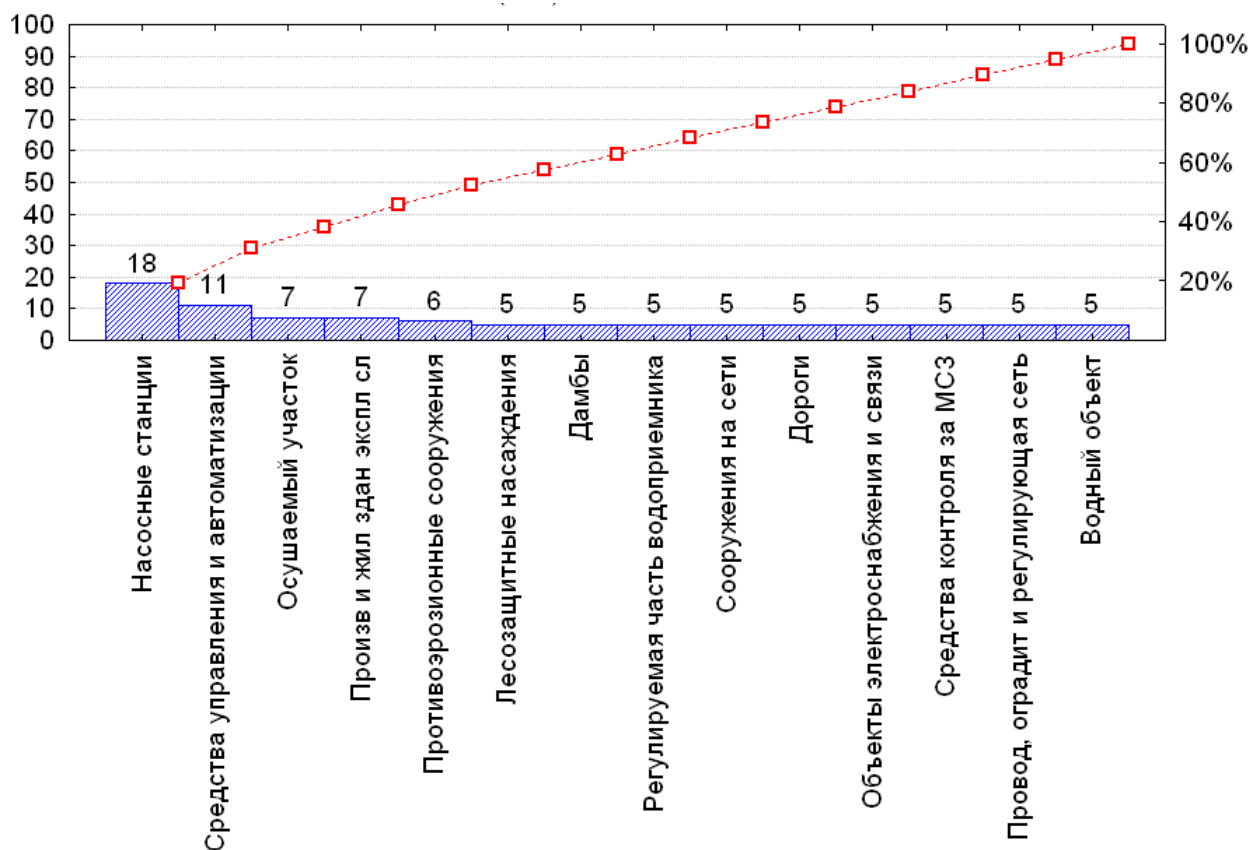
дартов (ГОСТы) и сводах правил (СНиПы, СП, СаНиПины и др.) нет требований, напрямую касающихся действий эксплуатирующих организаций, вышеуказанные документы наиболее весомого статуса могут выступать только в роли расширения кругозора и освоения понятийного аппарата в мелиоративной области знаний.

Что же касается документов, непосредственно используемых службами эксплуатации гидромелиоративных систем, то к их числу относятся следующие виды документов: правила, методические указания, инструкции, руководства, пособия, нормативы, нормы. С целью определения насыщенности элементов гидромелиоративных систем нормативно-методическими документами, произведена их сортировка. По результатам сортировки построены диаграммы Парето (рис. 1, 2) и произведен анализ, позволивший сделать следующие выводы:

- элементы как оросительных, так и осушительных систем имеют разную насыщенность нормативно-методическими документами;



**Рис. 1. Диаграмма Парето, число нормативно-методических документов, используемых при эксплуатации элементов оросительных систем**



**Рис. 2. Диаграмма Парето, число нормативно-методических документов, используемых при эксплуатации элементов осушительных систем**

- разность между насыщенностью нормативно-методическими документами элементов на оросительных системах, так и осушительных системах составляет 13 документов;

- разница между количеством используемых нормативно-методических документов элементов может возникать при чрезмерном уделении внимания одним элементам системы, либо недостаточному другим элементам системы;

- разное количество используемых нормативно-методических документов по элементам системы вносит дополнительные трудности в их использование.

По результатам проведенных исследований в области правового и нормативно-методического обеспечения эксплуатации гидромелиоративных систем, можно сделать следующие выводы:

1. Федеральный закон «О техническом регулировании» внес изменения в состав нормативных документов по стандартизации, к числу которых теперь относятся: национальные стандарты Российской

Федерации; международные (региональные) стандарты; правила, нормы и рекомендации по стандартизации; общероссийские классификаторы технико-экономической информации; своды правил; стандарты организаций.

2. Современные правовые акты отдают приоритет охране недр, вод, лесов, животного мира и иных природных ресурсов, охране окружающей среды, особо охраняемых природных территорий и объектов, охране атмосферного воздуха и объектов культурного наследия народов Российской Федерации.

3. До настоящего времени не разработаны многие необходимые нормативно-методические документы, определяющие показатели безопасности, экологии, эргономики, надежности и экономичности, требования к унификации, совместимости и взаимозаменяемости отдельных конструкций и деталей, а также методы испытаний. Отставание нормативно-методических документов от правовых актов в области эксплуатации гидромелиоративных систем составляет 10 и более лет.

4. Номенклатура и перечень нормативных документов эксплуатации мелиоративных систем позволяет сделать вывод об отсутствии единой системы при их разработке и формировании комплекса, часть из которых возможно объединить, часть отменить, перевести в другую категорию.

5. Одним из основных недостатков нормативно-методической документации является малое количество основополагающих, системно законченных документов, несущих нормативную информацию, что создает определенные трудности при работе с ними.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (с изменениями от 9 мая 2005 г., 1 мая, 1 декабря 2007 г.).

2. Комментарий к Федеральному закону от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (с изменениями от 9 мая 2005 г., 1 мая, 1 декабря 2007 г.).

3. Перечень действующих ведомственных нормативно-технических документов в области мелиорации и сельхозводоснаб-

жения (по состоянию на 01.06.2007) / ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ». – М., 2007. – 124 с.

4. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (с изменениями от 4 декабря 2006 г., 19 июня 2007 г.).

5. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ (с изменениями от 30 июня 2003 г., 29 июня, 3 октября, 21, 29 декабря 2004 г., 7 марта, 21, 22 июля, 31 декабря 2005 г., 17 апреля, 3, 30 июня, 27 июля, 16 октября, 4, 18, 29 декабря 2006 г., 28 февраля, 10 мая, 19 июня, 24 июля, 30 октября, 8 ноября 2007 г.).

6. Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель» (с изменениями от 10 января 2003 г., 22 августа, 29 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 26 июня 2007 г.).

7. Федеральный закон от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (с изменениями от 10 января 2003 г., 22 августа 2004 г.).

УДК 626.81.004.14:626.82

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ<sup>1</sup>**

В.И. Ольгаренко, И.В. Ольгаренко  
ФГОУ ВПО «НГМА»

Оросительная вода, забранная для орошения сельскохозяйственных культур из источника, должна быть доставлена до растений с минимальными потерями. Идеально, когда потери в оросительной сети и на полях отсутствуют. Однако несовершенство конструкций оросительной сети, нарушение технологических процессов по возделыванию культур и недостатки при строительстве и эксплуатации обуславливают наличие потерь на фильтрацию, сброс, различного вида утечек воды. Это сказывается на снижении КПД межхозяйственной и внутрихозяйственной сетей, коэффициента полезного использования воды на полях.

Учеными ЮжНИИГиМа (РосНИИПМ) и НИМИ (НГМА) были проведены в разные годы детальные полевые исследования на ороси-

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

тельных системах Ростовской области, Ставропольского и Краснодарского краев, Республик Дагестана, Кабардино-Балкарии, Ингушетии и Чечни по изучению распределения оросительной воды по всем конструктивным элементам межхозяйственных и внутрихозяйственных систем.

Это позволило, в частности, определить фактические величины потерь, усовершенствовать имеющиеся и разработать новые методы определения потерь воды на фильтрацию из оросительных каналов, а также предложить методику определения общего коэффициента полезного использования оросительной воды как на системах в целом, так и отдельных водопользователей, получивших широкое применение в производственных условиях [1, 2, 3, 4].

Общий коэффициент полезного использования оросительной воды на системе представляет собой отношение полезного водопотребления сельскохозяйственных культур, необходимого и достаточного для получения требуемой урожайности, к количеству воды, забираемой для этой цели из источника орошения, и определяется по зависимости А.Н. Костякова [5]:

$$\eta_{oc} = F \cdot E / W_{\Gamma} ,$$

где  $F$  – орошаемая площадь системы, га;  $E$  – водопотребление растений на единицу площади системы за минусом используемых естественных ресурсов влаги, м<sup>3</sup>/га;  $W_{\Gamma}$  – объем воды, забираемой на орошение в голове системы за установленный период, м<sup>3</sup>.

Эта величина может быть установлена также путем определения соответствующих коэффициентов и принимает вид:

$$\eta_{oc} = \eta \cdot \eta_{п} ,$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия оросительной сети;  $\eta_{п}$  – коэффициент использования оросительной воды на поле.

Коэффициент полезного использования оросительной воды в хозяйстве или отдельно взятым водопользователем определяется по аналогичной зависимости:

$$\eta_{ox} = F_x \cdot E'_x / W_x ,$$

где  $F_x$  – орошаемая площадь хозяйства или отдельного водопользователя, га;  $E'_x$  – водопотребление растений на единицу площади хозяй-



ства за минусом используемых естественных ресурсов влаги, м<sup>3</sup>/га;  $W_x$  – объем воды, забираемой на орошение хозяйством или отдельным водопользователем, м<sup>3</sup>.

Коэффициент полезного использования оросительной воды на поле определяют из отношения полезного водопотребления сельскохозяйственных культур на поле к количеству воды, поступившей на поле:

$$\eta_{\text{п}} = F_{\text{п}} \cdot F'_{\text{п}} / W_{\text{бр.п}},$$

где  $F_{\text{п}}$  – площадь поля, га;  $F'_{\text{п}}$  – водопотребление растений поля за минусом используемых естественных ресурсов влаги, м<sup>3</sup>/га;  $W_{\text{бр.п}}$  – объем воды брутто, поданной на поле, м<sup>3</sup>.

Практикой эксплуатации внутрихозяйственных оросительных систем и проведенными научными исследованиями установлено, что только часть объема воды, поданного в голову временного оросителя, идет на пополнение дефицита водопотребления сельскохозяйственных культур и используется растениями для формирования урожая, остальная же часть теряется.

На открытых оросительных системах при поливе дождеванием (ДДА-100 МА) объем воды нетто, м<sup>3</sup>, поданной на поле за время  $t$ , определяется по зависимости:

$$W_{\text{нт.п}} = W_{\text{во}} - (W_{\text{с}} + W_{\text{ф}} + W_{\text{и}}),$$

где  $W_{\text{во}}$  – объем воды, поданной в голову временного оросителя за тот же период времени, м<sup>3</sup>;  $W_{\text{с}}$  – объем сброса их временного оросителя, м<sup>3</sup>;  $W_{\text{ф}}$  – объем воды на фильтрацию из временного оросителя, не используемый растениями, м<sup>3</sup>;  $W_{\text{и}}$  – потери воды на испарение с водной поверхности временного оросителя, м<sup>3</sup>.

Полезный объем оросительной воды, м<sup>3</sup>, на поле, пошедшей на формирование урожая, составляет:

$$W_{\text{п}} = W_{\text{нт.п}} - W_{\text{г.в.}} - W_{\text{с.п}},$$

где  $W_{\text{нт.п}}$  – объем воды нетто, поданной на поле за время  $t$ , м<sup>3</sup>;  $W_{\text{г.в.}}$  – объем воды на поле, не используемой растениями при поливе и пошедшей на пополнение уровня грунтовых вод при условии их глубокого залегания за время  $t$ , м<sup>3</sup>;  $W_{\text{с.п}}$  – сброс воды с полей, м<sup>3</sup>.

Таким образом, из объема воды  $W_{\text{нт.п}}$  определенное количество может расходоваться непроизводительно и уходить за пределы корне-

обитаемого горизонта на пополнение уровня грунтовых вод при условии их глубокого залегания, а также сбрасываться с орошаемых полей. Поэтому полезно используемый растениями объем, м<sup>3</sup>, оросительной воды может быть определен также по следующей зависимости:

$$W_{\Pi} = W_{\text{НТ.П}} \cdot \eta_{\text{пр}} ,$$

где  $\eta_{\text{пр}}$  – коэффициент продуктивного использования оросительной воды на поле.

На закрытых оросительных системах при поливе дождеванием полезный объем воды, м<sup>3</sup>, расходуемой на формирование урожая сельскохозяйственных культур за время  $t$ , в общем виде рассчитывают по формуле

$$W_{\Pi} = W_{\text{бр.п}} - W_{\text{И.Д}} - W_{\text{С.П}} ,$$

где  $W_{\text{бр.п}}$  – объем воды брутто, поданной на поле за время  $t$ , м<sup>3</sup>;  $W_{\text{И.Д}}$  – потери на испарение искусственного дождя, м<sup>3</sup>.

При условии рационального использования оросительной воды на поле значение коэффициента продуктивного использования воды стремится к единице. Для выполнения данного условия важным показателем является коэффициент обеспеченности водой сельскохозяйственных культур на орошаемом поле:

$$\eta_{\text{в.к}} = F \cdot E' / W_{\Pi} ,$$

где  $F$  – площадь поля, га;  $E'$  – водопотребление растений на единицу площади за минусом используемых естественных ресурсов влаги, м<sup>3</sup>/га;  $W_{\Pi}$  – фактический полезный объем оросительной воды, расходуемый на формирование урожая сельскохозяйственных культур, м<sup>3</sup>.

Значение  $\eta_{\text{в.к}}$  должно быть равно единице. В этом случае расчетное полезное водопотребление растений и фактический полезный объем оросительной воды на поле будут равны, и следовательно, растение полностью обеспечено водой.

В общем виде коэффициент полезного использования оросительной воды на поле определяется по уравнению:

$$\eta_{\Pi} = \eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{в.к}} ,$$

а общий коэффициент полезного использования оросительной воды на системе

$$\eta_{\text{ос}} = \eta \cdot \eta_{\Pi} = \eta \cdot \eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{в.к}} , \quad (1)$$

где  $\eta$  – КПД межхозяйственной и внутрихозяйственной оросительной сети.

В общем виде уравнение (1) можно записать в виде:

$$\eta_{OC} = \eta_{M.K} \cdot \eta_{M/X} \cdot \eta_{B/X} \cdot \eta_{B.O} \cdot \eta_{PP} \cdot \eta_{B.K} ,$$

где  $\eta_{M.K}$ ,  $\eta_{M/X}$ ,  $\eta_{B/X}$ ,  $\eta_{B.O}$  – коэффициенты полезного действия, соответственно магистральных, межхозяйственных, внутрихозяйственных каналов и временных оросителей, а также продуктивного использования оросительной воды на полях орошения и обеспеченности водой сельскохозяйственных культур.

В результате проведенных многолетних полевых экспериментов и широкой апробации методики определения общего коэффициента полезного использования оросительной воды на открытых оросительных системах, средневзвешенные величины его колеблются от 0,35 до 0,45. Таким образом, общие потери во всех звеньях оросительной системы составляют от 55 до 65 % от общего забора воды в систему, и на формирование урожая сельскохозяйственных культур расходовалось только от 35 до 45 %. Следует отметить, что до 80 % от величины общих потерь приходится на фильтрацию в магистральных, распределительных и межхозяйственных каналах.

Таким образом, имеющееся теоретическое обоснование и опыт эксплуатации, а также проведенные широкие экспериментальные исследования на оросительных системах по рациональному распределению и использованию водных ресурсов позволяют сформулировать основные направления по их экономии. Прежде всего, при проектировании оросительных систем необходимо закладывать прогрессивные водосберегающие технологии, обеспечивающие высокий КПД оросительной сети, отсутствие сбросов оросительной воды, максимальное приближение расчетного водопотребления сельскохозяйственных культур к фактическому объему воды, используемому растениями на формирование заданного урожая. Общий коэффициент полезного использования оросительной воды как на системе в целом, так и отдельных водопользователей, а также все составляющие его коэффициенты должны теоретически стремиться к единице, и практически составлять величину не менее 0,95. Выполнение этого условия характеризует оросительную систему как технически совершенную с оптимальным распределением и использованием оросительной

воды и доведением до растений ее расчетного объема в необходимые агротехнические сроки.

Эффективное использование оросительной воды на полях обеспечивается проведением следующих эксплуатационных мероприятий: рациональным распределением и использованием водных ресурсов согласно оперативным планам полива сельскохозяйственных культур; организацией и контролем за работой водомерных постов; выполнением плана эксплуатационных мероприятий по поддержанию оборудования и поливного инвентаря в рабочем состоянии; обеспечением бесперебойной работы дождевальных и поливных машин, подготовкой специалистов необходимых квалификаций.

Высокий научно обоснованный уровень проектирования, строительства и эксплуатации оросительных систем и отдельных водопользователей должен объединяться единым технологическим подходом, обеспечивающим экологическую сбалансированность мелиорированного агроландшафта и повышение его биопродуктивности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эксплуатация оросительных систем / В.И. Ольгаренко [и др.]; под общ. ред. В.И. Ольгаренко. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 216 с.

2. Ольгаренко, В.И. Инструкция по контролю за рациональным распределением и использованием воды на оросительных системах / В.И. Ольгаренко, Н.Ф. Чередниченко, Т.Н. Шульга. – Новочеркасск: ЮжНИИГиМ, 1986. – 58 с.

3. Ольгаренко, В.И. Техническое состояние оросительных систем Ростовской области / В.И. Ольгаренко, И.В. Ольгаренко, В.А. Назаренко: сб. науч. тр. по материалам междунар. конф. – Ч. 1. – Новочеркасск, 2003. – С. 63-70.

4. Ольгаренко, И.В. Управление технологическими процессами на экологически сбалансированных оросительных системах / И.В. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 26-31.

5. Костяков, А.Н. Основы мелиораций / А.Н. Костяков. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1960. – 520 с.

## **ПЛАНОВОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ<sup>1</sup>**

И.В. Ольгаренко  
ФГОУ ВПО «НГМА»

Плановое водопользование – управляемый технологический процесс, включающий комплекс организационных, технических и технологических мероприятий на водохозяйственном объекте по оптимальному регулированию водным, воздушным, питательным и тепловым режимами сельскохозяйственных культур и обеспечению надежной работы всех конструктивных элементов системы и орошаемых участков, имеющегося оборудования, устройств, зданий и поливной техники.

Плановое водопользование – основа оперативной деятельности, как отдельных водопользователей, так и оросительной системы в целом. В задачу планирования входят: определение забора воды из источника орошения; своевременная подача ее водопользователям с последующим рациональным распределением по орошаемым участкам и полям; обеспечение нормального мелиоративного состояния орошаемых земель; проведение ремонтных работ по поддержанию оросительной сети, имеющегося оборудования и устройств всех видов в технически исправленном состоянии. Цель планирования – получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур путем создания научно обоснованных режимов их возделывания при обязательных условиях сохранения и повышения плодородия почв и окружающей природной среды, создании цивилизованных условий для трудовой и производственной деятельности сельского населения.

Принцип плановости предусматривает определенную иерархию в планировании водопользования. Основное звено в планировании – хозяйство (водопользователь), планирует водопользование последовательно, снизу вверх, исходя из оптимальной потребности сельскохозяйственных культур в оросительной воде, в полной увязке с прогрессивной технологией их возделывания.

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

Режимы орошения определяют для каждого поля, севооборотного участка, хозяйства, района, орошаемой территории и региона на основании экспериментальных исследований или расчетными методами с учетом комплекса факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур.

Установление лимитов забора оросительной воды, как в систему, так и по отдельным хозяйствам (водопользователям) обусловливается водоносностью источника орошения, конструктивными особенностями головных сооружений системы, межхозяйственной и внутрихозяйственной оросительных сетей и сооружений на них, мелиоративным состоянием орошаемых земель и степенью их засоления, наличием дренажа. Важное значение имеет уровень обеспеченности хозяйств техникой полива сельскохозяйственных культур и различными видами ресурсов.

Принцип оптимальности позволяет получить максимальную продукцию при создавшихся ограничениях на отдельные или все виды ресурсов. Это достигается выполнением всех технологических процессов в оптимальном режиме – распределение воды по оросительной сети, проведение поливов и необходимых агротехнических мероприятий и т.д., что обеспечивает своевременное маневрирование водными и трудовыми ресурсами, техникой с целью получения максимального экономического эффекта для данных конкретных условий.

Принцип непрерывности подачи воды предусматривает круглосуточную подачу воды большим расходом для крупных хозяйств и поочередно – мелким (фермерским) хозяйствам площадью менее 100-200 га, для которых вводят двух – четырехтактный водооборот, что позволяет эффективно использовать оросительную воду.

Планы водопользования должны включать не только забор и рациональное распределение и использование оросительной воды, но и планы ремонтных и восстановительных работ каналов, сооружений, систем автоматики и телемеханики, вспомогательного оборудования; обеспеченность мелиоративной техникой и инвентарем; сбалансированность по трудовым ресурсам с необходимой их квалификацией; расчет экономических показателей и эффективности водопользования в целом.

При планировании водопользования обязательно используют нормативные документы, разработанные специальными научно-

исследовательскими и проектными институтами. Это относится к дифференцированным режимам орошения сельскохозяйственных культур, ремонтным работам всех видов, различным машинам и механизмам, системам водоизмерения, автоматики и телемеханики, а также трудовым ресурсам с обязательным обеспечением нормальных производственных и бытовых условий их деятельности.

Научно-технический прогресс последних десятилетий позволил по-новому подойти к вопросам управления производством, в том числе на оросительных системах. Важное воздействие на перестройку систем управления оказало развитие кибернетики – науки об управлении сложными системами. Возникла прикладная кибернетическая ветвь – *системный анализ*, т.е. методология исследования любых объектов посредством представления их в качестве систем и анализ этих систем. Такой подход предполагает систематическое исследование и взаимное сравнение тех альтернативных действий, которые приводят к достижению желаемых целей, сравнению альтернатив на основе стоимости расходуемых ресурсов и получаемых эффектов по каждой из альтернатив, учету и подробному анализу неопределенностей. Таким образом, в основе применения методов системного анализа находится понятие «система» и, прежде всего «большая или сложная система». Следует отметить, что в научной концепции системного анализа имеется ряд свойств, которые общепризнанны необходимыми свойствами большой системы.

Проведенный анализ показывает, что сложились необходимые объективные предпосылки для использования в управлении мелиоративными системами методов системного анализа, так как им присущи характерные признаки больших систем.

Одной из наиболее перспективных областей использования методов системного анализа в эксплуатации мелиоративных систем является сфера управления, которая представлена системой управления, отличающейся значительным собственным разнообразием, построенной по иерархическому принципу. Это обуславливает разработку и внедрение на системах методов оптимального управления, которые могут быть реализованы в следующих аспектах:

- систематическое изучение системы управления для выполнения целей управления и возможных альтернатив их достижений; оп-

ределение функциональной схемы и схемы функциональных потоков; выявление узких мест;

- создание системы управления, базирующейся на современных способах переработки информации с помощью электронно-вычислительных машин, средствах связи, оргтехнике и позволяющей оперативно принимать оптимальные решения (система моделей).

Важно и то, что производители работают в новых экономических условиях. Однако взаимоотношения партнеров как по агропромышленному комплексу (хозяйства, водопользователи, управления оросительных систем и другие звенья), так и других ведомств требуют согласования часто противоположных целей и интересов партнеров.

Объект управления и управляющая система составляют систему управления технологическими процессами водопользования, имеющую иерархическую структуру с разделением уровней по вертикали, в соответствии с отраслевым делением и функциональной зависимостью задач (подсистем) системы управления, а также по горизонтали, согласно территориальному делению и для указания связей с факторами внешней среды.

Основные задачи (функции) двухуровневой системы управления: текущее планирование водопользования и водораспределения; оперативное планирование водопользования и водораспределения; оптимизация подачи воды на орошение в условиях дефицита воды, энергетических и других видов ресурсов.

Имитационная модель расчета экономически целесообразных режимов орошения сельскохозяйственных культур имеет блочную структуру.

Проектный режим орошения разрабатывают с учетом уровня агротехники, имеющихся данных опытно-мелиоративных станций и научно-исследовательских институтов для проектируемой зоны орошения и года выбранной обеспеченности. Эти разработки осуществляют в основном по крупным массивам орошения с возможной детализацией по отдельным районам орошения. В основу расчетов положен принцип построения графиков гидромодуля для каждого севооборотного участка на основе интегральных кривых дефицитов водопотребления сельскохозяйственных культур, исходя из норм и сроков полива каждой культуры с учетом почвенно-мелиоративных условий, а также параметров поливной и дождевальнoй техники.



Определение водопотребления сельскохозяйственных культур сопряжено со значительными трудностями, так как оно зависит от большого числа стохастических факторов. Достаточно полная характеристика влагообеспеченности может быть получена при анализе водного баланса орошаемого поля и определения основной его составляющей – суммарного испарения.

Интенсивность испарения зависит от соотношения между элементами водного и теплового баланса в системе почва-растение-атмосфера, от водно-физических свойств почвы, интенсивности турбулентного теплообмена приземных слоев воздуха и влажности корнеобитаемого слоя почвы, биологических особенностей растений.

Наиболее простой, но самый трудоемкий метод контроля влагообеспеченности поля – термостатно-весовой. Поэтому в практике орошаемого земледелия для оперативного контроля влажности почвы используют расчетные методы нормирования орошения.

Одно из главных требований расчетных методов – точное отражение динамики водного режима почвы, а в качестве параметров должны выступать показатели, получаемые в массовых наблюдениях на водобалансовых и агрометеорологических станциях. Этим требованиям отвечают биоклиматические методы, в которых отражается связь гидрометеорологических условий с биологическими особенностями растений на различных этапах онтогенеза.

Однако у всех этих моделей есть важный недостаток – они применимы только в тех случаях, для которых они получены, так как биоклиматические коэффициенты суммарного испарения, входящие в эти модели, изменчивы, что приводит к значительным ошибкам при расчетах. Поэтому большое внимание уделяется уточнению методики расчета для конкретных условий, на основе количественной оценки влияния гидрометеорологических факторов на суммарное испарение при различном уровне влагообеспеченности с учетом фаз развития растений.

Для получения таких данных для полузасушливой зоны Ростовской области был заложен опыт на типовых участках ОАО «Нива» Веселовского района Ростовской области. Получены количественные характеристики внутрисезонной динамики водного режима посевов кормовой свеклы и составляющих водного баланса, отражающие

взаимосвязи процесса развития сельскохозяйственных культур с гидрометеорологическими условиями их произрастания.

Теплоэнергетические ресурсы климата определяют динамику влагозапасов почвы и оказывают первостепенное влияние на продуктивность растений. Результаты экспериментальных исследований указывают, что в пределах интервала от влажности завядания до верхней границы оптимального увлажнения (наименьшей влагоемкостью) с ростом урожайности растет и водопотребление, а также нелинейный характер взаимосвязи состояния сельскохозяйственных культур, суммарного испарения с гидрометеорологическими условиями и влажностью почвы.

Задача оптимизации забора воды на орошение включает определение структуры орошаемых земель: размещение сельскохозяйственных культур; задание урожайности и соответствующих ей режимов орошения, наиболее целесообразных при различных уровнях дефицита водных ресурсов для лет разной обеспеченности по дефициту водного баланса.

Оптимальное водораспределение формируется по наиболее эффективному варианту с определением экономически целесообразного режима орошения сельскохозяйственных культур с экономическими критериями оценки решений о назначении поливов.

УДК 626.82.004:658.012.2

## **МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ<sup>1</sup>**

И.В. Ольгаренко  
ФГОУ ВПО «НГМА»

Повышение эффективности орошения в целом на оросительных системах решают на двух уровнях: хозяйств или отдельных водопользователей и управлений оросительных систем. В хозяйствах (водопользователях) эту проблему решают поиском экономически целесообразных режимов орошения сельскохозяйственных культур, установлением оптимальной структуры посевных площадей, оптимизацией распределения всех видов ресурсов между полями орошения при

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

обязательном условии достаточной рентабельности производства в конкретно сложившихся условиях хозяйствования. В управлениях оросительных систем указанную проблему решают за счет оптимизации распределения водных ресурсов между потребителями (хозяйства, водопользователи) с экономических позиций при соблюдении нормативных параметров функционирования отдельных объектов и оросительной системы в целом.

Важно и то, что производители работают в новых экономических условиях. Однако взаимоотношения партнеров как по агропромышленному комплексу (хозяйства, водопользователи, управления оросительных систем и другие звенья), так и других ведомств требуют согласования часто противоположных целей и интересов партнеров.

Следует отметить, что планирование водопользования в основном осуществляют при наличии дефицита водных и других видов ресурсов. Это обуславливает широкое применение новых методологических подходов в решении данных вопросов.

В создавшихся условиях большое научное и практическое значение придают организации и внедрению системы управления технологическими процессами на оросительных системах с учетом всех вышеназванных особенностей, обеспечивающей принципы оптимальности принимаемых решений. Эти проблемы решают с использованием методов системного анализа, имитационного моделирования, экономико-математических, нелинейного динамического программирования, диалогового взаимодействия эксперта с ЭВМ.

Управляющая система оптимизации водопользования обеспечивает наиболее эффективную реализацию полученных решений и по своей структуре может обслуживать хозяйства (одноуровневая), а также хозяйства и управления оросительных систем (двухуровневая). Объект управления и управляющая система составляют систему управления технологическими процессами водопользования, имеющую иерархическую структуру с разделением уровней по вертикали, в соответствии с отраслевым делением и функциональной зависимостью задач (подсистем) системы управления, а также по горизонтали, согласно территориальному делению и для указания связей с факторами внешней среды.

Из имеющейся классификации систем управления по структуре их действия в этих условиях необходимо отдать предпочтение двух-

уровневой системе с оптимальным сочетанием централизованного и децентрализованного управления, работающей на базе персональных компьютеров хозяйств в диалоговом режиме в полной увязке с большими ЭВМ, находящимися в управлениях оросительных систем.

*Основные задачи (функции) двухуровневой системы управления:* текущее планирование водопользования и водораспределения; оперативное планирование водопользования и водораспределения; оптимизация подачи воды на орошение в условиях дефицита воды, энергетических и других видов ресурсов.

*Задача текущего планирования* включает следующие подзадачи: планирование внутривладельческого водопользования, водораспределения по РУОС, забора воды из источника орошения, межсистемного и внутрисистемного водораспределения.

*Задача оперативного планирования* состоит из следующих подзадач: планирование водопользования по хозяйству; комплектование планов полива по точкам выдела из межхозяйственной сети; координация планов водопользования хозяйств с техническими и технологическими условиями водозабора из источника орошения, возможностями транспортирования воды по межхозяйственной сети и подачи в заданных размерах и указанные сроки; планирование водопользования по управлениям оросительных систем; планирование забора воды из источников орошения или режима работы головной насосной станции.

*Цель планирования водопользования* – получение запланированных урожаев, выполнение технологии поливов, равномерная загрузка дождевальнoй техники и поливальщиков, минимизация потерь воды на непроизводительные технологические сбросы, равномерный забор воды из межхозяйственной сети, минимальный ущерб водопотребителям при частичном удовлетворении их водой.

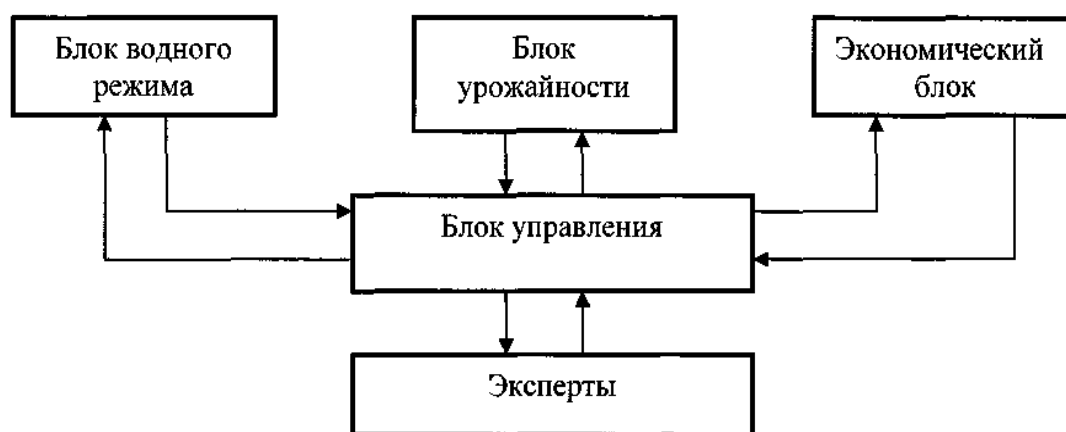
*Планирование при дефиците водных ресурсов* заключается в определении политики распределения воды с минимальным ущербом для каждого хозяйства. Важное условие оптимизации процесса водопользования – выбор и обоснование критериев, которые разделяются на технологические, экономические и экономико-технологические и зависят от постановки задачи и цели принимаемых решений, зоны влагообеспеченности (аридная, недостаточного естественного увлажнения и т.д.), наличия соответствующего технического и технологи-

ческого обеспечения. Предпочтительнее экономико-технологические критерии, обеспечивающие более полное описание технологических процессов и получение конкретных решений с максимальным приближением к практике.

*Задача оптимизации забора* воды на орошение включает определение структуры орошаемых земель: размещение сельскохозяйственных культур; задание урожайности и соответствующих ей режимов орошения, наиболее целесообразных при различных уровнях дефицита водных ресурсов для лет разной обеспеченности по дефициту водного баланса.

*Оптимальное водораспределение* формируется по наиболее эффективному варианту (не исключая, конечно, правомерности других вариантов) с определением экономически целесообразного режима орошения сельскохозяйственных культур на основе сочетания водно-балансовой концепции с экономическими критериями оценки решений о назначении поливов. Приемлемый режим орошения выбирают, привлекая специалистов, по результатам комплексного анализа основных экономических показателей: валового сбора, размеров мелиоративных и сельскохозяйственных затрат, уровня рентабельности, объема водопотребления, прибыли на 1 м поданной воды или на 1 т продукции.

Имитационная модель расчета экономически целесообразных режимов орошения сельскохозяйственных культур имеет блочную структуру и приведена на рис. 1.



**Рис. 1. Модель расчета экономически целесообразных режимов орошения сельскохозяйственных культур**

*Задача блока водного режима* – определение динамики влагозапасов в почве, модель которого описывается уравнением водного баланса орошаемого поля. Нахождение составляющих уравнения основывается на достижениях науки и практики, новых методологических подходов. Суммарное водопотребление вычисляют за сутки с введением редуccionной функции, позволяющей учесть влияние влагозапасов на суммарное испарение.

*Блок урожайности* использует модель с динамической зависимостью урожайности от тепла и влагообеспеченности, которые учитываются коэффициентами продуктивности растений от температуры воздуха и активных почвенных влагозапасов. Для идентификации вышеуказанной модели вводится также бонитировочный коэффициент, отражающий степень снижения урожайности в зависимости от основных факторов почвенного плодородия (степени засоления, водно-физических свойств, содержания гумуса и т.д.). Указанный коэффициент определяют эмпирическим путем или экспертными оценками для каждого района орошения.

*Блок управления* осуществляет планирование эксперимента с заданием управляющих параметров, независимо оценивая влияние каждого полива на процесс формирования урожая, формируя альтернативные варианты режимов орошения с сокращенным числом поливов (первый вариант соответствует биологически оптимальному).

*Экономический блок* определяет показатели качества управления: валовой сбор, рентабельность, объем водопотребления по вариантам режимов орошения, чистый доход на 1 м<sup>3</sup> поданной воды или на 1 т продукции при различных размерах площадей орошения, выбор в диалоге с экспертами экономически целесообразного режима орошения сельскохозяйственных культур и площади орошения.

Системный подход в решении вопросов водопользования позволяет также разрабатывать имитационные модели по определению оптимальной структуры сельскохозяйственных культур, их площадей и размещения, а также модели по определению объективных цен на продукцию растениеводства как по хозяйствам, так и по более мелким подразделениям, которые позволяют в режиме деловой игры, меняя значения одних управляющих параметров, получать оптимальные значения других (рентабельность, договорные цены, тарифы на

оросительную воду в сложившихся условиях хозяйствования и соответствующие режимы орошения).

Координацию внутрихозяйственных планов водопользования и системных планов водораспределения осуществляют с помощью имитационной модели по критерию минимизации потерь чистого дохода на  $1 \text{ м}^3$  оросительной воды с учетом социальных аспектов для конкретного района орошения.

Оперативное планирование водопользования проводят ежедневно с плавающим периодом, определяемым возможностями сбора, анализа и передачи информации потребителям в зависимости от существующей структуры управления и технического уровня оснащённости хозяйств и районных управлений оросительных систем.

На нижнем уровне иерархии систем управления решают следующие задачи: расчет заявок на проведение поливов сельскохозяйственных культур по полям севооборотов с указанием норм, сроков, продолжительности поливов; определение ущербов урожая от непроведения поливов при использовании модели установления экономически целесообразных режимов орошения сельскохозяйственных культур; комплектование плана поливов по точкам выдела воды в хозяйства из межхозяйственной сети; расчет графика загрузки дождевальной техники; расчет планов водоподачи по каналам внутрихозяйственной сети. На верхнем уровне иерархии системы управления решают следующие задачи: рассчитывают планы водораспределения по магистральным и межхозяйственным каналам в увязке с графиком работы агрегатов насосной станции (с точностью до суток); определяют рациональный забор воды из источника орошения; координируют планы водопользования хозяйств с планом водораспределения оросительной системы; устанавливают лимиты подачи воды хозяйствам в условиях дефицита водных ресурсов или наличия узких мест.

При оперативном планировании должны быть решены две принципиальные задачи – комплектование плана поливов сельскохозяйственных культур и координация планов подачи воды хозяйствам и водораспределения по межхозяйственной сети. Алгоритм комплектования планов должен учитывать наибольшее число факторов и ограничений, позволяющих наиболее точно, с достаточной детализацией и с учетом рыночных отношений решить поставленную задачу. Кроме того, задачу решают как многофакторную с учетом следующих критериев: минимум ущерба прибыли по хозяйству при отклонении сроков полива от технологически допустимых, минимум ежедневных коле-

баний потребных расходов по каналам, минимум числа работы дождевальных машин, минимум технологических сбросов. При этом учитывают следующие ограничения: *технологические* – соответствие между числом работающих машин и производительностью насосной станции; непревышение пропускной способности канала, водопровода; запрет одновременной работы дождевальных машин на нескольких позициях; *ресурсные* – на подаваемый расход из межхозяйственной сети; на суммарный объем на планируемый период; по ресурсу дождевальных машин, закрепленных за бригадой; *директивные*.

Алгоритм комплектования опирается на соответствующие правила: возможность сдвига поливов в зависимости от влагозапасов, проведение сокращенных поливов, применение приоритетного принципа поливов. Это обуславливает достаточную объективность составления и реализации последних.

Координацию планов подачи воды хозяйствам с планами водораспределения проводят по соответствующей модели текущего планирования со следующими отличиями: определяют минимальную водоподачу не по уровню рентабельности, а из соблюдения технологических условий эксплуатации сети, насосных станций; поддерживают влагозапасы в активном слое почвы выше влажности завядания (уточняют значения лимитов воды на расчетный период).

Фиксируя поочередно приоритет одного или одновременно нескольких критериев оптимальности, можно получить альтернативные варианты решений – наиболее оптимальный из них выбирает эксперт.

Указанные критерии и ограничения можно совершенствовать, особенно с учетом темпов оснащения водопотребителей и управлений оросительных систем новой, более совершенной техникой.

УДК 626.82.004:631.672:633

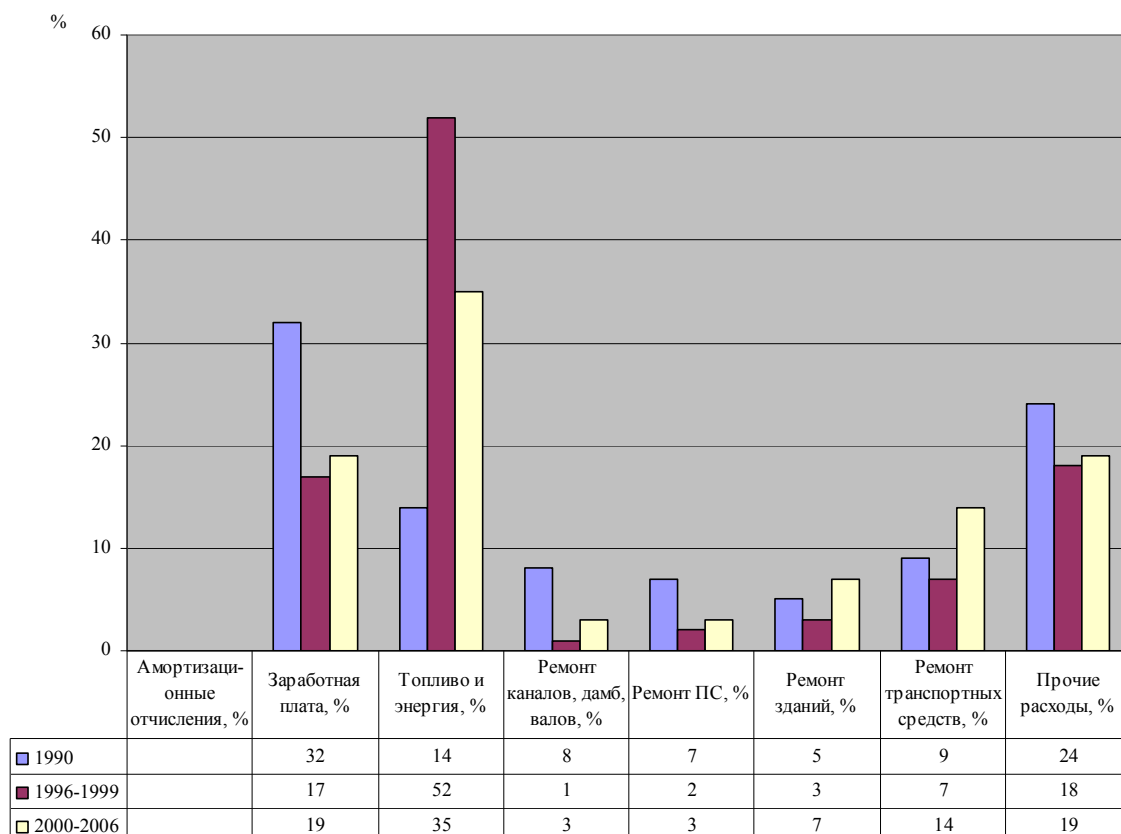
## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЗАТРАТ НА ОКАЗАНИЕ УСЛУГ ПО ПОДАЧЕ ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

С.А. Ханмагомедов  
ФГНУ «РосНИИПМ»

Характерной особенностью структуры производственных затрат в последние годы (1996-2007 гг.) является значительное увеличение (в три-четыре раза) удельного веса затрат на топливо и энергию



(рис. 1). В настоящее время расходы по этим статьям составляют более трети всех затрат на эксплуатацию оросительных систем. Объясняется такая ситуация главным образом резким увеличением тарифов на электроэнергию и преобладанием машинного водоподъема. На государственных оросительных системах Ростовской области обслуживалось насосными станциями более 70 % всех площадей.



**Рис. 1. Структура затрат на эксплуатацию мелиоративных систем, %**

В целях формирования рынка услуг по водоподаче путем поэтапного внедрения рыночных элементов управления отраслью в 2000-2007 гг. региональными мелиоративно-водохозяйственными организациями по согласованию с Минсельхозом России осуществлялись мероприятия по частичному возмещению хозяйствующими субъектами эксплуатационных затрат по подаче воды водопользователям. Для определения компенсационных сумм по названным разделам Учреждениями и филиалами выполняются следующие плановые операции (рис. 2):

1. С применением утвержденных «Удельных нормативов ежегодных эксплуатационных затрат по мелиоративным системам



**Рис. 2. Блок-схема определения затрат, подлежащих частичной компенсации из средств водопользователей, региональных и муниципальных бюджетов**

и сооружениям федеральной собственности» (Минсельхоз России. – М., 2004) определяются плановые затраты на содержание административно-управленческого персонала  $Z^{фгу}$ .

На основе указанного норматива, а также штатного расписания работников, принимающих участие в эксплуатации и ремонте НС и ГТС, затрат на текущий и (или) капитальный ремонт объектов определяются  $Z^{нс}$  – плановые потребности средств по НС и ГТС.

Плановые потребности средств на электроснабжение насосных станций  $Z^{энс}$  определяются по данным о потребленной энергии и объемах водоподдачи за предплановый период с корректировкой на планируемый год.

2. Объемы ожидаемого недофинансирования по выделенным в п. 1 разделам –  $D^{фгу}$ ,  $D^{нс}$  и  $D^{энс}$  – определяются с применением средних за предшествующие годы коэффициентов недофинансирования, определяемых соотношениями планировавшихся и фактических поступлений из бюджетных и внебюджетных источников  $K^{фгу}$ ,  $K^{нс}$ ,  $K^{энс}$  (в %):

–  $D^{фгу} = Z^{фгу} \cdot K^{фгу}$  – объем ожидаемого недофинансирования по статьям, отражающим затраты на содержание управлений мелиоративных систем;

–  $D^{нс} = Z^{нс} \cdot K^{нс}$  – то же – по статьям затрат на эксплуатацию и ремонт НС и ГТС;

–  $D^{энс} = Z^{энс} \cdot K^{энс}$  – то же – по затратам на электроснабжение насосных станций и ГТС.

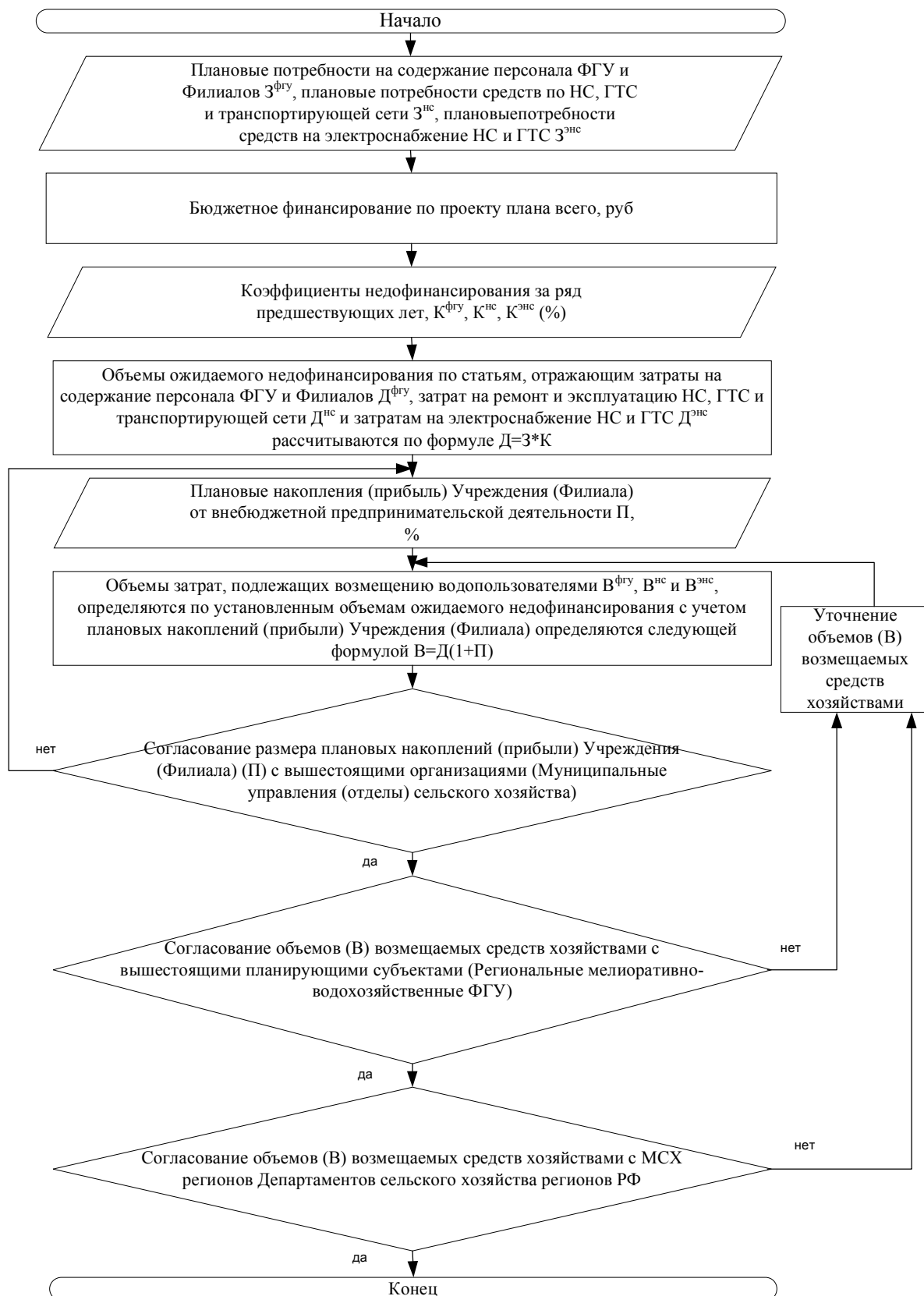
3. Объемы затрат, подлежащих возмещению водопользователями  $V^{фгу}$ ,  $V^{нс}$  и  $V^{энс}$ , определяются по установленным в п. 2 объемам ожидаемого недофинансирования (рис. 3). Так, объемы возмещаемых расходов на электроснабжение насосных станций рассчитываются по формуле:

$$V^{энс} = D^{энс} (1+П),$$

аналогично определяются объемы компенсации затрат на эксплуатацию и ремонт НС:

$$V^{нс} = D^{нс} (1+П).$$

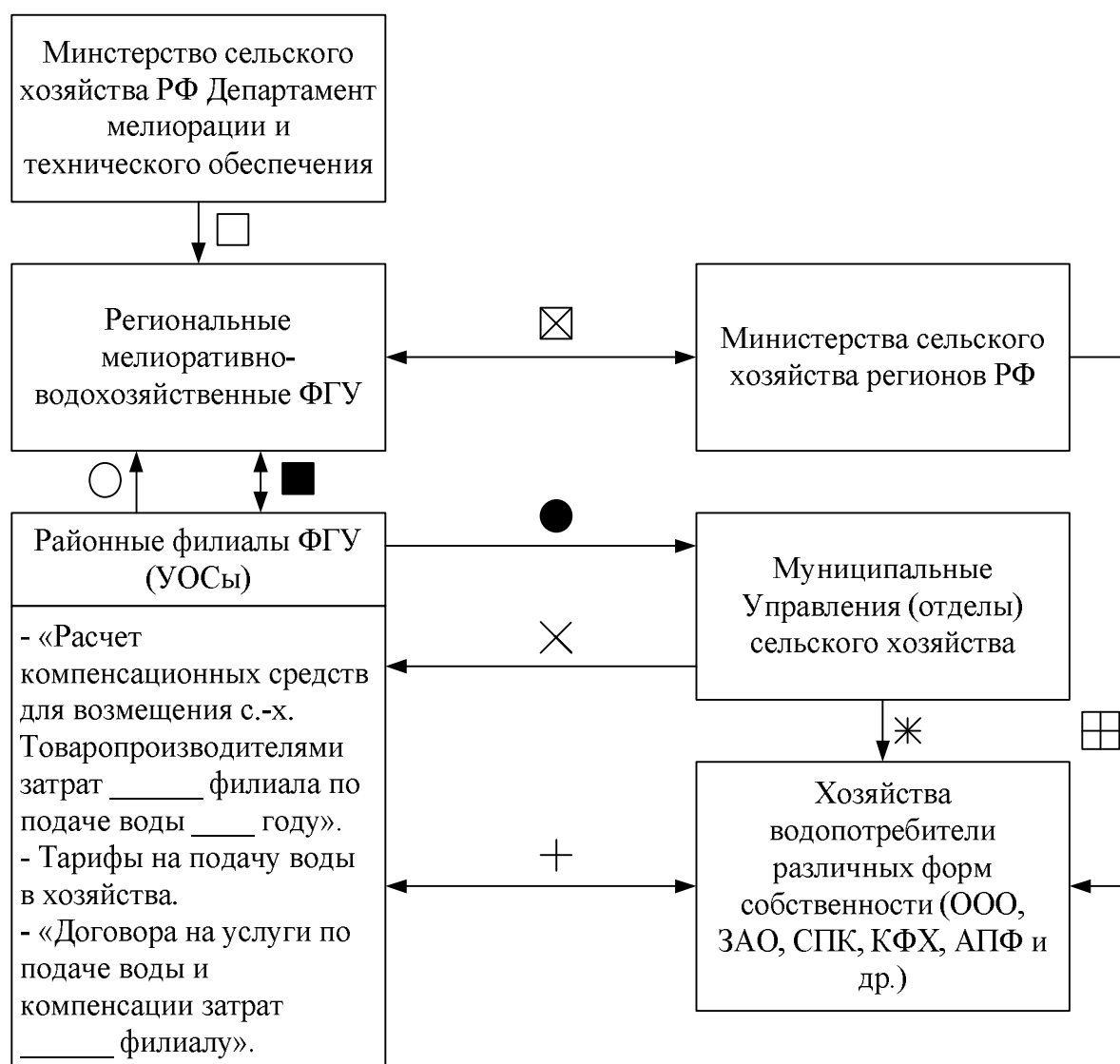
В компенсационных суммах  $V^{нс}$  и  $V^{энс}$  по согласованию с вышестоящими организациями учитывается показатель  $П$  (в %) – плановые накопления (прибыль) Учреждения (Филиала) от внебюджетной



**Рис. 3. Блок-схема определения объемов средств, подлежащих возмещению хозяйствами**

(предпринимательской) деятельности. В соответствии со ст. 251 Налогового кодекса («Аудиторские ведомости». – 2003. – № 5.), платные услуги по водоподаче не облагаются налогом на прибыль как целевые средства, используемые Учреждениями (Филиалом) для выполнения предусмотренной Уставом основной функции по ремонту и эксплуатации мелиоративных систем.

Предметом договорных отношений в системе частичной компенсации эксплуатационных водохозяйственных затрат являются обязательства сторон по планированию и реализации в установленном порядке финансовых обязательств между хозяйствующими субъектами (рис. 4).



**Рис. 4. Схема согласования компенсационных средств, тарифов и договоров на подачу воды в хозяйства**

## Пояснительные данные к рис. 4:

- масштабы и условия внедрения системы оплаты услуг по подаче воды (СПВ) по регионам, методическое обеспечение СПВ;
- материалы по объемам водопользования в разрезе хозяйств;
- корректировка объемов возмещаемых средств хозяйствами;
- согласование объемов возмещаемых средств хозяйствами;
- вопросы калькулирования затрат в составе компенсационных сумм (в т.ч. числе - объемы плановой прибыли, оплата НДС и т.д.);
- регулирование договорных отношений в части целевого использования бюджетных средств и компенсационных сумм;
- субсидирование затрат на оплату НДС;
- государственные субсидии для компенсации текущих затрат сельхозпроизводства, инвестиции в реконструкцию или новое строительство внутрихозяйственных мелиоративных систем;
- оформление договорных отношений (заключение договоров, размеры объемов плановой подачи воды, сроки и нормы поливов, вопросы связанные с транзитной подачей воды и т.д.)

Результаты проведенных исследований подтверждают необходимость внедрения системы платного водопользования в целях обеспечения рационального использования водных и земельных ресурсов, дальнейшего роста продуктивности орошаемых земель, адаптации хозяйствующих в водопользовании субъектов к требованиям рынка. По мере сокращения числа производственных отраслей, управляемых и финансируемых централизованно, орошаемое земледелие неизбежно будет переведено на товарную основу, что в условиях сложившегося рынка соответствует интересам ВХП, сельхозпроизводителей, смежных отраслей и государства как носителя коммерческих и социальных интересов общества.

УДК 338.43.001.18

### **РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ АПК**

С.А. Ханмагомедов, Е.А. Бородаева, Т.В. Сергеева  
ФГНУ «РосНИИПМ»

Методические основы инструментария прогнозирования развития производственных отраслей страны разработаны еще в период плановой экономики. Прогнозирование рассматривалось как научно-аналитический этап народнохозяйственного планирования.

Выявление тенденций развития АПК в условиях стабильной экономики является сложной, но реализуемой задачей. Качественно иная картина складывается в условиях экономики переходных периодов, когда государство активно использует все имеющиеся рычаги управления в целях предотвращения негативных процессов, ведущих к стагнации экономики в целом или отдельных ее секторов. В такой ситуации все индикаторы состояния перестают «срабатывать» в статистическом смысле, и таким образом, статистическое прогнозирование становится практически невозможным в силу нерегулярных и непредсказуемых скачков в анализируемых временных рядах, являющихся следствием попыток регулирования на макроэкономическом уровне.

В настоящее время методологической основой прогнозирования в нашей стране является Федеральный Закон РФ от 20.07.1995 г. «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Российской Федерации». В этом документе государственное прогнозирование социально-экономического развития РФ определено как система научно обоснованных представлений о направлениях социально-экономического развития РФ на законах рыночного хозяйствования [1].

Под прогнозом в АПК в настоящее время следует понимать научно обоснованное предвидение возможного развития сельского хозяйства с указанием количественных и качественных параметров или вариантов, сценариев, путей и сроков получения намеченных социально-экономических результатов. Сущность прогнозирования в агропромышленном комплексе заключается в научном обосновании целей его развития и системы мер, необходимых для их реализации в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективах. Для хозяйствующих субъектов АПК прогнозы являются источником информации в планировании организационной, производственной и коммерческой деятельности.

Новым направлением в использовании плановых методов становится ориентирование субъектов рынка на показатели (индикаторы) индикативных планов. Рыночные сигналы должны содержать предположения о повышении или понижении платежеспособного спроса населения, желательно по отдельным их группам. По мнению А.Ф. Серкова, ориентирование занимает положение между прогнози-

рованием и непосредственно планированием [2]. По нашему мнению, взаимосвязи между рассмотренными выше основными категориями (прогнозирования и планирования) можно условно изобразить следующим образом: гипотеза – прогноз – ориентирование на показатели – индикаторы индикативных планов – план. При обосновании планов используются не только индикаторы-показатели индикативных планов, но разрабатываются концепции и программы.

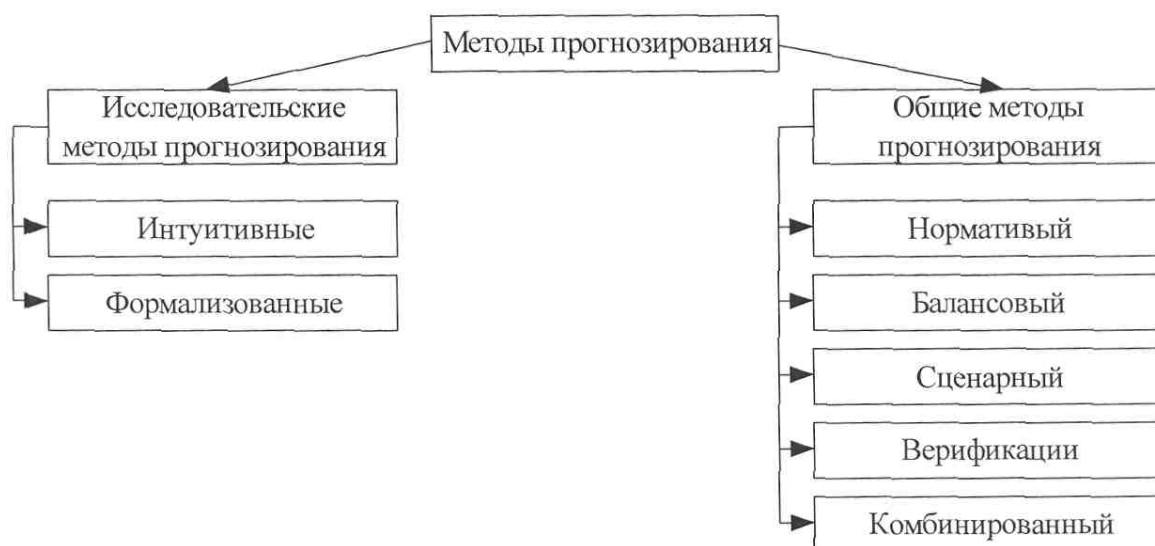
Составление прогнозов включает ряд этапов: анализ и оценка сложившегося положения, выделение наиболее существенных тенденций, формирование гипотезы или концепции, выбор методов прогноза, и, наконец, разработка самого прогноза. По времени учреждения можно выделить следующие группы прогнозов: долгосрочные (5-15 лет), среднесрочные (1-5 лет), краткосрочные (от одного месяца до года), оперативные (до одного месяца). По времени осуществления различают прогноз в реальном масштабе времени, этапный прогноз, неограниченный по времени принятия решения. При прогнозе целесообразно подразделять факторы, определяющие динамику основных прогнозных показателей сельского хозяйства, на следующие группы:

- а) зависящие преимущественно от деятельности непосредственно сельскохозяйственных товаропроизводителей;
- б) связанные с общеэкономической ситуацией в стране;
- в) определяемые функционированием отраслей, обеспечивающих сельскохозяйственное производство;
- г) формируемые под воздействием рыночных отношений.

Ведущая роль в системе прогнозирования принадлежит выбору соответствующих методов. На рис. 1 показана современная система методов прогнозирования развития сельского хозяйства на федеральном и региональном уровнях. Методы прогнозирования принято разделять на общие и исследовательские, а последние – на интуитивные (экспертные) и формализованные методы прогнозирования. При этом очень широко используются такие общие методы, как балансовый, а также сценарный методы прогнозирования, методы верификации.

Балансовый метод выражает экономическую сущность в виде балансовых моделей, позволяющих установить материально-вещественные и другие пропорции [3]. Этот метод относится к большинству используемых методов прогнозирования, исключая интуитивные, а также методы прогнозной экстраполяции и баз данных.





**Рис. 1. Методы прогнозирования развития сельского хозяйства на федеральном и региональном уровнях**

Сценарный метод прогнозирования, как интуитивно-логический метод, относится к числу неформальных методов прогнозирования, однако связан практически со всеми известными методами прогнозирования (как и метод верификации прогнозов).

Нормативный метод прогнозирования – это нахождение наилучшего пути достижения некоторой конечной цели в определенный момент времени, тогда как исследовательское прогнозирование направлено на выявление объективно сложившихся закономерностей и разработку прогнозов при условии сохранения неизменными этих тенденций.

Важнейшее значение имеет группа интуитивных (экспертных) методов прогнозирования, которые подразделяются на индивидуальные (проведение интервью и т.п.) и коллективные экспертные оценки (метод «мозговой атаки», метод комиссий, метод «дельфи», метод «дерева целей», матричный, а также эвристический методы и т.д.).

К группе формализованных методов относятся методы прогнозной экстраполяции, экономические, экономико-математические: статистические, оптимизационные, на основе экономических теорий, а также гибридные модели.

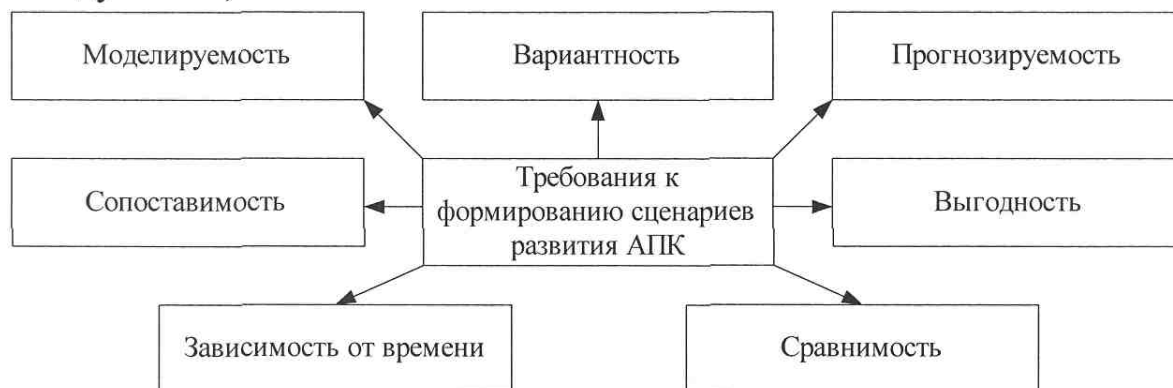
Нередко в экономической литературе существующая практика прогнозирования подвергается критике. Так, например, А.Д. Силин считает, что аграрному моделированию присуща полная раздроблен-

ность и отсутствие системности, как в методах экспериментирования, так и их системном обобщении. Некоторые ученые-аграрники считают, что многие применяемые при экономико-математическом моделировании методы спорны и могут давать некорректные результаты. Так, к примеру, Л.Н. Петрова считает, что значительная часть выводов, полученных от применения наиболее распространенных вероятностных методов обработки статистических массивов, спорна, так как биологические процессы во времени невероятны, поскольку последовательность их неслучайна, а зачастую и необратима. Поэтому их описание кривыми вероятностного распределения весьма проблематично, скорее носит субъективный характер. Однако наиболее серьезная критика по поводу применения неадекватных методов прогнозирования касается вопросов цикличности развития экономики, доказанной еще Н.Д. Кондратьевым (теория «длинных волн» экономической конъюнктуры) [4]. Так, например, С. Глазьев считает, что методы экстраполяции в прогнозировании допустимо применять не в период депрессии, а в периоды устойчивого роста, когда траектория экономического развития стабильна, и состояние рынка относительно равномерно.

Сельскохозяйственное производство на орошаемых землях развивается за счет рыночных и вне рыночных источников финансирования. Задача определения объемов общего финансирования для восстановления, реконструкции и развития оросительной сети сводится к обоснованию потребности предприятий в финансовых средствах из внешних источников с учетом поступлений от собственной хозяйственной деятельности. При этом возникают вопросы обоснования объемов средств из планируемых источников и их сочетаний, таких, например, как: государственные льготные кредиты и прибыль хозяйств, кредиты коммерческих банков и средства от выпуска акций и других. На фоне сохраняющейся тенденции к увеличению числа собственников орошаемых земель проблема при выборе источников и объемов финансирования с учетом требования баланса интересов финансируемых сторон, гарантий возврата вложений и других приобретает многовариантный, и зачастую вероятностный характер; для реализации этой проблемы планируется использовать сценарный метод прогнозирования.

Основные принципиальные требования к формированию сценариев развития сельского хозяйства, а также и мелиорации как подотрасли АПК отражены на рис. 2, а ниже рассмотрен состав каждого из блоков:

- сравнимость – любые варианты сценариев (стратегий) из принятого к рассмотрению множества вариантов должны быть сравнимы между собой;



**Рис. 2. Требования к формированию сценариев развития сельского хозяйства (в т.ч. мелиорации)**

- выгодность – стратегия считается эффективной, если ее реализация выгодна для общества в том смысле, что количественная или качественная оценка затрат на реализацию стратегии не должна превышать соответствующую оценку результатов;

- сопоставимость – оценка проводится путем сопоставления ситуаций, которые возникнут в случае реализации стратегии или в случае отказа от нее;

- вариантность – оценка эффективности каждого варианта сценария производится независимо от других вариантов на основе единых принципов и информационно-логических процедур;

- моделируемость – экономическая модель стратегии (сценария) в конечном итоге должна сводиться к формализованному представлению и анализу распределенных во времени затрат и результатов;

- зависимость от времени – основным показателем, характеризующим эффект сценария за весь расчетный период его реализации, является чистый дисконтированный доход (ЧДД) – накопленный чистый доход (интегральный эффект) с учетом неравноценности разновременных затрат и результатов;

- прогнозируемость – сравнение и выбор вариантов долгосрочной стратегии развития и размещения отраслей сельского хозяйства (в т.ч. – мелиорации) должны быть системно увязаны с долгосрочной стратегией развития агропродовольственного комплекса регионов и страны.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что сценарии и прогнозы рассматриваются как неотъемлемые элементы системы прогнозирования восстановления и развития орошаемого земледелия, с их учетом разрабатываются бизнес-планы и производственно-финансовые планы предприятий, планы развития сельского хозяйства районного и регионального уровней.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 20 июля 1995 г. № 115-ФЗ «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Российской Федерации».

2. Серков, А.Ф. Индикативное планирование в сельском хозяйстве / А.Ф. Серков. – М.: Информагробизнес, 1996. – С. 161.

3. Беданов, М.К. Прогнозирование и планирование развития аграрного сектора экономики (вопросы теории и практики) / М.К. Беданов. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 2005. – С. 285.

4. Кондратьев, Н.Д. Проблемы экономической динамики / Н.Д. Кондратьев. – М.: Экономика, 1989. – С. 526.

УДК 626.82.004:658

#### **ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

А.С. Капустян, Л.В. Юченко

ФГНУ «РосНИИПМ»

Первые документы, связанные с организацией службы эксплуатации мелиоративных систем, относятся к 70-м годам прошлого столетия, когда в бывшем СССР велось в больших масштабах строительство оросительных систем. Опыт мелиоративного преобразования показал, что эффективность использования орошаемых земель во всех природно-хозяйственных зонах страны во многом зависит от уровня службы эксплуатации.

Основополагающим документом в этот период был утвержденный постановлением Совета Министров СССР в 1971 году «Устав эксплуатационной службы органов мелиорации и водного хозяйства СССР».

В соответствии с «Уставом» эксплуатационная служба создавалась на оросительных, осушительных, оросительно-обводнительных, коллекторно-дренажных системах, водохранилищах, каналах, гидроузлах, насосных станциях, берегозащитных сооружениях и на других мелиоративных системах и водохозяйственных сооружениях межхозяйственного значения.

Эксплуатация оросительной, осушительной и коллекторно-дренажной сети и гидротехнических сооружений внутрихозяйственного значения осуществлялась колхозами, совхозами и другими предприятиями и организациями-водопользователями при технической помощи эксплуатационных организаций систем Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР.

Руководство эксплуатационной службой на мелиоративных системах и водохозяйственных сооружениях межхозяйственного значения осуществляло ММ и ВХ СССР через органы мелиорации и водного хозяйства союзных республик и главные территориальные управления при Министерстве.

Межхозяйственная оросительная, осушительная и коллекторно-дренажная сеть с сооружениями на ней находилась на балансе эксплуатационных водохозяйственных организаций.

В последующие годы разрабатываются руководства по проектированию служб эксплуатации оросительных систем в Укргипроводхозе, Средазгипроводхозе (1974 г.) и временное руководство в Южгипроводхозе (1976 г.).

В приведенных работах даны рекомендации по обоснованию состава проекта службы эксплуатации мелиоративных систем и некоторые материалы по расчету потребности в производственных базах жилых и служебных помещений, оборудовании и материалах. Работы предназначались для проектных организаций как руководство при проектировании служб эксплуатации мелиоративных систем.

В 1977 году были подготовлены «Временные типовые штатные нормативы» [1], предназначенные для дальнейшего совершенствования организации труда и создания экономичного и эффективного ап-

парата управления, наиболее целесообразной расстановки руководящих и инженерно-технических работников в водохозяйственных эксплуатационных организациях.

«Временные штатные нормативы» служили основой для определения численности руководящих, инженерно-технических работников и служащих водохозяйственных эксплуатационных организаций, в которых укрупненные нормативы численности административного управленческого персонала разработаны по пяти группам оплаты труда руководящих и инженерно-технических работников.

Объем работ для отнесения управлений к группам по оплате труда и численность работников определялись по площади приведенных фактически используемых орошаемых земель.

В перспективе предусматривалось продолжить работу по дальнейшему совершенствованию штатных нормативов, но по ряду причин до сегодняшнего дня они остаются основным утвержденным документом по нормативной нагрузке на работников эксплуатационных служб.

В 1980 году в Южгипроводхозе разрабатываются временные положения об отделах управлений эксплуатации оросительных систем Ростовской области и должностные инструкции работников, где приводится примерная структура эксплуатационной организации и должностные инструкции различных категорий служащих [2].

В последующие годы на основе обобщения и систематизации разработанных документов работниками планово-экономического отдела Центрального бюро научно-технической информации (ЦБНТИ) Госконцерн «Водстрой» в 1990 году подготовлен сборник «Квалификационные характеристики должностей руководителей, специалистов и служащих эксплуатационных водохозяйственных организаций» [3], предназначенный для оказания помощи при разработке должностных инструкций специалистами, подготовке и расстановке кадров, осуществления контроля за правильностью их использования в соответствии со специальностью и квалификацией специалистов, а также при проведении аттестации руководителей и специалистов.

В 1995 году Госконцерн «Мелиоводинформ» подготовил нормативные материалы по оплате труда работников бюджетных организаций АПК и социальной сфере, в котором приведены квалификационные характеристики отдельных должностей специалистов [4].

В качестве руководства при организации службы эксплуатации оросительных систем ФГНУ «РосНИИПМ» в 2003 году подготовил и утвердил на НТС Демелиоводхоза Минсельхоза России рекомендации [5], в которых наряду со структурой подразделений службы эксплуатации, их функциями и штатами приведены материалы по расчету потребности в производственных базах, служебных помещениях, технике и материалах.

В рекомендациях достаточно подробно дано обоснование структуры службы эксплуатации в сложившихся экономических условиях, а также определены их функции и штаты с учетом производственной базы, площадей орошения и категорий водопользователей.

Специализированный научный центр «Госэкомелиовод» в 2004 году опубликовал удельные нормативы ежегодных эксплуатационных затрат по мелиоративным системам и сооружениям федеральной собственности [6], в которых также привел типовые штаты и штатные нормативы работников эксплуатационных участков и линейного персонала управлений мелиоративных систем. Все разработанные документы внесли значительный вклад в упорядочение формирования эксплуатационных служб на оросительных системах.

В каком же состоянии находится организация эксплуатации оросительных систем сегодня?

На федеральном уровне управление эксплуатацией государственных мелиоративных систем осуществляет Департамент мелиорации и технического обеспечения Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

На областном (краевом, республиканском) уровне основными органами управления эксплуатацией межхозяйственных систем являются Федеральные государственные Управления мелиорации и сельскохозяйственного водоснабжения соответствующих регионов с сетью филиалов, а также управления эксплуатации гидроузлов и магистральных каналов межреспубликанского (межобластного) вододеления. Эти государственные управления оперативно подчиняются соответствующим Минсельхозам республик, краев и областей. Научно-техническое и методологическое обеспечение федеральных государственных Управлений и их филиалов на местах осуществляет Департамент мелиорации и технического обеспечения Минсельхоза России.

Вопросами эксплуатации мелиоративных систем занимаются также гидрогеолого-мелиоративные партии, ремонтно-эксплуатационные арендные (акционерные) предприятия, акционерные общества по водохозяйственному строительству и производству строительных материалов (учредители акционерных корпораций). Ремонтно-эксплуатационные предприятия и акционерные общества имеют с Федеральными государственными управлениями договорные отношения.

Эксплуатация государственных межхозяйственных мелиоративных систем, находящихся в федеральной собственности, осуществляется за счет государственных средств. Ремонт и содержание гидромелиоративных систем осуществляют за счет средств Федерального бюджета РФ, выделяемых на операционные расходы, а приобретение техники – за счет фонда поддержки сельского хозяйства и капитальных вложений.

Управления эксплуатации государственных мелиоративных систем могут иметь эксплуатационные участки. Наличие и число их зависят от обслуживаемой площади орошаемых земель, протяженности каналов, территориального размещения объектов и т.п.

Численность, структура и штаты управлений эксплуатации должны отвечать действующим нормативам, или их устанавливают в индивидуальном порядке в зависимости от приведенной площади орошаемых земель, наличия механизмов, электрооборудования, средств автоматики и телемеханики, насосных станций и др.

На основании материалов производственной деятельности служб эксплуатации оросительных систем предусматривалось расширение или создание новых служб, если площадь орошаемых земель в зоне деятельности достигает 35-40 тыс. га. Численный состав работников службы эксплуатации определялся на основании изучения и обобщения опыта эксплуатации оросительных систем Северного Кавказа, а также проектных проработок, выполняемых институтом «Южгипрводхоз», который составлял 6,8 единиц (ИТР, служащие, рабочие) на 1000 га орошаемых земель.

В соответствии с этим нормативом анализ современного состояния служб эксплуатации показал, что нагрузка на одного работника органов эксплуатации оросительных систем России составляет сего-



дня в среднем 215,3 га, что на 32 % выше, чем было в период до 1990 года [7].

Как же решать вопросы организации службы эксплуатации в современных условиях, когда вся внутрихозяйственная часть оросительных систем находится в частной собственности?

В новых условиях преобразование структуры управления эксплуатацией мелиоративных систем должно проводиться на уровне Управлений оросительных систем, ПМК, ремонтно-эксплуатационных управлений, специализированных заводов и предприятий путем объединения их в Ассоциации по водно-мелиоративной деятельности. Ассоциация должна быть юридическим лицом. Объектами ее деятельности являются: эксплуатация межхозяйственной и внутрихозяйственной сети, включая ее реконструкцию и развитие, распределение и подача воды на нужды водопользователей, охрана водных и земельных ресурсов. При Ассоциации создается Совет водопользователей.

В отношении финансирования работ по содержанию и эксплуатации внутрихозяйственной сети наиболее предпочтительной является схема, при которой водопользователи оплачивают проведение работ и содержание осуществляющей их организации на договорной основе.

При различных формах собственности на мелиорированные земли возникает необходимость в адаптации государственных служб эксплуатации мелиоративных систем к новым условиям хозяйствования. Эта необходимость вызвана еще и тем, что реализация «Национальной программы» потребует воссоздания или строительства новых внутрихозяйственных оросительных сетей. Уже сейчас существует проблема совместного использования части мелиоративной сети государственной собственности, находящейся на территории частного землевладельца-сельхозпроизводителя. В нормативно-правовом плане вопрос пока не решен. В дальнейшем представляется возможным распространение сферы влияния государственной службы эксплуатации и на внутрихозяйственные оросительные сети, с принятием их на баланс или переход на арендные отношения. Возможно, во всех случаях будет эффективным создание мелиоративно-технологических станций по обслуживанию и ремонту ОС различных форм собствен-

ности, что потребует реформирования организационной службы эксплуатации с созданием необходимой материально-технической базы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Временные типовые штатные нормативы руководящих инженерно-технических работников и служащих водохозяйственных эксплуатационных организаций системы Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР. – М., 1977. – 55 с.

2. Временные положения об отделах управлений эксплуатации оросительных систем Ростовской области и должностные инструкции работников. – Ростов-н/Д: Южгипроводхоз, 1980. – 169 с.

3. Квалификационные характеристики должностей руководителей, специалистов и служащих эксплуатационных водохозяйственных организаций. – М.: ЦБНТИ Госконцерн «Водстрой», 1990. – 45 с.

4. Нормативные материалы по оплате труда работников бюджетных организаций АПК и социальной сферы. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 1995. – 39 с.

5. Рекомендации по организации службы эксплуатации оросительных систем / под ред. В.Н. Щедрина; ФГНУ «РосНИИПМ». – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2003. – 31 с.

6. Удельные нормативы ежегодных эксплуатационных затрат по мелиоративным системам и сооружениям федеральной собственности (переработка). – М.: ФГУП СНЦ «Госэкомелиовод», 2004. – 30 с.

7. Капустян, А.С. Совершенствование нормативов организации труда при эксплуатации мелиоративных объектов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / А.С. Капустян, Л.В. Юченко; ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: ООО «Геликон», 2007. – Вып. 38. – С. 22-26.

УДК 626.8.004:658.5.004.12

### **ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В СЛУЖБАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

В.В. Слабунов, О.В. Воеводин, С.Л. Жук  
ФГНУ «РосНИИПМ»

Выход стандартов ИСО-9001 и соответствующих российских стандартов, построенных на современной философии Всеобщего

управления качеством (TQM) и отражающих происходящие на мировом рынке изменения, создает реальную возможность для российских организаций внедрить в практику своей работы эффективные инструменты улучшения качества и повышения конкурентоспособности [1].

Однако внедрение систем менеджмента качества на основе стандартов ИСО-9001 требует развития методической базы. Прежде всего, следует разработать комплекс методических материалов по менеджменту качества на основе стандартов ИСО-9001, подготовить и актуализировать пакет документов по сертификации систем качества и производств. В данном случае проектированию процессов, в том числе управления качеством, при создании системы управления качеством на мелиоративных системах, необходим системный подход, обеспечивающий своевременную совместную работу всех прямых участников работ для наиболее полного удовлетворения потребностей, ожиданий и требований заказчика [2]. Для такого системного подхода требуется соответствующее методологическое обеспечение, а отсутствие его не позволит построить эффективные процессы в короткие сроки. Чтобы этого добиться, недостаточно просто представить деятельность служб эксплуатации оросительных систем в соответствии с установленными стандартами ИСО-9001. Главная сложность состоит в том, что необходимо создать более высокую культуру производства внутри предприятия.

Так, для начала дадим некоторые определения, касающиеся данной темы:

*Продукция* – результат деятельности или процессов.

*Качество* – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности.

*Политика в области качества* – основные направления и цели организации в области качества, официально сформулированные высшим руководством.

*Система качества Управления оросительными системами (УОС)* – совокупность соответствующим образом систематизированных элементов организационно-технической и производственной деятельности УОСа. Система качества охватывает: организационную структуру УОС; ответственность и полномочия персонала, его права и обязанности; технологию осуществления производственной дея-

тельности, контроля, оценки и улучшения качества работ, а также исправления дефектов в процессе производства работ, приемки их результатов и в процессе эксплуатации объектов; процессы взаимодействия подразделений УОС между собой и со службами заказчика и поставщиков; деятельность УОС по материально-техническому обеспечению качества работ и по соответствующей подготовке персонала.

*Управление качеством* – методы и виды деятельности оперативного характера, используемые для выполнения требований к качеству.

*Программа качества* – документ, регламентирующий конкретные меры в области качества, ресурсы и последовательность деятельности, относящейся к конкретной продукции, проекту или контракту.

*Документированная процедура системы качества (ДП СК)* – документ, содержащий необходимые сведения для эффективного управления определенным видом деятельности организации, влияющим на качество продукции и охватывающим завершенный элемент системы качества или его составную часть.

Так как Управления оросительными система являются филиалами ФГУ «Управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения», то мы имеем децентрализованное управление и считаем, что внедрение СМК необходимо проводить непосредственно в филиалах [3], потому что децентрализация, а вследствие с этим делегирование полномочий по управлению филиалом «...позволяет иметь более точное представление о том, какие линии производства и продукция прибыльны, а какие убыточны» [4].

Целью деятельности УОС в области качества является:

- организация эксплуатации мелиоративных систем и водохозяйственных сооружений межхозяйственного значения;
- проведение мелиоративных мероприятий;
- наблюдение за сельскохозяйственным использованием и состоянием мелиорированных земель;
- создание оптимального и адаптированного к требованиям потребителя сочетания значений эксплуатационных характеристик (временных, вероятностных и комплексных показателей надежности, эргономических, экологических и др.) с учетом реальных ограничений на ресурсы;

- создание высокой степени устойчивости и безопасности продукции, включая случаи природных техногенных аварий и катастроф, при обеспечении минимальных рисков потребителя.

Основными задачами деятельности УОС в области управления качеством являются:

- организация рационального водопользования на мелиоративных системах и водохозяйственных сооружениях межхозяйственного значения, своевременная и бесперебойная подача воды сельскохозяйственным и другим предприятиям-водопользователям в соответствии с утвержденными в установленном порядке планами на основе заключенных договоров;

- осуществление организационных и технических мероприятий по поддержанию в исправном и работоспособном состоянии всех элементов мелиоративных систем и водохозяйственных сооружений, обеспечение технической готовности мелиоративных систем и гидротехнических сооружений межхозяйственного значения к поливам;

- осуществление мероприятий по обеспечению и увеличению сроков службы мелиоративных систем и водохозяйственных сооружений путем своевременного проведения планово-предупредительных ремонтов;

- осуществление контроля за мелиоративным состоянием орошаемых и осушенных земель, ведение водного кадастра и мониторинга за рациональным и эффективным использованием воды водопользователями;

- постоянное совершенствование процедуры взаимодействия между подразделениями, субподрядчиками (поставщиками) и потребителем;

- обеспечение функционирования системы менеджмента качества с заданной эффективностью.

Высокие результаты решения поставленных задач достигаются за счет реализации следующей политики в области качества:

- правильной и четкой формулировки целей в текущей экономической ситуации и с учетом научно-технических достижений в сфере деятельности;

- применения научных и патентных разработок в области управления технологическими процессами и проектами;

- применения в продукции высоконадежных компонентов и элементной базы отечественных и зарубежных компаний только с заслуженной и проверенной репутацией;
- разработки программ и планов качества и эффективного контроля их выполнения;
- функционирования системы менеджмента качества, полностью наблюдаемой и управляемой;
- непрерывного управления всеми документированными процедурами и стандартами предприятия;
- обеспечения контроля входных и выходных данных и выполнения соответствующих корректирующих и предупреждающих действий;
- совершенствования методов и средств измерений и оценивания показателей качества продукции и ключевых процессов;
- оптимального управления ресурсами и жизненным циклом продукции, при естественных ограничениях на ресурсы.

Организационная структура системы менеджмента качества УОС представлена на рис. 1.

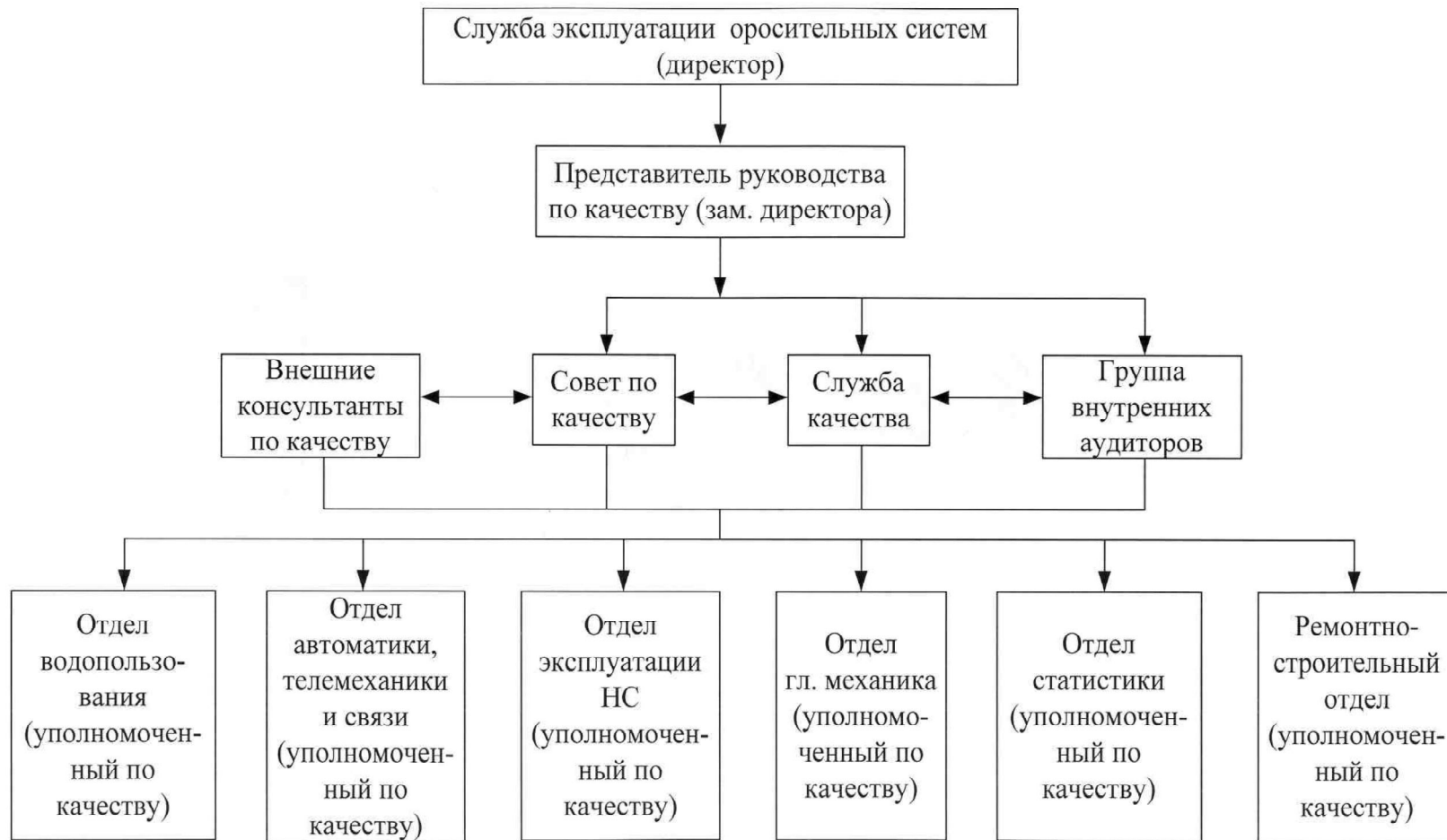
Система качества УОС должна быть документально оформлена. Объем документации и форма ее представления зависят от политики УОС в области качества, размера УОС и ее организационной структуры. Объем документации должен быть ограничен областью ее практического применения.

К первому и основному уровню документации системы качества УОС относится «Руководство по качеству».

Ко второму уровню документации относятся документированные процедуры системы качества (ДП СК).

К третьему уровню документации относятся различные рабочие документы по качеству, содержащие инструкции, методики, технологические карты, карты трудовых процессов, результаты контроля, испытаний, проверок, а также отчеты по качеству.

Документированные процедуры системы качества должны содержать описание деятельности структурных подразделений УОС, необходимой для внедрения элементов системы качества, а также описание последовательности действий рабочего, обслуживающего персонала и специалистов, осуществляющих запланированную деятельность в рамках системы качества.



**Рис. 1. Организационная структура СМК Управления оросительными системами**

Планирование и управление качеством является функцией управляющего персонала УОС, к которому относятся руководство УОС и руководители всех ее структурных подразделений.

Планирование качества в УОС осуществляется путем разработки программ качества на проведение конкретных работ. Программы качества являются составной частью бизнес-плана, который, в свою очередь, является моделью деятельности УОС в рыночных условиях, то есть новой прогрессивной формой плана.

Оперативное управление качеством в УОС осуществляют руководители всех структурных подразделений УОС (отдела водопользования; отдела автоматики, телемеханики и связи; отдела эксплуатации насосных станций; отдела главного механика; отдела статистики; ремонтно-строительного отдела), которые также являются ответственными за качество работ своего подразделения. Они осуществляют обеспечение готовности производства, служб и средств предприятия к внедрению системы качества, при этом контроль за функционированием системы качества осуществляет служба качества с привлечением внутренних аудиторов.

Анализируя вышесказанное, необходимо сделать следующие выводы:

- выход стандартов ИСО-9001 и соответствующих российских стандартов, создает реальную возможность для российских организаций внедрить в практику своей работы эффективные инструменты улучшения качества своей деятельности и позволит организациям всех видов и размеров внедрять и обеспечивать функционирование эффективных систем менеджмента качества, что потребует разработки комплекса методических материалов по менеджменту качества на основе стандартов ИСО-9001, подготовки и актуализации пакета документов по сертификации систем качества, применительно к службам эксплуатации;

- так как стандарты ИСО-9001 имеют общетехнический характер и не учитывают специфику организаций, а сам процесс сертификации системы качества предполагает немалые затраты, то на первом этапе предлагается внедрение системы качества непосредственно в УОС и без сертифицирования данной области деятельности.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Международная организация по стандартизации // ИСО 9000 + ИСО 14000, ИБ по материалам ИСО. – 2001. – № 1. – С. 5.
2. Руководство по применению стандарта ИСО 9001:2000 в малом бизнесе. – М.: РИА «Стандарт и качество», 2001. – 168 с.
3. Рекомендации по организации службы эксплуатации оросительных систем / ФГНУ «РосНИИПМ». – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2003.
4. Паркинсон, С. Искусство управления / С. Паркинсон, М. Рустомджи. – М., 1999. – 272 с.

УДК 626.82.004:631.67 «5»

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ОРОШЕНИЯ**

А.Л. Кожанов

ФГНУ «РосНИИПМ»,

С.Ю. Бакоев

ФГОУ ВПО «ДонГАУ»

Условия сельскохозяйственного производства на современном этапе определяют разработку новых инновационных технологий и создание эффективных ресурсосберегающих экологически безопасных оросительных систем нового поколения, обеспечивающих расширенное воспроизводство плодородия почв и сокращения затрат воды до 50 % на единицу продукции в условиях глобального неблагоприятного изменения климата и возрастающих антропогенных нагрузок на сельскохозяйственное производство.

Технически совершенные оросительные системы нового поколения должны создаваться как при осуществлении нового строительства, так и при проведении реконструкции физически и морально устаревших оросительных систем. Оросительные системы нового поколения должны обеспечивать:

- минимум всех видов непроизводительных потерь воды и земли;
- минимум затрат труда обслуживающего персонала, соответствующих правилам труда и санитарным требованиям;

- своевременное проведение поливов и внесение агрохимикатов в соответствии с заданными оптимальными водным, солевым и пищевым режимами почв, гарантирующими получение экономически обоснованных урожаев при любых погодных условиях [1, 2].

Существенной проблемой сельского хозяйства в Ростовской области являются систематически чередующиеся годы с недостаточной влагообеспеченностью с относительно благоприятными годами. Для таких условий радикальным средством обеспечения стабильности земледелия является внедрение периодического орошения. Периодическое орошение – это полив дополнительных участков богарного земледелия в случае наличия излишков воды, которые образуются в зависимости от влагообеспеченности года. Использование системы периодического орошения позволит более рационально потреблять водные, трудовые и материальные ресурсы. Это повысит суммарную эффективность использования воды, дождевальной техники, обслуживающего персонала, удобрений, улучшит почвенно-мелиоративные условия и т.д.

Одной из проблем является организация полива площадей периодического орошения во влажные годы. При обеспеченности вегетационного периода менее 75 % по дефициту водного баланса (влажный год) образуются излишки воды, увеличивается простой дождевальной техники и обслуживающего персонала. Поэтому встает вопрос определения оптимального интервала обеспеченности, в котором применение периодического орошения будет наиболее выгодным, и определения максимально возможной площади периодического орошения. Для этого провели анализ данных урожайности и затрат на возделывание для условий Ростовской области в годы различной обеспеченности на примере кукурузы.

Далее в первом приближении была установлена зависимость энергии дополнительного урожая, выраженная функцией  $F(x) = -0,0052x^2 + 0,709x + 12,725$ , и зависимость дополнительных затрат на орошение, выраженная функцией  $G(x) = -0,0011x^2 + 0,2397x + 10,419$ . Для наилучшего приближения использовали методы наименьших квадратов и совмещение полиномиальной, квадратичной и обратной зависимостей в линейной регрессии общего вида [3]. В нашем случае функция прибыли равна  $P(x) = F(x) - G(x)$ .

На первом этапе, по аналогии с экономическими задачами, провели анализ функции прибыли. Для этого нашли эластичность этой функции, локальный экстремум, построили график (рис. 1). Как известно, эластичность функции  $E_y$  – это коэффициент пропорциональности между относительными изменениями величин зависимой и независимой переменных, т.е. между  $P(x)$  и  $x$ , который определяется по формуле

$$E_y = \frac{x}{P(x)} \cdot P'(x).$$

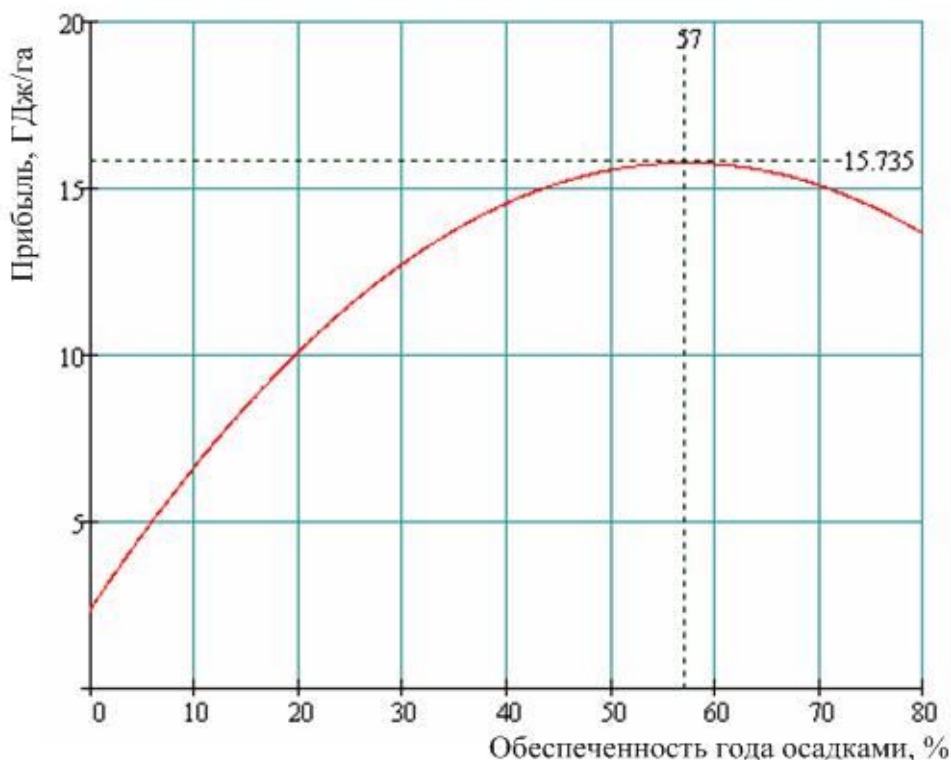
Таким образом, имеем:

$$P(x) = F(x) - G(x) = -0,0041x^2 + 0,4693x + 2,306,$$

$$P'(x) = -0,082x + 0,4693,$$

тогда 
$$E_y = \frac{-0,082x^2 + 0,4693x}{-0,0041x^2 + 0,4693x + 2,306} = \frac{82x^2 - 4693x}{41x^2 - 4693x - 23060}.$$

Точка экстремума определяется с помощью правила определения экстремума функции одной переменной. Максимум функции равен при  $x = 57\%$ ,  $P(x) = 15,735$  ГДж/га.



**Рис. 1. График зависимости прибыли от обеспеченности года осадками**

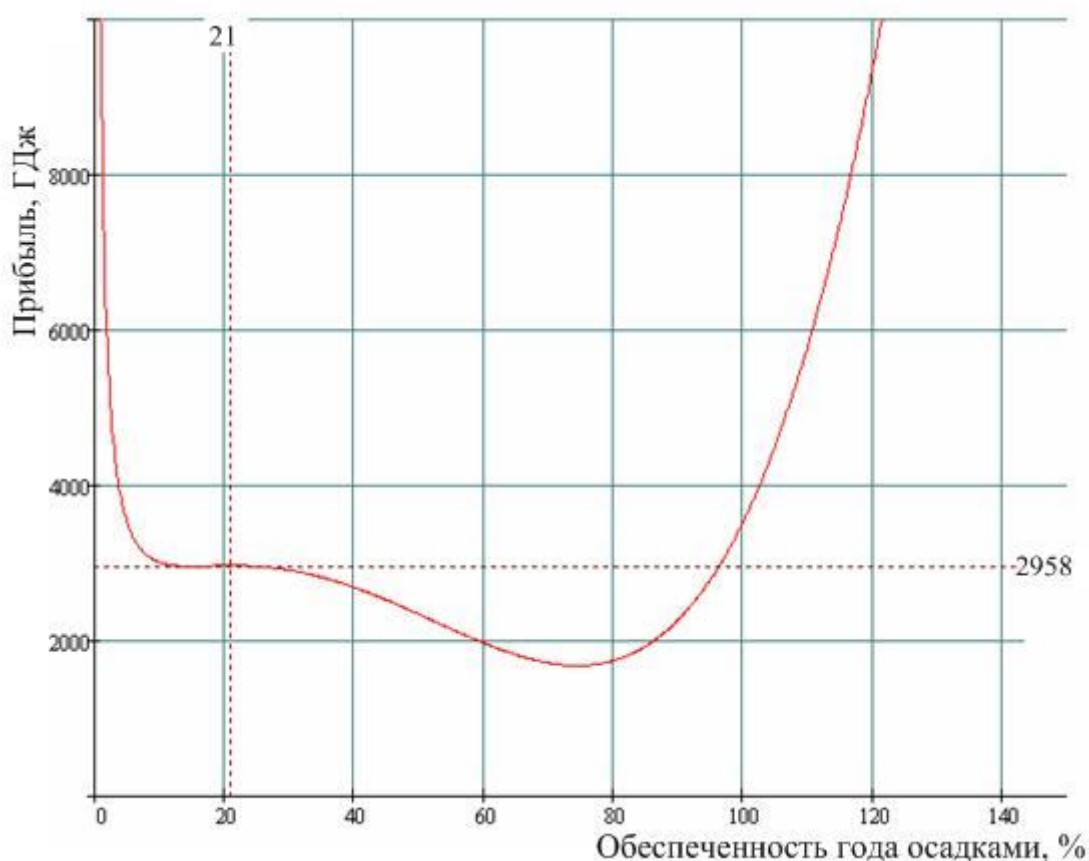
Из графика, представленного на рис. 1, видно, что прибыль с одного гектара площади периодического орошения возрастает до года 57 % обеспеченности года осадками и составляет 15,735 ГДж/га, а далее начинает резко снижаться.

Функция прибыли от использования системы периодического орошения путем наилучшего приближения была получена нами в виде следующей зависимости:

$$M(x) = (0,0041x^2 + 0,4693x + 2,306) \cdot (3699,8x^{-1,1472} + 0,0323x^2 - 4,9104x + 188,09).$$

Функцию исследовали графически и методами дифференциального исчисления, и получен максимум этой функции при  $x = 21$  %,  $M(x) = 2958$  ГДж.

Ниже приведен график с указанием точки максимума (рис. 2).



**Рис. 2. Функция прибыли от использования системы периодического орошения**

Далее решалась задача, состоящая в нахождении оптимального соотношения энергии дополнительного урожая, дополнительных затрат на орошение и прибыли от использования дополнительных площадей при использовании системы периодического орошения.

Для этого мы использовали метод предельного анализа, состоящий в использовании концепции предельного дохода и предельных затрат [3]. Предельный доход ( $M'(x)$ ) определяется как доход от использования дополнительных площадей, предельные затраты ( $G'(x)$ ) определяются как дополнительные затраты на орошение. Графически они представлены в виде касательных к графикам функций, описывающих затраты и прибыли.

Прибыль будет максимальной при условии равенства предельного дохода и предельных затрат, т.е.  $M'(x) = G'(x)$ .

Находим первые производные от двух функций и приравниваем их к нулю:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx}M(x) &\rightarrow (0,82e^{-2} \cdot x + 0,4693) \cdot \left( \frac{3699,8}{x^{1,1472}} + 0,323e^{-1} \cdot x^2 - 4,9104x + 188,09 \right) + \\ &+ (0,41e \cdot x^2 + 0,4693x + 2,306) \cdot \left( \frac{-5244,41056}{x^{2,1472}} + 0,646e^{-1} \cdot x - 4,9104 \right); \\ \frac{d}{dx}G(x) &\rightarrow (-0,22e^{-2})x + 0,2397. \end{aligned}$$

Решив совместно два уравнения, имеем:  $x = 15$  % и  $x = 21$  %. Подставив найденные значения в функцию  $T(x) = M(x) - G(x)$ , имеем:  $T(15)=2935$ ;  $T(21)=2943$ .

Исходя из результатов, полученных путем предельного анализа и представленного выше графика, можно сделать вывод о том, что оптимальное значение обеспеченности равно 21 %. Так же можно предположить, что диапазон целесообразности использования СПО и получения максимальной прибыли колеблется в интервале от 13 до 28 %.

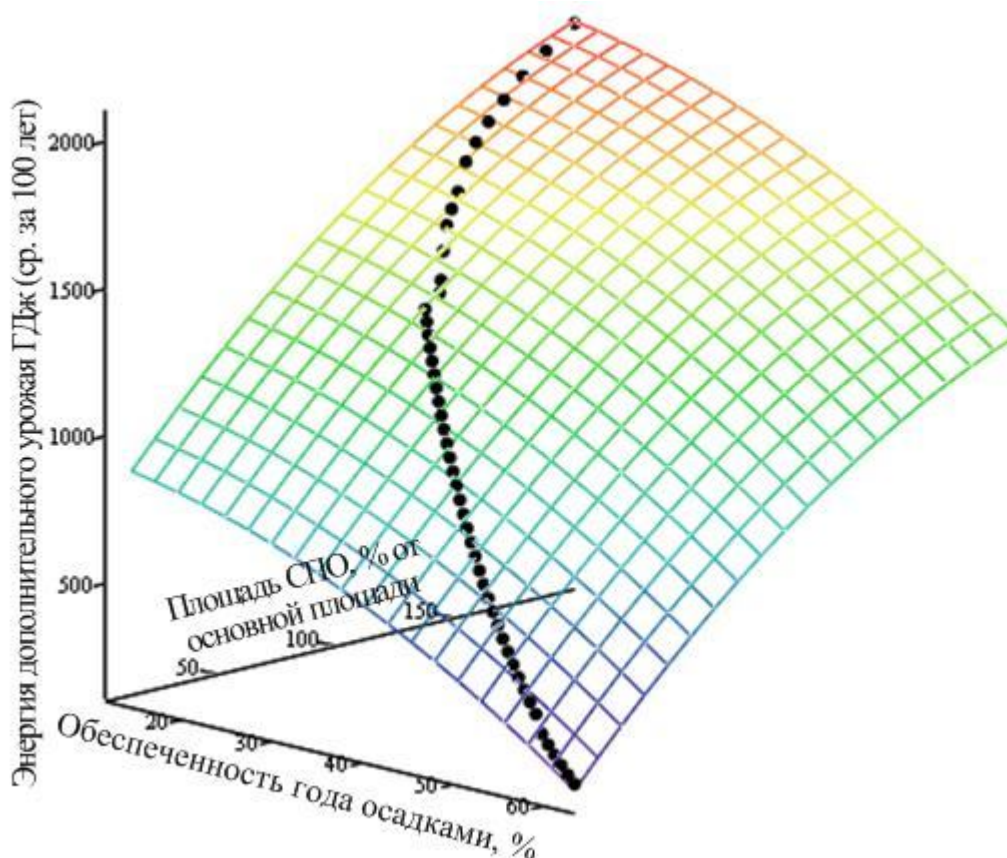
Система периодического орошения с точки зрения анализа определяется большим числом одновременно и совокупно действующих факторов. В этой связи, для оценки эффективности использования СПО, установили зависимость средней дополнительной урожайности за год (зависимая переменная  $Z$ ) от обеспеченности и дополнительной площади, которая освобождается при использовании СПО – объясняющие переменные  $X$  и  $Y$  соответственно.

Для определения зависимости применяли метод множественной регрессии. Основываясь на экспериментальных данных, применили элементы множественного регрессионного анализа и встроенные

функции системы компьютерной математики «MathCad» [4]. Далее применяем следующие обозначения. Объясняющие переменные  $X$  – обеспеченность и  $Y$  – дополнительная площадь; зависимая переменная  $Z$ ;  $T$  – матрица значений функции  $g(X, Y)$ ;  $R^2$  – множественный коэффициент детерминации;  $F$  – критерий значимости уравнения.

График полученной зависимости представлен ниже (рис. 3). В развернутом виде функция имеет вид:

$$g(x, y) = 0,001866xy - 0,017y^2 - 0,854x - 0,186x^2 + 849,194.$$



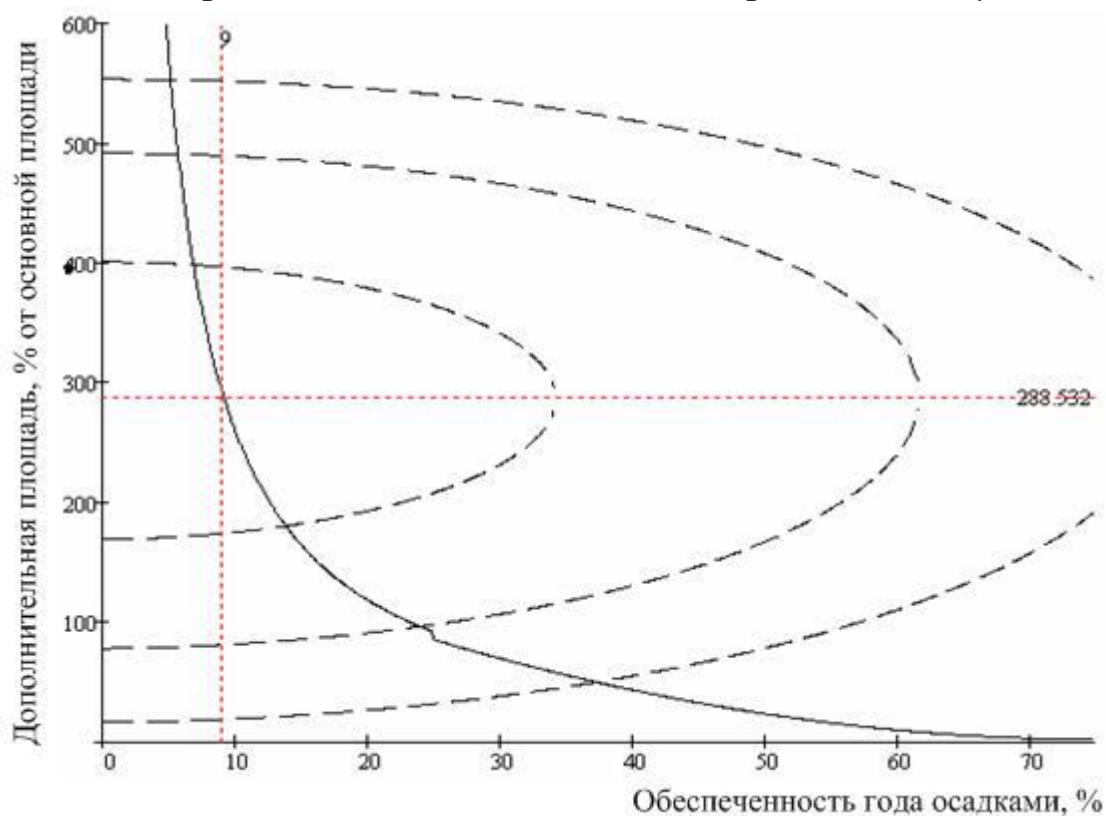
**Рис. 3. График зависимости энергии дополнительного урожая от обеспеченности года осадками и площади периодического орошения**

Для проекции на плоскость  $xOy$  функции  $g(x, y)$  обозначим ее через  $\alpha$ , и при различных значениях  $\alpha$  получим различные линии уровня:

$$0,00186xy - 0,017y^2 + 9,688y - 0,854x - 0,186x^2 + 849,194 = \alpha. \quad (1)$$

Решив квадратное уравнение относительно  $y$ , и придавая различные значения  $\alpha$ , получили линии уровня, изображенные на рис. 4 пунктирными линиями. На рис. 4, например,  $\alpha$  принимает значения, равные 1000, 1500, 2000 единицам. Исследование на условный экстремум

предполагает поиск максимума функции  $g(x,y)$  вдоль линии  $y(x)$ , которая в свою очередь связывает объясняющие переменные  $x$  и  $y$ .



**Рис. 4. График для определения максимально возможной площади периодического орошения**

Как видно из рис. 4, функция  $g(x,y)$  достигает своего максимума в точке  $x = 9$ ,  $y = 288,532$ . Таким образом, в первом приближении можно утверждать о том, что использование СПО позволяет максимально возможно выделить дополнительные площади в размере приблизительно 288, 532 га, при площади основного орошения 100 га, в год 9 % обеспеченности осадками:

$$R^2 = \frac{1,433 \cdot 10^7}{1,444 \cdot 10^7} \approx 0,9292528969 .$$

Тогда 
$$F = \frac{0,9292528969 \cdot 44}{(1 - 0,9292528969) \cdot 5} = 115,587 > F_{0,05,5,44} = 4,46.$$

Полученные значения индекса детерминации и  $F$  позволяют сделать вывод о том, что:

– уравнение регрессии значимо, т.е. исследуемая зависимая переменная  $g(x,y)$  достаточно хорошо описывается включенными в регрессионную модель переменными  $X$  и  $Y$ ;

– значение  $R^2$ , равное 0,929, указывает на тесную взаимосвязь между зависимой переменной  $g(x,y)$  – средней дополнительной урожайности за год в ГДж от использования СПО – и совокупностью объясняющих переменных – обеспеченности ( $x$ , %) и дополнительной площади ( $y$ , га).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гидромелиоративные системы нового поколения / ВНИИ-ГиМ. – М., 1997.
2. Щедрин, В.Н. Стратегия использования орошаемых земель в современных условиях / В.Н. Щедрин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. – № 3. – С. 45-51.
3. Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления. – Т.1 / Н.С. Пискунов. – М.: Интеграл-Пресс, 1998.
4. Бакоев, С.Ю. Математика. Решение типовых задач высшей математики с помощью СКМ «Mathcad» в 2 ч. – Ч. 1. / С.Ю. Бакоев. – п. Персиановский, 2007.

УДК 681.12

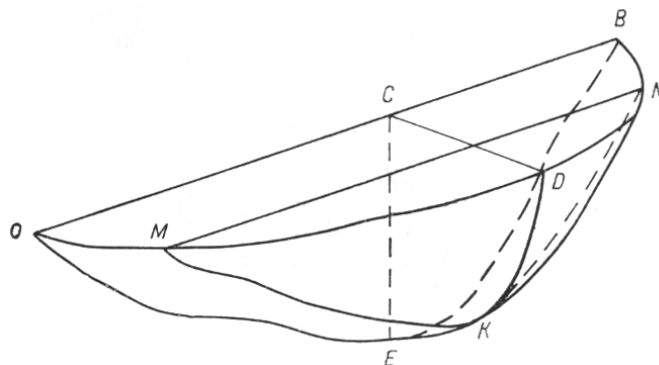
### **НОВЫЙ СПОСОБ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАСХОДА ВОДЫ ПО МЕТОДУ «СКОРОСТЬ-ПЛОЩАДЬ»**

М.А. Варичев

ФГНУ «РосНИИПМ»

Сущность метода «скорость-площадь» заключается в определении объема модели расхода воды, вид которого показан на рис. 1, то есть водяного тела объемом, численно равным расходу воды через поперечное сечение потока [1]. Это тело ограничено сзади поперечным сечением потока  $OBE$ , сверху – поверхностью, представляющей собой эпюру поверхностных скоростей течения  $ODB$ , и снизу – криволинейной поверхностью  $OMDNB$ , образованной распределением скоростей по площади сечения потока. Кроме того, на рис. 1 изображены эпюра скоростей на вертикали  $CDE$  и изотаха  $MNK$ .





**Рис. 1. Модель расхода воды**

Если рассматривать скорость потока  $u$  в каждой точке сечения как функцию, зависящую от координат –  $u=f(x,y)$ , то расход воды, проходящий через поперечное сечение, численно равный объему водного тела, можно вычислить как двойной интеграл от этой функции:

$$Q = \int_{x=0}^{x=B} \int_{y=0}^{y=h(x)} u \cos \alpha dx dy = \int_{\omega} u d\omega, \quad (1)$$

где  $Q$  – расход через поперечное сечение канала, м<sup>3</sup>/с;

$B$  – ширина канала по верху, м;

$h(x)$  – глубина канала на вертикали  $x$ , м;

$u$  – скорость потока, проходящего через элементарную площадку, м/с;

$\alpha$  – угол вектора местной скорости к нормали;

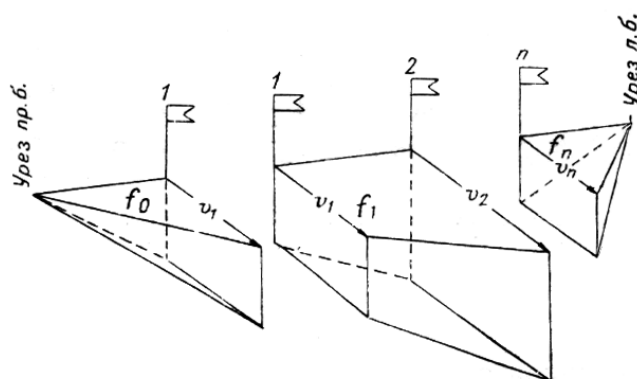
$\omega$  – область водного сечения канала.

Однако такой способ неприменим ввиду того, что неизвестен вид функции распределения скоростей потока по сечению  $u=f(x,y)$ , поэтому на практике используют приближенные способы вычисления этого интеграла.

Таким приближенным решением, в частности, является аналитический способ, используемый в настоящее время для вычисления расхода по результатам измерений скоростей и глубин.

На рис. 2 представлена расчетная модель расхода к аналитическому методу, которая, в отличие от модели расхода на рис. 1, упрощена следующим образом. Для каждой вертикали по эмпирическим формулам определяется средняя скорость  $V_{cp}$ , и каждая эпюра скорости в этом случае представляет собой прямоугольник с основанием  $V_{cp}$  и высотой  $h$  (глубина потока на вертикали), площадь между вертикалями представляет собой трапецию (на урезах – треугольники)

с основаниями, равными глубинам соответствующих вертикалей, и высотой, равной расстоянию между вертикалями.



**Рис. 2. Схема к вычислению расхода воды аналитическим методом (расчетная модель расхода):**  $f_0, f_1, \dots, f_n$  – площади прибрежных отсеков,  $v_1, v_2, \dots, v_n$  – средняя скорость на соответствующей вертикали

Средняя скорость потока на вертикалях определяется по эмпирическим формулам [2]:

- для случая измерения скорости в трех точках

$$u_{\text{ср}} = 0,33 \cdot (u_{0,2h} + u_{0,4h} + u_{0,8h}) ;$$

- для случая измерения скорости в пяти точках по формулам

$$u_{\text{ср}} = 0,05u_{\text{пов}} + 0,347 \cdot (u_{0,8h} + u_{0,4h}) + 0,173u_{0,2h} + 0,083u_{\text{дон}} ,$$

где  $u_{\text{ср}}$  – средняя скорость на вертикали;

$u_{0,2}, u_{0,4}, u_{0,8}$  – скорость, измеренная на соответствующей индексу относительной глубине, отложенной от дна;

$u_{\text{пов}}$  – скорость измеренная у поверхности воды;

$u_{\text{дон}}$  – скорость измеренная у дна.

Г.В. Железняковым, И.Ф. Карасевым и другими для вычисления средней скорости потока на вертикали открытого потока без развитой растительности рекомендуются следующие формулы, лучше учитывающие особенности эпюры распределения скоростей на вертикали [3, 4]:

- для случая измерения скорости в трех точках

$$u_{\text{ср}} = 0,25 \cdot (u_{0,2h} + 2u_{0,4h} + u_{0,8h}) ;$$

- для случая измерения скорости в пяти точках по формулам

$$u_{\text{ср}} = 0,1 \cdot (u_{\text{пов}} + 3u_{0,8h} + 3u_{0,4h} + 2u_{0,2h} + u_{\text{дон}}).$$

Площади отсеков потока между вертикалями определяются по формулам:

- для прибрежных отсеков на каналах с откосами

$$f_0^{\circ} = 0,5b_0h_1, \quad f_0^{\prime\prime} = 0,5b_nh_n;$$

- для прибрежных отсеков на каналах с вертикальными стенками и всех прочих отсеков

$$f_n = 0,5 \cdot (h_n + h_{n+1})b_n.$$

где  $h$  – глубины на вертикалях;

$b_0$ - $b_n$  – расстояния между крайними вертикалями и урезами берегов;

$b_1$ - $b_{n-1}$  – расстояния между смежными вертикалями.

Таким образом, сложное водяное тело – модель расхода – заменяется рядом правильных геометрических фигур, объем которых может быть подсчитан точно [1].

Аналитический способ был разработан в конце 80-х годов прошлого столетия (когда вычислительная техника еще не была общедоступна), и поэтому в значительной мере упрощен с целью проведения всех необходимых расчетов вручную в полевых условиях. Вычисление расхода воды по результатам измерения линейно-угловых параметров сечения канала, глубины, местных скоростей потока производится по формуле

$$Q = kV_1f_0^{\circ} + 0,5 \cdot (V_1 + V_2)f_1 + \dots + 0,5 \cdot (V_{n-1} + V_n)f_n + kV_nf_0^{\prime\prime}, \quad (2)$$

где  $Q$  – расход воды;

$k$  – коэффициент скорости для прибрежных отсеков;

$V$  – средняя скорость потока на вертикалях;

$f$  – площади отсеков потока между вертикалями.

Коэффициент скорости для прибрежных отсеков, согласно методике МВИ 05-90, следует принимать в зависимости от качества облицовки канала из диапазона от 0,7 (необлицованный канал) до 0,9 (гладкая бетонная облицовка).

Как уже указывалось, формула (2) является приближенной: в ней допускается линейная интерполяция средней скорости между соседними вертикалями. В действительности эпюра распределения

средних скоростей по ширине потока имеет криволинейные очертания. Кроме того, объем части модели расхода между скоростными вертикалями вычисляется в указанной формуле как объем призмы, однако этот объем имеет более сложную форму. В результате указанных допущений значение расхода, вычисленное по формуле (2), как правило, оказывается несколько заниженным.

Нами предлагается использовать бикубическую сплайн-интерполяцию для представления распределения скоростей по площади сечения канала. Сплайны в настоящее время являются одним из передовых методов построения и анализа криволинейных поверхностей. При этом поверхность модели расхода воды приобретает естественные криволинейные очертания, близкие к действительным [5]. Объем вычислений в предлагаемом методе многократно превышает расчеты при использовании аналитического метода, и ручная обработка результатов не представляется возможной. Однако, с учетом современного уровня развития вычислительной техники, эти расчеты не представляют сложности, являясь при этом на несколько порядков более точными [6].

В предлагаемом методе функция  $u=f(x,y)$ , представляющая распределение скоростей на отдельном участке площади сечения канала, представляется в виде

$$u_{i,j} = f(x, y) = \sum_{k=0}^3 \sum_{l=0}^3 c_{i,j,k,l} \cdot (x - x_i)^k \cdot (y - y_j)^l, \quad (3)$$

где  $u_{i,j}=f(x,y)$  – функция распределения скоростей потока по сечению на некотором произвольном участке, м/с;

$x, y$  – координаты точки, для которой вычисляется скорость, м;

$x_i, y_j$  – координаты левой и нижней, соответственно, границ участка, которому принадлежит точка  $(x, y)$ , м;

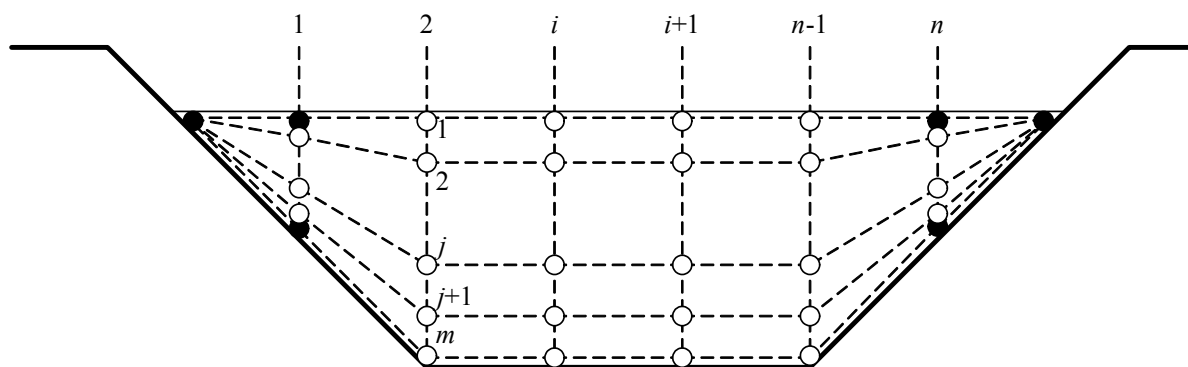
$c$  – матрица коэффициентов сплайна.

Суть предлагаемой автором методики вычисления расхода с использованием бикубической сплайн-интерполяции заключается в разбиении площади живого сечения канала на участки, для каждого из которых строится бикубическое уравнение, то есть находятся все его 16 коэффициентов  $c_{i,j,k,l}$ , которые вычисляются с учетом всех измеренных, согласно методике, скоростей потока. После чего объем водного тела, численно равный расходу, вычисляется по формуле, яв-

ляющей точным аналитическим решением в общем виде двойного интеграла (1).

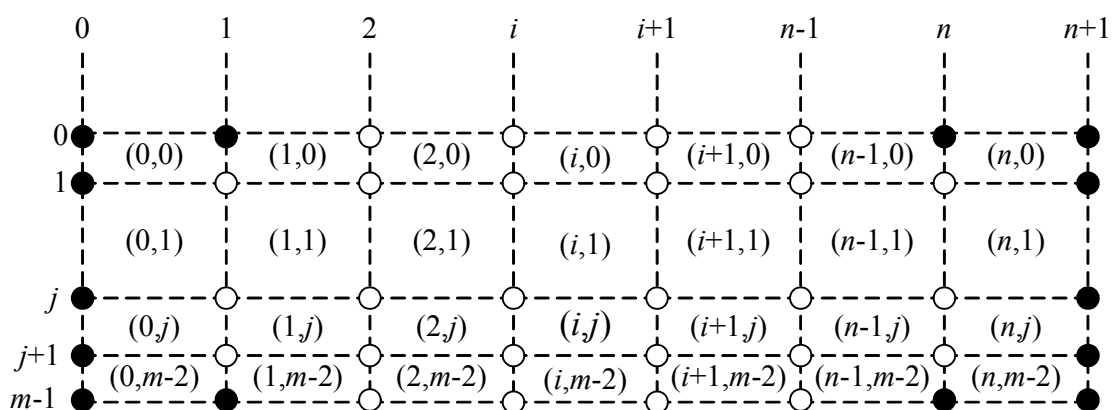
Таким образом, поверхность, составленная из участков поверхностей, построенных на каждом участке, представляет собой гладкую, без резких изломов, поверхность, более точно соответствующую модели расхода, по сравнению с аналитическим методом.

Рассмотрим поперечное сечение канала с отмеченными на нем, согласно методике МВИ 05-90, вертикалями и точками, в которых измеряется скорость (рис. 3).



**Рис. 3. Поперечное сечение канала с отмеченными точками измерения скоростей:**  $\circ$  – точки измерения скорости;  $\bullet$  – точки, в которых скорость вычисляется;  $n$  – количество вертикалей;  $m$  – количество точек на вертикали

Для удобства построения сплайнов сетка, изображенная на рис. 3, приводится к регулярной путем замены абсолютных значений координат точек измерения скорости их относительными значениями (долями). В результате получается регулярная сетка, изображенная на рис. 4.



**Рис. 4. Регулярная сетка точек:**  $\circ$  – точки измерения скорости;  $\bullet$  – точки, в которых скорость вычисляется;  $n$  – количество вертикалей;  $m$  – количество точек на вертикали

На полученной регулярной сетке построим сплайн, то есть найдем все коэффициенты  $c_{i,j,k,l}$  уравнения (3). Алгоритм нахождения этих коэффициентов известен из теории сплайнов, имеет достаточно громоздкое описание, но не сложен в реализации. Эти коэффициенты, формула (3), а также границы всех участков, на которые разбивается сечение канала, полностью определяют криволинейную поверхность модели расхода. Для нахождения расхода, проходящего через поперечное сечение канала, – объема водяного тела – необходимо суммировать расходы через все участки, которые определяются как двойной интеграл от функции (3), приведенной к регулярной сетке.

В результате нахождения двойного интеграла в общем виде, автором получена формула для вычисления расхода воды  $q_{i,j}$ , проходящего через некоторый участок:

$$q_{i,j} = \sum_{k=0}^3 \sum_{l=0}^3 \frac{c_{i,j,k,l} \cdot (t_{j+1} - t_j)^{l+1} \cdot (x_{i+1} - x_i)^{k+1}}{B^k \cdot (k+1) \cdot (l+1)} \cdot \frac{h_{i+1} \cdot (k+1) + h_i}{k+2}, \quad (4)$$

где  $q_{i,j}$  – расход воды, проходящий через участок  $i,j$ ;

$c$  – матрица коэффициентов сплайна;

$t_j, t_{j+1}$  – относительные глубины, ограничивающие участок  $i,j$  сверху и снизу;

$x_i, x_{i+1}$  – координаты вертикалей, ограничивающих участок  $i,j$  слева и справа;

$B$  – ширина канала по верху;

$h$  – глубины потока на вертикалях, ограничивающих участок  $i,j$ .

Полный расход  $Q$  через все сечение канала находится как сумма всех расходов  $q_{i,j}$ :

$$Q = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{m-2} q_{i,j}, \quad (5)$$

где  $n$  – количество вертикалей, на которых измеряется скорость;

$m$  – количество точек измерения скоростей на вертикали;

$q_{i,j}$  – расход через участок  $i,j$ , вычисляемый по формуле (4).

В методике МВИ 05-90 количество замеров скоростей на вертикали зависит от глубины на этой вертикали, так при глубине до 0,3 м используется одноточечный замер (на глубине 0,4 $h$  от дна), с 0,3 до 0,5 м – двухточечный (на глубинах 0,2 $h$  и 0,8 $h$ ) и т.д. В общем случае, таким образом, построить регулярную сетку не удастся. Для того что-

бы решить эту проблему, воспользуемся одним из методов экстраполяции (например, линейным или более сложным – с помощью многочлена Лагранжа или Ньютона) и вычислим значение скорости в недостающих точках, дополнив таким образом сетку.

Отдельно следует пояснить использование предлагаемого метода на прибрежных отсеках, которым и в аналитическом методе уделяется особое внимание. Чтобы излишне не усложнять предлагаемую методику и соблюсти преемственность, представим прибрежные участки поперечного сечения канала как отсеки, образованные между вертикалями, одна из которых (урез берега) имеет нулевую глубину, а скорости на этой воображаемой вертикали примем равными скоростям соседней вертикали, масштабированным коэффициентом подобным тому, что используется в аналитическом методе.

Чтобы сопоставить результаты и оценить точность по двум методам (предлагаемому и существующему), приведем результаты расчетов по реальным измерениям.

В табл. 1 представлены результаты измерений скоростей течения воды в экспериментальном гидравлическом лотке с прямоугольным поперечным сечением шириной 0,25 м, произведенные с помощью гидрометрической вертушки ГР-55.

Таблица 1

**Скорости течения воды в экспериментальном гидравлическом лотке**

Номер вертикали	Расстояние от постоянного начала, м	Глубина вертикали, м	Глубина опускания		Скорость в точке, м/с	Средняя скорость на вертикали, м/с
			в долях	в м		
1	0,08	0,25	0,2	0,05	0,45	0,30
			0,6	0,15	0,28	
			0,8	0,20	0,18	
2	0,17	0,25	0,2	0,05	0,50	0,31
			0,6	0,15	0,25	
			0,8	0,20	0,22	

Применяя формулу (2) для определения расхода воды  $Q_a$  по принятому аналитическому методу к данным, приведенным в табл. 1, получим:

$$Q_a = 0,9 \cdot 0,3 \cdot 0,08 \cdot 0,25 + \frac{0,3 + 0,31}{2} \cdot 0,09 \cdot 0,25 + 0,9 \cdot 0,31 \cdot 0,08 \cdot 0,25 = 0,0176 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Используя предлагаемую методику обработки результатов измерения с использованием бикубической сплайн-интерполяции по формуле (5), получим значение расхода  $Q_c=0,0195 \text{ м}^3/\text{с}$ . Все расчеты по разработанной методике производятся в специально созданной программе для ПК, которая производит обработку данных согласно этой методике.

Для определения погрешности расчетов в качестве эталонного измерителя использовался треугольный водослив Томсона. При этом напор на водосливе  $H_b$  составлял 0,18 м. Согласно формуле для вычисления расхода  $Q_b$ , проходящего через водослив Томсона, получено значение

$$Q_b = 1,42 \cdot H_b^{5/2} = 1,42 \cdot 0,18^{5/2} = 0,0197 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Результаты вычислений расходов по всем трем методам и сравнение с результатами измерений по водосливу представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Результаты вычислений расхода воды в экспериментальном гидравлическом лотке**

Метод определения расхода	Расход, $\text{м}^3/\text{с}$	Абсолютная погрешность, $\text{м}^3/\text{с}$	Относительная погрешность, %
Водослив Томсона $Q_b$	0,0197		
«Скорость-площадь» (МВИ 05-90) $Q_a$	0,0176	0,0021	10,7
«Скорость-площадь» (предлагаемая методика) $Q_c$	0,0195	0,0002	1,0

При сравнении результатов, полученных с помощью двух методов, с расходом, измеренным по водосливу, видно, что предлагаемая методика значительно точнее известной. При сравнении предлагаемой методики с графическим способом оказалось, что новая методика дает равновеликие результаты – разница составляет 0,1 %, в то время как погрешность по основному способу измерения относительно графического составила 3,7 %. Подобные результаты были получены и для других условий измерений, проведенных на оросительных каналах. При этом погрешность предлагаемой методики не превышала 5 %, в то время как погрешность применяемого аналитического метода в некоторых случаях доходила до 15 %.

Таким образом, практическое применение предлагаемого способа вычисления расхода воды по методу «скорость-площадь» подтвер-



дило теоретические предположения и показало превосходство описанного способа над используемым в настоящее время.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Быков, В.Д. Гидрометрия / В.Д. Быков, А.В. Васильев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 448 с.
2. МВИ 05-90. Гидромелиоративные каналы с фиксированным руслом. Методика выполнения измерений расхода воды методом «скорость-площадь». – Взамен ВТР-М-1-80; введ. 1.01.1990. – 42 с.
3. Железняков, Г.В. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока / Г.В. Железняков, Т.А. Неговская, Е.Е. Овчаров. – М.: Колос, 1984. – 205 с.
4. Карасев, И.Ф. Гидрометрия / И.Ф. Карасев, А.В. Васильев, Е.С. Субботина. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 375 с.
5. Вагер, Б.Г. Сплайны при решении прикладных задач метеорологии и гидрологии / Б.Г. Вагер, Н.К. Серков. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 160 с.
6. Игнатов, М.И. Натуральные сплайны многих переменных / М.И. Игнатов, А.Б. Певный. – Л.: Наука, 1991. – 125 с.

УДК 631.672.004.12:312.6

### **КАЧЕСТВЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ – ОСНОВА ЗДОРОВЬЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В РОССИИ**

В.Н. Лозовой, А.П. Васильченко

ФГНУ «РосНИИПМ»

За жизнь человек потребляет 75 тонн воды, и сегодня, в XXI веке, ни для кого уже не секрет, что вода играет важную роль в жизни человека. По данным Всемирной организации здравоохранения, порядка 85 % всех заболеваний в мире(!) передается водой. А по данным ЮНЕСКО плохое качество воды является причиной того, что каждый день на земле от желудочных заболеваний умирают 6000 человек, в основном дети до пяти лет. Ежегодно более 2,2 миллиона человек погибают от болезней, вызванных потреблением загрязненной воды и плохими канализационными системами. Это тоже результат деятельности человека.

Россия, к великому нашему сожалению, тоже не отличается благополучным состоянием водных ресурсов. Соответствующие законы о питьевой воде не приняты до сих пор. Традиционная система водоподготовки и очистки не улучшает качества воды, не устраняет элементы техногенного происхождения. Даже если концентрация этих элементов не превышает ПДК (предельно допустимую концентрацию), они мигрируют в токсичных ионных формах, что приводит к широкому спектру заболеваний. По данным Госсанэпиднадзора, качество питьевой воды во всех областях России и стран СНГ не соответствует принятым стандартам [1].

По данным Международной академии экологии и природопользования, изношенность наших трубопроводов составляет 65 %, а более 50 % утратили герметичность. При такой почти аварийной ситуации в воду могут попасть нефтепродукты, стоки промышленных территорий городов. Учитывая то, что стальные трубы покрыты многочисленными трещинами и свищами, как и канализационные трубы, нельзя исключить взаимообмена воды и фекальных стоков, разбавленных технологическими продуктами. На внутренних стенках труб благополучно живут и размножаются всевозможные бактерии и микробы. Каждый день 9 500 человек погибают от холеры и других болезней, причины которых – недостаток или плохое качество воды. Статистика утверждает, что средняя продолжительность жизни россиян на 12-15 лет короче, чем продолжительность жизни населения любой цивилизованной страны, и это тоже одна из причин плохого качества питьевой воды.

Главными причинами низкого качества питьевой воды «из крана» является: загрязненность водопроводов, хлорирование, несовершенство методов фильтрования, неудовлетворительное состояние водопроводных сетей. Низкий уровень внедрения современных технологий водоочистки, высокая (более 60 %) изношенность разводящих сетей, территориальные особенности источников водоснабжения, обуславливающих дефицит или избыток биогенных элементов, оказывают негативное влияние на здоровье населения [2].

Вода – главный агент переноса в природной среде как полезных, так и вредных компонентов и микроорганизмов. Поэтому она зачастую является источником загрязнения пищевых продуктов растительного и животного происхождения. Прекращение загрязнения водото-

ка или водоема значительно дешевле очистки загрязненной воды. Однако рост загрязнения природных вод не прекращается, а проблема обеспечения населения качественной питьевой водой в России с каждым годом приобретает все большую актуальность. Более 70 % российских рек и озер и 30 % месторождений подземных вод к настоящему времени загрязнены и как источники питьевого водоснабжения потеряли свое значение [3]. И если поверхностные воды при прекращении сброса в них загрязненных стоков за счет самоочищения могут быть возвращены в категорию пригодных для питья, то подземные источники в этом отношении потеряны на периоды, определяемые геологическим летоисчислением.

Системы водоснабжения являются частью городской и поселковой инфраструктуры, совершенствование и расширение которой необходимо для поддержания экономического роста и экономической стабильности, для улучшения экологического состояния и защиты здоровья населения. В этом смысле гарантии питьевого водоснабжения приобретают огромное значение.

Рост экономики в России поднимает проблему обеспечения населения питьевой водой, соответствующей российским и европейским стандартам качества. Проблемы централизованного водоснабжения следует рассматривать с учетом новых для страны факторов:

- перераспределение ответственности за водоснабжение между регионами и федеральным центром и, соответственно, изменение схем финансирования, появление частных операторов на рынке водоснабжения;

- внедрение новых технологий производства питьевой воды в системах централизованного водоснабжения, что в десятки раз увеличивает ее стоимость. Это в свою очередь вынуждает потребителей отказываться от использования питьевой воды из-за ее дороговизны. Например, в Ростовской области на ряде групповых водопроводов возникают экономические затруднения в связи с отказом некоторых сельхозпотребителей от оплаты за используемую питьевую воду;

- рост использования альтернативных технологий питьевого водоснабжения.

Из общего количества сел (152 тыс.) на настоящий период охвачено централизованным водоснабжением только 65 % (73 тыс. сел), а по численности населения охват составил 65 % [4]. Остальные 35 %

сельского населения пользуются водой шахтных и мелкотрубчатых колодцев, открытых водоемов и родников без очистки и устройства водопроводных сетей, в т.ч. используется вода, не соответствующая требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода».

Фактическая средняя норма водопотребления по России на питьевые нужды одного человека в сутки в сельской местности равна около 50 литров, что составляет примерно 50 % от минимальной нормы по СНиП 2.04.02-84.

Общая протяженность водопроводных сетей в России составляет 164 тыс. км, при этом на одного сельского жителя приходится чуть более 4,0 метров, а должно быть, как подтверждает практика, 12-15 метров. Многоотраслевое общественное животноводство охвачено централизованным водоснабжением на 70-75 %. Из 59,4 млн га природных пастбищ, нуждающихся в обводнении, обводнено только 19 млн га или около 32 %.

Общий объем сельскохозяйственного водопотребления по России составляет 16,5 млн м<sup>3</sup>/сут., в том числе 26 % из поверхностных источников и 74 % из подземных.

Плохое состояние сельскохозяйственного водоснабжения отрицательно сказывается на благосостоянии населения и приносит убытки народному хозяйству. Загрязнение водных объектов, используемых для питьевого водоснабжения при подготовке воды устаревшими технологиями, влечет за собой ухудшение качества подаваемой потребителям питьевой воды и создает серьезную опасность для здоровья населения.

В регионах России с дефицитом водных ресурсов в свое время (1970-1990 гг.) были построены групповые водопроводы с водозабором в основном из поверхностных источников и подачей воды на большие расстояния. Особенно большое развитие эти системы получили при сельскохозяйственном освоении новых мелиорируемых земель. Современные групповые водопроводы – сложные инженерные системы, в состав которых входят водозаборы, насосные станции, очистные сооружения, сети разветвленных магистральных водоводов.

Наибольшее распространение групповые водопроводы получили в Ставропольском крае, Ростовской области, Поволжье, Калмыкии, Сибири, Алтайском крае и др. районах. В Ставропольском крае построено 26 групповых водопроводов с общей производительностью

269 тыс. м<sup>3</sup>/сут. и протяженностью 6028 км. Обеспечено качественной питьевой водой 545,5 тыс. человек. В Ростовской области построено четыре групповых водопровода с общей производительностью 102,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут. и протяженностью 1974 км. Обеспечено питьевой водой 188,8 тыс. человек. На примере этих двух регионов России видно, что строительство групповых водопроводов в маловодных районах Ставрополья и Ростовской области позволяет обеспечить население качественной питьевой водой, повысить культурно-бытовой и производственный потенциал регионов и снизить заболеваемость населения желудочно-кишечными заболеваниями.

Следует отметить, что эксплуатация групповых водопроводов ведется на более высоком уровне, чем локальных, так как их обслуживание осуществляется специализированными водохозяйственными организациями, которые обеспечивают необходимое санитарно-гигиеническое и техническое состояние сооружений. Однако большинство групповых водопроводов, находящихся на балансе различных организаций, имеют фактическую производительность 50-40 % от расчетной из-за плохой организации их эксплуатации. Кроме того, при строительстве групповых водопроводов водоводы прокладывались в основном из стальных труб без внутреннего антикоррозийного покрытия. В процессе эксплуатации такие трубы подвергаются внутренней и внешней коррозии. По этой причине снижались их прочностные характеристики, нарушалась герметичность, возрастали утечки. Из-за коррозионных отложений уменьшается площадь живого сечения труб, и как следствие, перерасход электроэнергии на подачу воды и уменьшение пропускной способности водоводов. Коррозионные отложения приводят еще к одному отрицательному явлению – вторичному загрязнению питьевой воды. В результате этого население получает воду неудовлетворительного качества. Износ групповых водопроводов в настоящее время составляет 60-70 %. Более 10 тыс. км магистральных водоводов из стальных труб требуют замены на трубы с высокими антикоррозионными свойствами [5]. Если строительство магистральных сетей групповых водопроводов, осуществляемое в период 1986-1990 гг., ежегодно составляло одну тысячу километров, в последние годы оно практически прекратилось.

Кроме того, многие очистные сооружения групповых водопроводов морально и технически устарели и часто не справляются с воз-

ложенными на них функциями по очистке природных вод. При очистке воды на таких водопроводах, как правило, используются однослойные медленные фильтры. Как показала практика эксплуатации таких фильтров в Ростовской области и Ставропольском крае, для повышения эффективности их работы необходимо внести существенные изменения в конструкцию фильтрующей загрузки, камер фильтрования, дренажной системы и др. Следует отметить, что медленные однослойные фильтры имеют большие капитальные затраты при их строительстве и занимают значительные площади ввиду малых скоростей фильтрования. Поэтому вопрос определения возможности существенного повышения производительности медленных фильтров путем использования новых фильтрующих материалов, а также усовершенствования конструкции загрузки и самих фильтров, работающих по безреагентной схеме, является весьма актуальным.

Отставание уровня российских разработок в области технологии и оборудования для очистки воды при высокой степени антропогенного загрязнения источников водоснабжения и введении более жестких стандартов качества питьевой воды можно рассматривать как следствие того, что в последние 15 лет ни федеральное правительство, ни региональные власти практически не финансировали фундаментальные и прикладные исследования в области водоснабжения.

В РосНИИПИМ [6-10] были проведены обширные исследования по созданию усовершенствованной конструкции медленного двухслойного фильтра с гидравлической регенерацией фильтрующей загрузки из новых материалов. Производительность очистных сооружений была повышена в 3-4 раза при существенном снижении капитальных затрат. Внедрение предлагаемых разработок при строительстве и реконструкции групповых водопроводов позволит значительно повысить эффективность намечаемых мероприятий: обеспечить качественной водой сельское население, перерабатывающие предприятия АПК, животноводческие комплексы и обеспечить защиту окружающей среды. Предусматривается до 2010 года за счет групповых водопроводов подать питьевую воду в 5 тыс. населенных пунктов, с населением 11,2 млн человек. Будет введено и построено 72 тыс. км магистральных водоводов и разводящих сетей.

На перспективу будет обводнено 26 млн га природных пастбищ и общая обводняемая площадь составит 44,7 млн га. На ней будет по-

строено 68,2 тыс. водопойных пунктов, а на уже обводненных пастбищах 13,4 млн га намечается провести реконструкцию. Природные пастбища будут использоваться в экономических районах: Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Поволжском, Уральском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском.

### **Выводы**

1. Только централизованное водоснабжение с использованием групповых водопроводов может коренным образом изменить облик села, улучшить его благоустройство и быт трудящихся, что сыграет положительную роль в закреплении кадров на селе и создаст условия экономического развития АПК.

2. Особое внимание следует уделить проблеме водоснабжения в районах России, испытывающих дефицит пресной воды, и продолжить строительство и реконструкцию групповых водопроводов с целью обеспечения питьевой водой абсолютного большинства сельских поселков.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Онищенко, Г.Г. Эффективное обеззараживание воды – основа профилактики инфекционных заболеваний / Г.Г. Онищенко // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – № 12. – Ч. 1. – С. 8-12.

2. ПО «Совинтервод» каталог-справочник по технологиям и технологическому оборудованию для очистки природных вод, доочистки водопроводной воды и приготовлению питьевой воды. Дополнительный выпуск № 1. – М., 2004.

3. Филатов, Н.Н. Об актуальности вопроса обеззараживания воды в современных условиях / Н.Н. Филатов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – № 10. – С. 2-4.

4. Лозовой, В.Н. Состояние водоснабжения и водоотведения в АПК России и пути их улучшения / В.Н. Лозовой, А.П. Васильченко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ» / под. ред. В.Н. Щедрина. – Новочеркасск: ООО «Геликон», 2006. – Вып. 36. – С. 35-39.

5. Рожков, А.Н. Проблемы сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения в России / А.Н. Рожков // Мелиорация и водное хозяйство. – 2005. – № 5. – С. 65-67.

6. Исследование возможности использования двухслойной фильтрующей загрузки на медленных фильтрах / В.Н. Лозовой [и др.] // Совершенствование систем сельскохозяйственного водоснабжения и канализация: сб. науч. тр. / Южгипроводхоз; Редкол.: к.т.н. Б.С. Либерман (отв. ред.) и др. – Ростов-н/Д: Южгипроводхоз, 1989. – С. 32-40.

7. Технология детоксикации воды от тяжелых металлов и других поллютантов с использованием новых фильтрующих и сорбционных материалов / В.Н. Лозовой [и др.] // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения: сб. науч. тр. ФГНУ «РосНИИПМ»: В 2 ч. / под ред. В.Н. Щедрина – Новочеркасск, 2003. – Ч. 1 – С. 251-256.

8. А.с. 1681888. Способ фильтрования / В.Н. Лозовой, А.А. Сильченков, Р.К. Ким, В.Н. Дорошенко, В.И. Стаценко. – Бюл. № 37 // Открытия. Изобретения. – 1991.

9. Пат. 200962С1. Фильтр для очистки воды / В.Н. Лозовой, А.А. Сильченков, В.Н. Шульга, В.М. Костюкович. – Бюл. изобретений № 6. – 1994.

10. А.с. 1611383. Устройство для регенерации двухслойных фильтров / В.Н. Лозовой, А.А. Сильченков, Р.К. Ким. – Бюл. № 5 // Открытия. Изобретения. – 1990.

УДК 626.8.002

## **КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ**

В.И. Миронов, Н.В. Литвинова

ФГНУ «РосНИИПМ»,

А.В. Миронов

ФГОУ ВПО «НГМА»

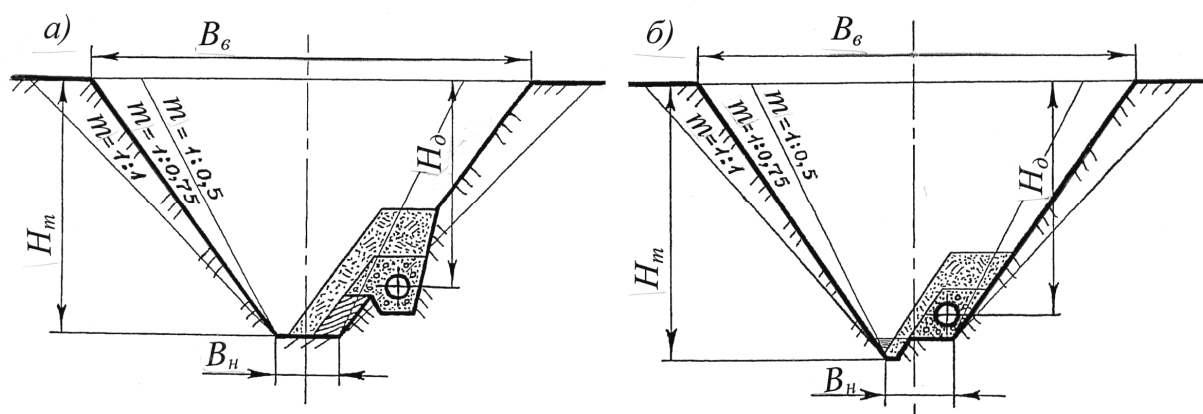
Из источников литературы по истории развития мелиорации известно, что еще 200 лет до нашей эры в Италии и Германии строили материальные дренажи мелкого заложения. В Пруссии появилась специальная инструкция для землемеров и дренажных техников, занимающихся осушением земель. В 1934 году в Германии было опубликовано «Руководство по проектированию дренажа». Для нас пред-



ставляет практический интерес «Руководство по дренажу» (1978 г.), где на основании обширного обзора литературы раскрыты и описаны основные конструктивные, гидравлические, испытательно-исследовательские и эксплуатационные особенности работы закрытого горизонтального дренажа в зоне осушения.

В Средней Азии в связи с интенсивным развитием хлопководства устройство дренажей начало интенсивно применяться в начале XIX века.

С началом ввода в эксплуатацию Цимлянского водохранилища в 1950 году и развитием орошения на Дону возникла необходимость устройства дренажных систем в 60-70 годах. Это было вызвано интенсивным поднятием уровней грунтовых вод (УГВ) на орошаемых землях. Изначально в 70-х годах дренажи в Ростовской области строили открытого типа раздельным полумеханизированным способом (таблица), однако по причине низкого КЗИ в 80-х годах был осуществлен переход на устройство коллекторно-дренажной сети (КДС) закрытого типа. По причине низких фильтрационных свойств суглинистых и глинистых грунтов в Ростовской области преимущественное распространение получил закрытый горизонтальный дренаж. Его устраивали методом «полки» либо «водоотводящей канавки», с учетом конкретных грунтовых условий, но в том и другом случае полумеханизированным способом, где уровень механизации работ составлял лишь  $U_m = 24,9-35,6 \%$  (таблица, рис. 1), остальные объемы работ выполняли вручную.



**Рис. 1. Схема поперечных сечений выемок грунтов при устройстве коллекторно-дренажной сети по методу «полки» (а) и водоотводящей канавки (б)**

Таблица

**Сравнительные технико-экономические показатели, характеризующие основные способы устройства  
коллекторно-дренажной сети зоны орошения**

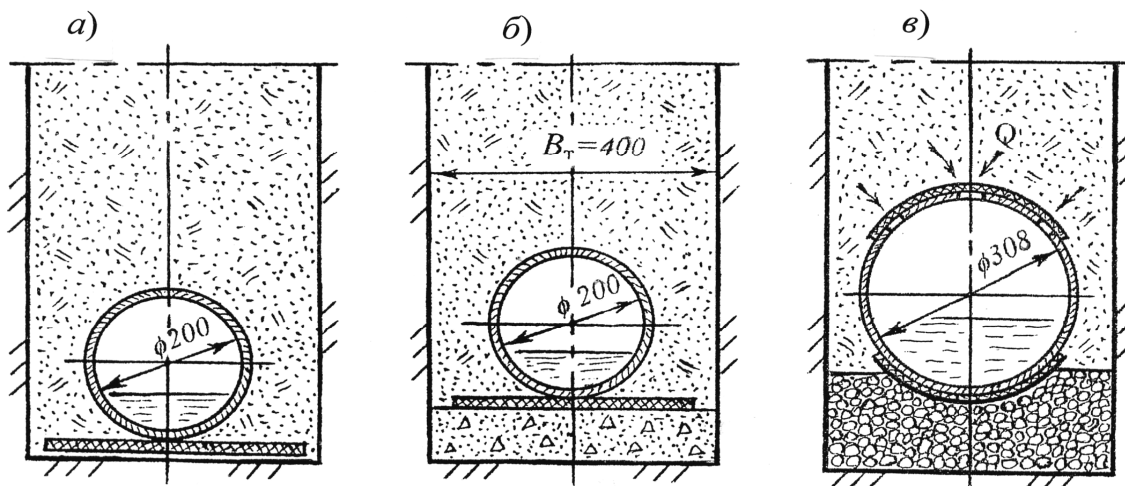
Разновидности способов устройства КДС	Коэффициент соотношения, $K_c = B_m^6 / H_m$	Наименование показателей						
		уровень механизации работ, $У_m, \%$	ширина полосы срезки раст. грунта, $B_0, м$	объем срезки растительного грунта, $V_{р.г.}, м^3/м$	объем срезки минерального грунта, $V_{м.г.}, м^3/м$	объем сыпучих объемнофильтрующих материалов (ОФМ), $м^3/м$	выработка сменная, $П_{см}, м/см$	себестоимость КДС, руб./м, <u>1991 г.</u> <u>2008 г.</u>
Широкотраншейный, раздельный полумеханизированный	$5,0 \geq K_c \geq 1,0$	24,9-35,6	32,8-37,0	36,0-54,0	10,8-19,0	0,22-0,29	20-30	<u>16,5-25,0</u> 693-1050
Траншейный	$1,0 \geq K_c \geq 0,1$	61,2-93,7	15,0-26,0	1,20-1,80	1,32-1,98	0,20-0,27	175-320	<u>10,7-17,4</u> 450-730
Узкотраншейный	$0,1 \geq K_c \geq 0,05$	78,8-93,7	14,0-20,0	1,20-1,80	0,70-1,05	0,096-0,125	245-500	<u>5,78-10,9</u> 243-458
Бестраншейный, щелевой	$0,05 \geq K_c \geq 0,0025$	88,4-95,3	15,6-25,5	1,3-2,2	0,65-0,91	0,85-0,10	3500-10500	<u>1,98-3,91</u> 84,6-164,6

С появлением дренаукладочной техники (ЭД-3,0 – 1971 г. и Д-659 А – 1974 г.) возникла возможность использовать современные комплексно-механизированные траншейные ( $B_T = 0,80$  и  $B_T = 0,66$  м) способы устройства КДС в Ростовской области. Уровень механизации работ при появлении траншейных дренаукладчиков обеспечивался уже от 61 до 93 %. В 1971 году ЮжНИИГиМ заказал и получил от завода «Галлэкс» дренаукладчик ЭТЦ-163, испытывал и модернизировал его рабочее оборудование. Затем в начале 90-х годов институт получил и переоборудовал из траншейного ( $B_T = 0,66$  м) в узкотраншейный ( $B_T = 0,38$  м) дренаукладчик ЭТЦ-406. Он позволял укладывать в узкие траншеи современные пластмассовые дренажные трубы диаметром до  $d_T = 200$  мм на глубину до  $H_T = 4$  м. В середине 90-х годов на базе мелиоративного шасси (МШ) и деталей тракторов Т-130 и К-700 был собран в институте дренаукладчик УДМ-350 с последующими вариантами его модернизации, обеспечивая узкотраншейное строительство закрытого горизонтального дренажа (ЗГД) с высоким уровнем комплексной механизации работ ( $U_{км} = 74-94$  %), таблица.

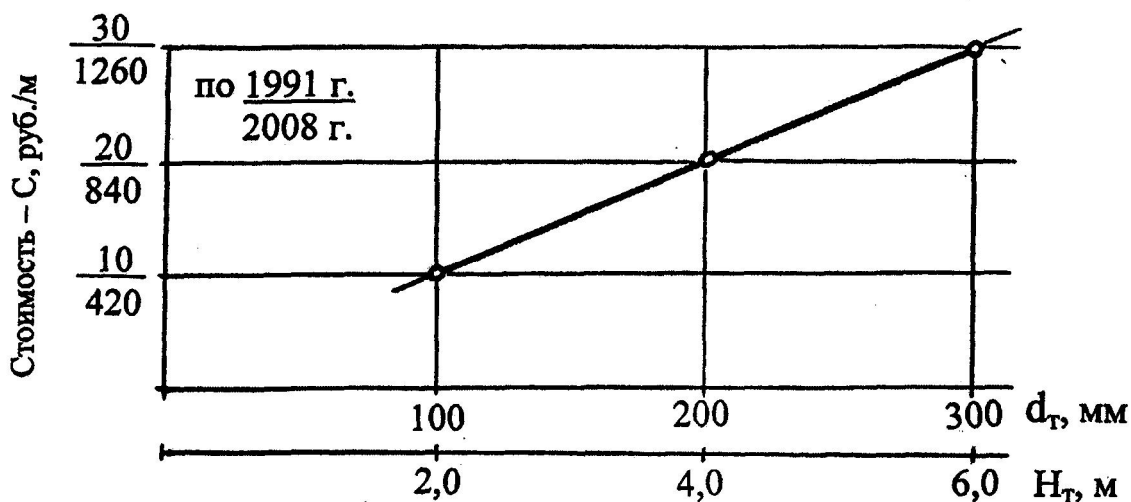
В этот же период времени были начаты опытно-конструкторские работы по созданию коллектороукладчика ЭКМ-5,0, а затем и мощного с силовой установкой двигателя  $N_k = 580$  л.с. коллектороукладчика ЭКМ-6,0. Однако с прекращением финансирования со стороны министерства ряд работ по этим и другим машинам были приостановлены. Тогда и были прекращены работы по созданию машин нового поколения. Опыт и практика показали, что несмотря на ряд существенных преимуществ, а именно – высокую производительность и другие достоинства, бестраншейный способ устройства КДС в зоне орошения (при наличии очень плотных суглинистых и глинистых грунтов) не нашел широкого практического применения. Основной причиной здесь являлось уплотнение грунтов придренной зоны от деформации их ножом в околдренном пространстве, резкое снижение фильтрационных свойств дрены, и как результат – низкая дренирующая способность такой конструкции. Этот способ имеет высокую энергоемкость, металлоемкость и удельные капитальные вложения.

В технологических процессах на гидромелиоративных системах нового поколения могут быть задействованы:

- современные комплексно-механизированные, узкотраншейные способы устройства КДС, имеющие достаточно высокий уровень механизации производства коллекторно-дренажных работ (таблица);
- высокотехнологичные способы, помимо устройства транспортирующих, укладки дренирующих коллекторов (рис. 2, 3);



**Рис. 2. Схемы устройства узкотраншейных коллекторов:**  
*а, б* – транспортирующих; *в* – дренирующих (по патенту № 2320814)



**Рис. 3. График зависимости стоимости устройства ( $C$ ) КДС, труб от диаметра ( $d_t$ ) и глубины их укладки ( $H_t$ )**

- новые мембранные технологии очистки сбросных коллекторно-дренажных вод;
- лазерные системы секторного и кругового действия, обеспечивающие качественное устройство КДС в зоне орошения.

Таким образом, в дальнейшем предстоит огромная работа по совершенствованию технологий, развитию средств механизации, повышающих качество и надежность укладки коллекторно-дренажных трубопроводов в узкие траншеи, а также уровень механизации производства работ. Коллекторно-дренажные системы в будущем будут выполнены замкнутого цикла с использованием оборотных сбросных дренажных вод, повышающих экологическую безопасность и устойчивость агроландшафтов зон крупного сельскохозяйственного значения в регионе Северного Кавказа.

УДК 532.121

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ <sup>1</sup>**

А.М. Васильев

ФГОУ ВПО «НГМА»

Водные ресурсы – это запасы поверхностных и подземных вод, которые используются в процессе материального производства или могут быть вовлечены в него [1]. В настоящее время они стали фактором, лимитирующим развитие производства во многих регионах Российской Федерации. Такое положение обуславливает необходимость качественного и количественного сохранения водных ресурсов.

Теоретически водные ресурсы неисчерпаемы, так как при рациональном использовании они непрерывно возобновляются в процессе круговорота воды в природе. Однако потребление воды растет такими темпами, что все актуальней становится проблема обеспечения будущих потребностей в ней. Во многих странах и регионах мира уже сегодня ощущается недостаток пригодных к использованию водных ресурсов, усиливающийся с каждым годом.

Достижения научно-технического прогресса постоянно создают предпосылки для более полного использования вод благодаря рациональной организации водосберегающих технологий, включения в хозяйственный оборот ранее не использовавшихся вод (солончатых, соленых и др.), созданию различных гидротехнических сооружений, регулирующих речной сток для хозяйственных целей [2]. Все боль-

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

шее внимание уделяется изучению многолетних и сезонных колебаний, процессам возобновления водных ресурсов, асинхронности их распределения по крупным регионам. Учет этих особенностей при оценке водных ресурсов позволяет более равномерно и рационально организовывать их использование.

Под равномерной и рациональной организацией процессов водопользования и особенностями функционирования естественной монополии в водном хозяйстве понимается совокупность мероприятий по обеспечению охраны вод, режима и платности использования водных ресурсов. Следует отметить, что внесение платы за воду не освобождает водопользователей от выполнения требований по минимизации экологического ущерба в пределах существующих норм.

Водное хозяйство формируется как отрасль народного хозяйства, занимающаяся изучением, учетом, планированием и прогнозированием комплексного использования водных ресурсов, охраной поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения, транспортировкой их к месту потребления. Приоритетная задача водного хозяйства – обеспечение всех отраслей и видов хозяйственной деятельности водой в необходимом количестве и соответствующего качества. Решить данную задачу возможно при поддержании водных ресурсов в пригодном для потребителя состоянии и их воспроизводстве в целях полного удовлетворения нужд народного хозяйства и населения в воде [3].

Экономическое регулирование рационального использования и охраны вод должно включать в себя:

- планирование и финансирование мероприятий по рациональному использованию и охране вод;
- установление лимитов водопользования и нормативов оплаты за водопользование и водопотребление;
- установление нормативов оплаты за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты, предоставление налоговых, кредитных и других льгот при использовании малоотходных и безотходных технологий;
- покрытие ущерба, нанесенного водным объектам и здоровью людей по причине нарушения требований водного законодательства.

Основным резервом повышения эффективности использования водных ресурсов является сокращение потребления в основных водопотребляющих отраслях, в особенности это относится к свежей воде. Следующее направление – ликвидация многочисленных потерь воды на всех этапах ее использования. Большие потери отмечаются также непосредственно у водопотребителей. К ним следует добавить потери воды в коммунальном хозяйстве из-за состояния водопроводных систем и в быту – отсутствие водомеров и низкие тарифы на воду для населения стимулируют расточительное использование питьевой воды. При установлении лимитов водопользования и определении прогнозных показателей (объемов водопотребления и водоотведения) целесообразно ориентироваться как на технико-экономические параметры производственных мощностей и фактический объем производства, так и на удельные экологические показатели. В качестве нормативов по определению объемов водопользования в целом могут выступать следующие показатели:

- водоемкость валового внутреннего продукта (ВВП);
- интенсивность (коэффициент) водоотведения (отношение объема сброса сточных вод к стоимости ВВП);
- интенсивность оборотного и повторно-последовательного водопользования (отношение объема оборотного и повторно-последовательного водопользования воды к стоимости ВВП).

Обобщенным показателем эффективности использования водных ресурсов, который позволяет сопоставить объем затраченной воды с результатами хозяйственной деятельности, является водоемкость ВВП. В масштабах экономики страны в целом она может измеряться следующим образом:

$$W = (R_1 + R_2) / V, \text{ м}^3/\text{руб.},$$

где  $W$  – водоемкость валового внутреннего продукта;  $R_1$  – годовое потребление свежей воды;  $R_2$  – годовой объем оборотного водоснабжения;  $V$  – стоимость годового валового внутреннего продукта.

На основании вышеизложенного, разработана и предложена блок-схема качественных и количественных направлений по сохранению водных ресурсов (рис. 1).



**Рис. 1. Блок-схема качественных и количественных направлений по сохранению водных ресурсов**

Водоёмкость показывает количество водных ресурсов, которое нужно затратить для получения единицы ВВП. Динамика этого показателя может служить индикатором эффективности использования водных ресурсов.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян, А.Б. Комплексное использование и охрана водных ресурсов: учеб. пособие / А.Б. Авакян, В.М. Широков. – Минск, 1990. – 240 с.

2. Беличенко, Ю.П. Рациональное использование и охрана водных ресурсов / Ю.П. Беличенко, М.Н. Швецов. – М.: Россельхозиздат, 1996. – 312 с.

3. Яковлев, С.В. Рациональное использование водных ресурсов: учебник для вузов / С.В. Яковлев, И.В. Прозоров, Е.Н. Иванов. – М.: Высшая школа, 1991. – 400 с.

УДК 628.16;626.82(470.61)

### **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ВОД ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

А.А. Пацера

ФГНУ «РосНИИПМ»

Ростовская область характеризуется развитым земледелием. При этом вода для оросительных систем поступает из каскада водохранилищ и каналов, масштабное строительство которых должно было интенсифицировать сельхозпроизводство. Чрезмерная эксплуатация почв и их переполив обусловили повсеместную дегумификацию, подтопление, заболачивание и засоление, а сброс дренажных вод без очистки в малые и средние реки увеличил концентрацию солей в речных растворах и в водохранилищах Ростовской области. Основной объем сточных вод, сбрасываемых сельским хозяйством, – 212,15 млн м<sup>3</sup> [1].

Структура сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты Ростовской области в 2006 году: нормативно чистые – 79,9 %; загрязненные, недостаточно очищенные – 14,1 %; загрязненные, без очистки – 4,1 %; нормативно очищенные – 1,8 %. В таблице представлены объемы сброса коллекторно-дренажных вод за 2006 г.

**Сброс коллекторно-дренажной воды  
по муниципальным образованиям за 2006 год**

Район	Сброс сточной, шахтно-рудничной и коллекторно-дренажной воды, млн м <sup>3</sup>	Сброс в накопители, впадины, поля фильтрации, на рельеф, млн м <sup>3</sup>
Азовский	18,34	0,439
Аксайский	25,38	0,336
Багаевский	14,57	0,335
Белокалитвинский	5,61	0,024
Верхнедонской		0,165
Боковский		0,12
Шолоховский		0,393
Веселовский	3,44	0,269
Волгодонской	1,52	0,009
Дубовский		0,028
Егорлыкский	0,18	0,86
Заветнинский		0,181
Зерноградский	1,19	0,517
Зимовниковский		0,095
Кагальницкий		0,51
Каменский	0,12	0,204
Кашарский		0,059
Константиновский	9,53	0,019
Красносулинский	1,81	0,62
Куйбышевский		0,157
Мартыновский	10,17	1,361
Матвеево-Курганский		0,953
Миллеровский	1,11	0,011
Милютинский		0,024
Морозовский	0,53	0,021
Мясниковский	6,73	0,037
Неклиновский	2,62	0,627
Обливский		0,028
Октябрьский	34,89	
Орловский	0,29	0,007
Песчанокопский		0,839
Пролетарский	27,77	0,19
Ремонтненский		0,025
Родионово-Несветайский		0,202
Сальский	5,3	2,141
Семикаракорский	48,19	0,034
Советский		0,001
Тарасовский		0,108
Тацинский	0,98	0,396
Усть-Донецкий	1,46	0,001
Целинский		0,713
Цимлянский	1,42	0,02
Чертковский		0,061

Наибольший объем сбросов приходится на Семикаракорский район, из которых только 0,07 % сбрасываются в накопители, поля фильтрации, на рельеф; наименьший – на Егорлыкский район. Таким образом, следует отметить, что наибольшее количество коллекторно-дренажных вод сбрасывается в районах наиболее интенсивного земледелия, при этом специализированная очистка стоков не предусматривается.

Согласно результатам наблюдений, воды водохранилищ, малых и средних рек относятся по уровню загрязненности к «грязным» и «очень грязным» (4 класс качества воды). Критическими показателями загрязненности являются минерализация, концентрация сульфат-иона, нитритного азота, меди, фенолов, нефтепродуктов. Ежегодный прирост концентраций солей в Пролетарском и Веселовском водохранилищах достигает 40-500 мг/дм<sup>3</sup>. Озеро Маныч-Гудило превратилось в солеродный бассейн ( $S=48\%$ ). Концентрация солей в рр. Средний и Большой Егорлык превысила 5 г/дм<sup>3</sup>, вода стала непригодной для полива сельскохозяйственных угодий [1]. В сложившейся ситуации просто необходимы меры по очистке коллекторно-дренажных сбросных вод [2].

В Ростовской области для очистки вод оросительных систем возможно использование технологических схем, внедрение которых не повлечет за собой больших строительных работ, экономических затрат, позволит использовать очищенную воду повторно на орошение. Приоритетными следует считать технологии комбинирования очистных сооружений внутри дренажных колодцев с одновременной системой внутрпочвенного орошения очищенной водой. Однако такие схемы требуют больших капитальных затрат на переустройство существующих оросительных систем. Поэтому необходимо в кратчайшие сроки провести исследования по поиску и научному обоснованию путей решения этой актуальной проблемы.

В качестве примеров технологических схем очистки коллекторно-дренажных вод оросительных систем можно привести следующие.

Сооружение для очистки коллекторно-дренажных и сточных вод, состоящее из последовательно установленных отстойников и сорбционных фильтров, выполненных в виде колодцев с установленными в них съемными сетчатыми емкостями, заполненными сорбен-

том [3]. Однако недостаток данной технологии в части очистки дренажных вод состоит в том, что не решается проблема деминерализации дренажного стока, кроме того, использование в схеме очистки отстойников и серии фильтров не допускает пропуска сточных вод большого объема и скорости.

Удобны и просты в использовании технологии очистки дренажного стока от механических примесей, солей, остатков пестицидов и удобрений непосредственно в дрене при помощи съемного фильтрующего элемента, состоящего, например, из волокнистого материала, двухслойного фильтра, обработанного сорбент-мелиорантом, и гранулированного сапропеля [4]. Такие съемные патроны можно при необходимости устанавливать внутри дренажного колодца любого выбранного коллектора, а очищенные воды использовать для повторного орошения, поения животных и т.д. Однако такие фильтрующие патроны нуждаются в последующей регенерации и утилизации, также процесс усложняется изготовлением волокнистого фильтрующего материала, что сказывается на стоимости очистки.

Многие технологии предусматривают использование дорогостоящих материалов. Однако использование местных фильтрующих материалов, таких как бентонитовые глины, глауконитовые пески, отходы добывающей и обрабатывающей промышленности, золошлаки ГРЭС, с нашей точки зрения расценивается наиболее рентабельным. Нами ведутся разработки схемы очистки дренажных стоков в дренажных колодцах при помощи фильтрации, сорбции и ионного обмена с применением наиболее дешевых местных сырьевых ресурсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2006 году». – С. 49-51.
2. Безднина, С.Я. Экологические основы водопользования / С.Я. Безднина. – М.: ВНИИА, 2005. – С. 159-164.
3. Пат. 2062634 С1, 1996.06.27.
4. Пат. 2091538 С1, 1997.09.27.

## **ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПЛАНИРОВКИ РИСОВЫХ ЧЕКОВ НА НИЖНЕ-МАНЫЧСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ<sup>1</sup>**

В.Д. Гостищев, В.А. Яровой, Д.А. Осипенко, Ж.В. Рощина  
ФГОУ ВПО «НГМА»

Рис является важным продуктом диетического питания.

В связи с увеличением спроса на рис в мире повысился интерес производителей с.-х. продукции к этой культуре. На Нижне-Маньчской рисовой оросительной системе долгое время значительные площади не использовались под эту культуру по ряду причин – это и большие энергозатраты по возделыванию, и вопросы, связанные с оплатой воды, а также с реформой земельных отношений.

В 2008 г. Администрация Ростовской области возмещает порядка 70 % затрат на оплату электроэнергии рисоводческим хозяйствам, которые для затопления рисовых чеков используют электронасосы. Дотации получают рисосеющие хозяйства Сальского и Багаевского районов. Их общие затраты составили около 8 млн руб., а компенсация планируется в размере 5 млн руб.

Конъюнктура современного спроса на рис сложилась таким образом, что закупочные цены достигли высоких значений. Этот фактор подстегнул интерес производителей с.-х. продукции к восстановлению и реконструкции ранее не вовлеченных в процесс рисосеяния чеков рисовых ОС, несмотря на большие капиталовложения в реконструкцию и непростой процесс самого выращивания этой требовательной культуры.

Исследования по изучению комплекса различных факторов повышения урожайности риса проводились на землях ООО «Маньч-Агро», расположенных в поймах рек Дон и Маньч.

Возделывание культуры риса на Нижне-Маньчской оросительной системе имеет ряд характерных особенностей:

- система была создана на солонцовых и солончаковых пойменных почвах, имеющих среднюю степень засоления, но склонных

---

<sup>1</sup> – Издается в авторской редакции.

к процессам вторичного засоления и заболачивания, выносу солей в верхний пахотный слой. Поэтому существует необходимость промывок почвы, что достигается непосредственно режимом орошения риса, который положительно влияет на урожайность риса и сопутствующих культур;

- близость сбросов системы в р. Дон к крупным населенным пунктам г. Аксай, г. Ростов-на-Дону и других влечет за собой строгий запрет на использование химических методов для борьбы с сорной растительностью в чеках, вредителями, болезнями, с процессами полегания растений риса: гербициды, пестициды, ретарданты; а также минимизировать использование неорганических удобрений. Поэтому в сложившихся экологических условиях рисоводческому хозяйству необходимо сделать упор на агрометеорологические и агротехнические мероприятия, которые позволяют получать высококачественную экологически чистую продукцию риса.

Одним из таких немало значащих мероприятий в процессе возделывания риса является режим орошения: борьба с сорняками в период вегетации, процессами изреживания и вымокания растений риса происходит за счет регулирования воды на поле, поэтому особое значение должно уделяться планировке.

Своевременно и качественно проведенная эксплуатационная планировка рисовых чеков позволяет создать, поддерживать и регулировать слой воды, появляются дружные всходы, густота стояния растений, глубина заделки семян и осуществление сброса воды в сжатые сроки – основные резервы продуктивности рисосеяния. На основании предыдущего опыта возделывания риса на Нижне-Маньчской ОС прирост урожайности после планировки может достигать 25 %.

Геодезическая съемка чеков проводилась в теплый период времени с июля по сентябрь 2008 г. Съемка проводилась на территории 300 га, на трех полях площадью 100, 90, 100 га. Чеки либо находились под паром, либо на них выращивался ячмень. Непосредственно перед началом съемки чеки дисковались.

После рекогносцировки объекта, представляющего собой карты краснодарского типа, было принято решение о съемке чеков нивелированием по квадратам с закреплением сторон колышками через 20 м.

Несмотря на наличие электронного тахеометра, наиболее приемлемым сочли технический нивелир с компенсатором, так как наибольшая часть нагрузки ложилась на разбивку поверхности с закреплением кольями и ведение абриса съемки. В данном случае электронный тахеометр явных преимуществ не давал.

По краям чеков, на откосах, деревянными кольями со сторожками закрепляли реперы для дальнейшего их использования при проведении вертикальной планировки. Для увязки отметок в соседних чеках использовались реперы, общие для двух соседних чеков. При необходимости количество реперов на одном чеке увеличивали до двух, трех, в зависимости от их протяженности.

Для упрощения работ по выносу проекта вертикальной планировки в натуру каждый кольешек нумеровался и соответственно отмечался в полевом журнале нивелирования.

Предварительный анализ отчетов по чекам показал, что больших перепадов на территориях чеков не наблюдается. В среднем максимальные перепады высот составляют  $\pm 30-40$  см. Поэтому была поставлена задача составить проект перемещения объемов земляных масс в пределах каждого отдельного чека, т.е. увязка по отметкам между соседними чеками не потребовалась, хотя такой контроль после вычисления проектной отметки проводился.

С целью упорядочения полученных материалов, после съемки каждого поля средней площадью 100 га, производилась камеральная обработка данных. Для автоматизации процесса обработки использовали прикладную программу «Microsoft Excel».

*В качестве алгоритма при обработке были учтены следующие моменты:*

1. Рабочие отметки принято вычислять по традиционной формуле:

$$r = H_{\text{пр}} - H_{\text{ф}},$$

где  $H_{\text{пр}}$  – отметка проектной точки, м;

$H_{\text{ф}}$  – отметка фактической поверхности (земли), м.

Но так как необходимость в увязке отметок (хоть и относительных) отпала, то рабочие отметки вычислили напрямую через снятые в поле отсчеты по выведенной формуле:

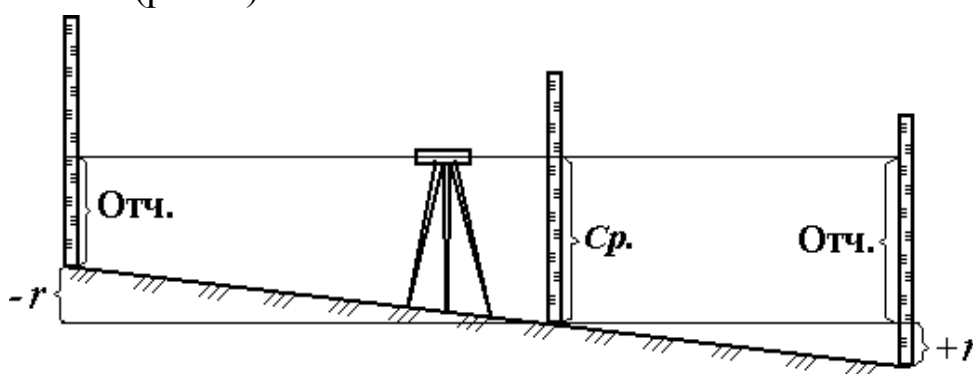
$$r = \text{Отч.} - \text{Ср.},$$

где *Отч.* – отсчет на вершину квадрата, см;

*Ср.* – средний отсчет, вычисляемый как среднее арифметическое из всех отсчетов по чеку, см.

Средний отсчет в данном случае представляет собой нечто иное, как расстояние от луча визирования вниз до горизонтальной плоскости под вертикальную планировку с предположительно нулевым балансом земляных масс.

Справедливость формулы можно графически продемонстрировать на схеме (рис. 1).



**Рис. 1. Схема определения рабочих отметок**

2. Для контроля в программе автоматически подсчитывалась сумма рабочих отметок, которая теоретически должна была равняться нулю, но по факту отличалась от нуля за счет округления средней отметки и последующих расчетов с ней на величину, равную количеству отсчетов, умноженных на 0,5 см.

3. При разбивке поверхности крайние по периметру колышки закреплялись на расстоянии 10 м от границ чека. Таким образом, каждый колышек окружала поверхность чека с размерами 20 х 20 м. Зная рабочую отметку в вершине каждого квадрата, вычисление объемов земляных работ можно производить по способу призм:  $V = S \cdot h$ , где  $S = 20 \times 20$  м – площадь основания призмы,  $h = r/100$  – высота призмы с переводом размерности из см в м, тогда:  $V = 20 \cdot 20 \cdot r / 100$ , или:

$$V = 4 \cdot r, \text{ м}^3.$$



4. В литературе, касающейся вопросов планировки рисовых чеков [1-9], говорится о целесообразности ее проведения с точностью  $\pm 5$  см, а в некоторых источниках говорится и о  $\pm 2-3$  см, что приводит к еще большим прибавкам урожайности. При поливе риса затопленным чеком, где планировка проводилась с точностью  $\pm 2,5$  см, урожай был на 10-12 ц/га выше, чем в чеках с точностью планировки  $\pm 5$  см [1]. Однако оценив все факторы, решили остановиться на точности  $\pm 5$  см, и поэтому участки, на которых рабочие отметки меньше или равны  $\pm 2$  см, принято считать «нулевыми» и объемы земляных работ на них не подсчитывать.

5. При подсчете объемов земляных работ в пределах чека, как правило, возникает ситуация, когда объемы работ по выемке и насыпи грунта не совпадают. В литературе такое расхождение допускается в пределах 10 %. Причем желательно, чтобы выемка преобладала над насыпью, так как легче лишний грунт вывезти, чем разрабатывать карьер для его доставки.

С целью увязки объемов земляных масс, превышающих расхождение в 10 %, в программе изменяли значение среднего отсчета, представляющего собой значение относительной отметки горизонтальной плоскости. Для меньших корректировок этих объемов в дополнительные расчеты принимали некоторые участки с рабочими отметками  $\pm 2$  см, которые до этого из расчетов исключались.

6. Отсчеты, снятые на реперы, контролировали разностью отсчетов по контрольной и рабочей сторонам рейки, которая должна составлять постоянную величину 4800 мм. Значения отсчетов переводили в относительные отметки по отношению к выбранному положению горизонтальной плоскости для планировки.

7. Для окончательного оформления данных по планировке графическую часть выполняли на листах формата А-4 в условном масштабе. На плане вся поверхность чека разбивалась на квадраты с подписанными в центре рабочими отметками. Для наглядности территории, подлежащие планировке, штриховались для срезки и насыпи своими цветами.

132 ЧЕК			Rp= 0,49		
8 27	6 17	4 13	2 1	2 2	1 2
7 2	2 13	8 8	10 -1	11 2	5 6
18 -3	17 9	18 -2	16 -5	14 -2	8 0
18 1	20 -2	21 1	22 -1	22 2	24 2
30 -1	28 -1	28 2	27 -11	28 -6	26 0
31 -8	32 -13	33 -2	34 -2	35 -6	36 6
38 -9	41 -2	40 -1	38 -2	38 -3	37 5
43 2	44 -2	46 2	46 -6	47 2	48 1
64 2	63 -2	62 0	61 -11	61 -2	60 2
66 -2	68 -2	67 2	68 -13	68 -2	69 2
88 6	86 -2	84 1	83 -11	83 -6	81 1
87 5	85 10	88 2	86 -6	87 -7	72 -1
464			$\Sigma r =$	-11	см
-508			$\Delta h =$	40	см
-44	OK	Балансировка =	0	см	
8,7	%	S =	3,1	га	

Рис. 2. Схема увязки объемов земляных масс

Кроме того, подписывались объемы земляных работ с вычисленным значением по их расхождению и процентным эквивалентом (рис. 2).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шумаков, Б.Б. Улучшение использования орошаемых земель / Б.Б. Шумаков, В.Д. Бердышев. – М.: Россельхозиздат, 1978.
2. Тулякова, З.Ф. Рис на Северном Кавказе / З.Ф. Тулякова. – М.: Росиздат, 1973.
3. Зональные системы орошаемого земледелия Ростовской области. – Ростов н/Д: Кн. изд-во, 1987.
4. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / под ред. Б.Б. Шумакова. – М.: Колос, 1999.
5. Рекомендации по ремонту и эксплуатации внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем. – Краснодар: ВНИИРиса, 1982.
6. Геодезия: учебник для техникумов / В.М. Голубкин [и др.]. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Недра, 1985.
7. Инженерная геодезия: учебник для вузов / Г.А. Федотов. – Изд. 4-е. – М.: Высшая школа, 2007.
8. Разработать рекомендации по внедрению риса на Нижне-Маньчской ОС с учетом ее мелиоративного состояния: отчет о НИР / Новочерк. гос. мелиор. акад. (НГМА); исполн.: Кириченко А.В., Макаров В.В., Яровой В.А. [и др.]. – Новочеркасск: НГМА, 2007.
9. Гостищев, В.Д. Эколого-мелиоративная оценка территорий оросительных систем Ростовской области (на примере Нижне-Маньчской ОС): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новочеркасск, 2000.

УДК 626.8.004:631.459

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОРОШАЕМЫХ ПОЛЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

М.А. Щедрин

ФГНУ «РосНИИПМ»

Результаты анализа функционирования водозадерживающих сооружений, имеющих в хозяйствах Ростовской области на 2005 г., показали, что значения наработок на отказ находятся в пределах 2-10 лет и составляют величины, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

**Значения величин наработок на отказ (ФГНУ «РосНИИПМ»)**

Величины наработок на отказ ПС									
2,0	2,5	2,8	3,1	3,5	3,8	4,0	4,2	4,1	4,2
4,6	4,9	4,3	5,0	5,1	5,0	5,4	5,3	5,4	5,5
5,8	6,0	6,4	6,5	6,5	6,4	6,3	6,4	6,5	6,0
6,5	6,4	6,5	6,2	6,5	6,6	7,4	6,9	7,1	7,3
7,5	7,0	7,2	7,5	7,5	8,2	8,6	8,5	8,5	8,5
8,5	8,2	9,5	9,8	10,0					

Проведем статистическую обработку данных табл. 1. С этой целью разбиваем все значения на интервалы одинаковой длины. Число интервалов определяем согласно рекомендациям РТМ 44-62 [1]:

$$k = 1 + 3,322 \cdot \log n = 1 + 3,322 \cdot \log 55 \approx 7,$$

где  $n$  – объем выборки.

Определяем длину интервала:

$$\Delta = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{k} = \frac{10 - 2}{7} \approx 1,14 \text{ лет.}$$

Интервальный ряд распределения представлен в табл. 2.

Таблица 2

**Интервальный ряд распределения наработок на отказ ПГТС**

Интервалы, г	2,0-3,14	3,14-4,28	4,28-5,42	5,42-6,56	6,56-7,72	7,72-8,86	8,86-10,0
Количество отказов, $n_k$	4	6	9	16	10	7	3

Статистический ряд характеризуется значениями, представляющими собой величины середин каждого интервала и соответствующих им частот распределения отказов. Данный ряд представлен в табл. 3.

Таблица 3

**Статистический ряд распределения наработок на отказ**

Значения середин интервалов, $t_k$	2,57	3,71	4,85	5,99	7,13	8,29	9,43
Количество отказов, $n_k$	4	6	9	16	10	7	3
Относительная частота отказов, $f_k = n_k/n$	0,08	0,12	0,18	0,32	0,2	0,14	0,06

Рассчитываем значения длин интервалов  $\Delta$  и плотности относительной частоты отказов  $h_i = f_k / \Delta$ . Расчеты сводим в табл. 4.

Таблица 4

**Данные для построения гистограммы  
относительных частот распределения отказов**

Значения середин интервалов, $t_k$	2,57	3,71	4,85	5,99	7,13	8,29	9,43
Плотность относительной частоты отказов, $h_i$	0,07	0,105	0,158	0,281	0,175	0,123	0,053

Вычисляем основные статистические показатели:

- выборочное среднее значение

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^7 t_i \cdot n_i}{n} = \frac{1}{55} \cdot (2,57 \cdot 4 + 3,71 \cdot 6 + \dots + 8,29 \cdot 7 + 9,43 \cdot 3) = 6,6;$$

- определяем значение дисперсии

$$D = \frac{\sum_{i=1}^7 (t_k - T_{\text{cp}})^2 \cdot n_k}{n - 1},$$

$$D = \frac{1}{54} \cdot [(2,57 - 6,6)^2 \cdot 4 + (3,71 - 6,6)^2 \cdot 6 + \dots + (8,29 - 6,6)^2 \cdot 7 + (9,43 - 6,6)^2 \cdot 3] = 4;$$

- среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{D} = 2;$$

- коэффициент вариации

$$k_v = \frac{\sigma}{T_{\text{cp}}} \cdot 100 = \frac{2}{6,6} \cdot 100 = 30 \% ;$$

- коэффициент асимметрии составит

$$A = \frac{\sum_{i=1}^7 (t_k - T_{\text{cp}})^3 \cdot n_k}{n \cdot \sigma^3},$$

$$A = \frac{1}{50 \cdot 2^3} \cdot [(2,57 - 6,6)^3 \cdot 4 + (3,71 - 6,6)^3 \cdot 6 + \dots + (9,43 - 6,6)^3 \cdot 3] = -0,94;$$

- коэффициент эксцесса

$$E = \frac{\sum_{i=1}^7 (t_k - T_{cp})^4 \cdot n_k}{n \cdot \sigma^4} - 3,$$

$$E = \frac{1}{50 \cdot 2^4} \cdot [(2,57 - 6,6)^4 \cdot 4 + (3,71 - 6,6)^4 \cdot 6 + \dots + (9,43 - 6,6)^4 \cdot 3] - 3 = -0,737.$$

Так как  $A < 0$ , то асимметрия левосторонняя. Эксцесс  $E < 0$ , следовательно, линия распределения наработок на отказ проходит ниже кривой нормального распределения. Определяем ошибки среднего выборочного значения наработки на отказ, среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации, асимметрии и эксцесса:

$$m_{T_{cp}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2}{\sqrt{55}} = 0,27;$$

$$m_{\sigma} = 0,71 \cdot m_{T_{cp}} = 0,2;$$

$$m_{k_v} = \frac{k_v}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{0,5 + \left(\frac{k_v}{n}\right)^2} = 4,28;$$

$$m_A = \sqrt{\frac{6}{n}} = 0,33;$$

$$m_E = 2 \cdot m_A = 0,7.$$

Оценка достоверности показателей производится путем вычисления отношения величины рассматриваемого показателя к его ошибке:

$$t = \frac{T_{cp}}{m_{T_{cp}}} = \frac{6,6}{0,27} = 24,4;$$

$$t = \frac{\sigma}{m_{\sigma}} = \frac{2}{0,2} = 10,0;$$

$$t = \frac{k_v}{m_{k_v}} = \frac{30}{4,28} = 7,01;$$

$$t = \frac{A}{m_A} = \frac{-0,94}{0,33} = -2,85;$$

$$t = \frac{E}{m_E} = \frac{-0,737}{0,7} = -1,05.$$

Сравниваем полученные показатели достоверности со стандартной величиной  $t_{k, \alpha}$ . При числе степеней свободы  $k = n - 1 = 55 - 1 = 54$  и уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , стандартная величина  $t_{54; 0,05}$  будет равна 2,01. Анализируя, приходим к выводу, что если значения показателей достоверности для выборочной средней, среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации больше 2,01 то они достоверны на 5%-м уровне значимости. Значения показателей достоверности для коэффициентов асимметрии и эксцесса недостоверны на 5%-м уровне значимости, а раз это так, то асимметрия и крутизна эмпирической кривой распределения отсутствуют (т.е. эти коэффициенты приравняем к нулю). При заданном уровне значимости проверим, по критерию Пирсона, гипотезу о нормальном распределении наработок на отказ. Для этого необходимо найти теоретические частоты  $h_k^m$  и сравнить их по критерию согласия с эмпирическими частотами  $h_k$ . Предполагая, что отказы распределены по нормальному закону, вычислим теоретические частоты:

$$h_k^m = \frac{n \cdot \Delta}{\sigma} \cdot \varphi(U_k),$$

$$\varphi(U_k) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{U^2}{2}},$$

$$U_k = \frac{t_k - T_{\text{ср}}}{\sigma},$$

где  $n$  – общее число отказов;

$\Delta$  – длина интервала группирования наработок на отказ.

Сравниваем эмпирические  $h_k$  и теоретические  $h_k^m$  частоты с помощью критерия Пирсона (табл. 5) [2]:

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^7 \frac{(h_k - h_k^m)^2}{h_k^m}.$$

По таблице критических точек распределения с заданным уровнем значимости  $\alpha = 0,05$  и числу степеней свободы  $r = 4$  определяем критическую точку левосторонней области  $\chi_{\text{кр}} = 9,5$ . Т.к.  $9,5 > 2,61$ , то нет оснований отвергать гипотезу о нормальном распределении отказов противоэрозионных сооружений. Отсюда рассчитываем теорети-

ческую функцию плотности распределения наработок на отказ, для которой  $T_{cp} = 6,6$  лет,  $\sigma = 2$  года.

Таблица 5

**Проверка согласия функций эмпирического и теоретического распределений наработок на отказ**

$i$	$h_k$	$h_k^m$	$h_k - h_k^m$	$(h_k - h_k^m)^2$	$(h_k - h_k^m)^2 / h_k^m$
1	4	4,834	0,834	0,696	0,145
2	6	8,957	-2,957	8,742	0,976
3	9	11,273	-2,273	5,167	0,458
4	16	14,380	1,620	2,624	0,183
5	10	8,530	1,470	2,151	0,252
6	7	5,753	1,247	1,555	0,270
7	3	4,238	-1,238	1,534	0,362
$\Sigma$	55				2,64

Вычисляем доверительные интервалы:

- для средней наработки на отказ

$$T_{cp} - t \cdot m_{T_{cp}} < T_{cp} < T_{cp} + t \cdot m_{T_{cp}},$$

$$0,012 < T_{cp} < 13,19;$$

- для коэффициента вариации

$$k_v - t \cdot m_{k_v} < k_v < k_v + t \cdot m_{k_v},$$

$$0,04 < k_v < 0,06;$$

- для среднего квадратического отклонения

$$\sigma \cdot (1 - q) < \sigma < \sigma \cdot (1 + q),$$

$$1,58 < \sigma < 2,42.$$

Для проведения анализа запишем кратко полученные результаты:

$$T_{cp} \pm m_{T_{cp}} = 6,6 \pm 0,27 \text{ лет}; k_v \pm m_{k_v} = 30 \pm 4,28; \sigma \pm m_{\sigma} = 2 \pm 0,2.$$

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы: выборочная средняя наработка на отказ противоэрозионных сооружений составляет 6,6 лет, а генеральная средняя находится в интервале от 0,012 до 13,19 лет. Гарантированная, на 5%-м уровне значимости, возможная максимальная наработка на отказ составит 14 лет; изменчивость величины наработок на отказ характеризуется



средним квадратическим отклонением, которое для выборочной совокупности составляет два года, коэффициент вариации – 30 %, что свидетельствует об изменчивости величины наработок на отказ.

В генеральной совокупности среднее квадратическое отклонение находится в интервале от 1,58 до 2,42 лет, а коэффициент вариации – до 60 %. Это свидетельствует о широком диапазоне условий эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. РТМ 44-62. Методика статистической обработки эмпирических данных. – М.: Изд-во Стандартов, 1966. – 99 с.

2. Феллер, В. Введение в теорию вероятности и ее приложения / В. Феллер. – М.: Мир, 1967. – Т. 1, 2. – 272 с.

Научное издание

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Сборник статей по материалам  
научно-практического семинара

Выпуск 39

Часть I

Корректор Е.В. Кулыгина  
Компьютерная верстка Е.А. Бабичева

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 7,56. Тираж 300 экз. Заказ \_\_\_\_\_.

Издательство ИП Кожухова А.А.  
Типография «Лаки Пак»  
г. Ростов-на-Дону, пр. Ворошиловский, 60