

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное научное учреждение
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»
(ФГНУ «РосНИИПМ»)

УДК 626.823.6:626.824

В. Я. Бочкарев, А. А. Чураев, И. В. Клишин, Л. В. Юченко, М. В. Вайнберг

**ВОДОУЧЕТ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ
НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ**

Научный обзор

Новочеркасск 2011

Содержание

Введение	3
1 Водоучет и водораспределение на мелиоративных системах	4
1.1 Водоучет на мелиоративных системах.....	4
1.1.1 Анализ применимости существующих методов и средств измерения и контроля технологических параметров для условий мелиоративных систем.....	4
1.1.2 Анализ технического состояния средств водоизмерения и специального технологического оборудования в пунктах водоучета	19
1.1.3 Анализ нормативного обеспечения водоучета на мелиоративных системах.....	24
1.2 Водораспределение на мелиоративных системах.....	28
Заключение	39
Список использованной литературы.....	42

Введение

В связи со введением в действие федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании» возникает необходимость не только в пересмотре и усовершенствовании нормативно-методической базы в мелиорации, организации эффективной работы метрологических служб в эксплуатационных организациях, проведения аттестации гидрометрических постов, но и в восстановлении ранее существовавшей гидрометрической сети и оснащении ее необходимыми средствами водоучета и водоизмерения.

Системы измерения расхода и объема воды обеспечивают количественный контроль технологических процессов при осуществлении управления водопользованием (водораспределением). В этой связи возникает необходимость в расширении функциональных возможностей и повышении требований к техническим характеристикам средств измерений. Это технически и экономически обоснованно, так как организация коммерческого водоучета, а в перспективе использование автоматизированных систем управления, потребует введения средств измерений параметров водного потока в общий комплекс приборного обеспечения водопользования.

Основным критерием оценки систем и средств измерения расхода и объема воды является достоверность получаемой информации [1], которая определяется надежностью работы систем и метрологическими характеристиками средств измерений. Оценивать эти характеристики необходимо в реальных условиях эксплуатации, так как высокая точность прибора, указанная в паспорте или рекламном проспекте, часто задается для нормальных условий, которые могут существенно отличаться от условий эксплуатации, в результате погрешность измерения существенно возрастает [2-4].

Таким образом, разработки в данной области должны основываться на новых подходах к организации процессов эксплуатации, включая планирование и управление процедурами водопользования и водораспределения, а также к формированию системного водоучета на основе технологических достижений в области измерительной техники и метрологии.

1 Водоучет и водораспределение на мелиоративных системах

1.1 Водоучет на мелиоративных системах

1.1.1 Анализ применимости существующих методов и средств измерения и контроля технологических параметров для условий мелиоративных систем

Системный анализ функционирования объектов МС позволяет свести весь массив измеряемых параметров в три группы:

- гидравлические параметры (уровень, скорость, давление воды и их производные параметры);
- линейно-угловые параметры (глубина потока в русле, положение затворов ГТС, размеры призмы отложения наносов и др.);
- энергетические параметры (величина тока и напряжения электропитания насосных агрегатов, потребляемая электрическая мощность и т.п.).

Проблема получения оперативной и достоверной информации о состоянии объектов МС имеет два аспекта – технологический и технический. Это связано с тем, что первичная информация о величинах тех или иных технологических параметров не всегда может быть получена методами прямого инструментального измерения.

Так, при измерении (контроле) линейно-угловых и энергетических параметров преобладает технический аспект. Он сводится, в основном, к выбору средств измерения и контроля, которые широко используются в промышленном производстве, вследствие чего обладают высокой степенью унификации и стандартизации. Определенные сложности их применения на МС связаны с некоторыми техническими характеристиками, например, электропитанием приборов и некоторыми другими [5].

Измерение (контроль, определение) гидравлических параметров является многофакторным и сложным процессом, реализуемым с помощью комплекса средств измерений. Более того, характер гидродинамических процессов в каналах и ГТС МС определяет качественно иные требования

к средствам измерения, прежде всего к работе в динамическом режиме измерения. В этих условиях превалирующим становится технологический аспект в проблеме получения информации о величинах гидравлических параметров [5].

Основными характеристиками качества результата измерения является точность и достоверность. Технологии и методы повышения точности сложны, дорогостоящи, трудоемки и требуют длительного времени на реализацию. Поэтому уровень точности, к которому следует стремиться, определяется критерием технологической целесообразности, зависящим от конкретных условий и цели измерения.

Критерии технологической целесообразности формируются из совокупности метрологических характеристик, от которых зависит точность и достоверность измерений. Основные из них:

- номинальная статическая характеристика преобразования измерительного устройства;
- динамические характеристики средств измерений; характеристики суммарной или систематической и случайной составляющих погрешности средств измерений;
- вариация показаний измерительного прибора и сигнала измерительного преобразователя;
- входное сопротивление измерительного устройства; цена деления равномерной шкалы и пределы шкалы измерительного прибора;
- характеристика выходного кода цифровых средств измерений; неинформативные параметры выходного сигнала измерительного преобразователя и меры;
- функции влияния как зависимости изменений метрологических характеристик средств измерений от влияющих величин или неинформативных параметров входного сигнала;
- характеристики погрешностей средств измерений в интервале изменений влияющей величины или неинформативного параметра входного сигнала;

- наибольшие допустимые изменения метрологических характеристик, вызванные изменением внешних влияющих величин и неинформативных параметров входного сигнала.

Исходя из данных критериев, можно констатировать, что применение стандартизированных средств общепромышленного назначения для измерения гидравлических параметров на МС требует разработки новых или совершенствования известных технологий и методов измерений. Отечественная серийно выпускаемая приборная продукция не обеспечивает возможности ее применения в условиях МС. Между тем зарубежные фирмы OMEGA, Swoffer (США), OTT (Германия), COMEF s.a. (Франция) много лет выпускают широкий спектр гидрометрического оборудования, адаптированного к использованию именно на водохозяйственных объектах, с автономным питанием и не критичным к квалификации эксплуатационного персонала.

Развитие и совершенствование как отечественных, так и зарубежных технологий информационного обеспечения водопользования основывается на общих принципах. Существенно различается лишь техническое и приборное обеспечение. В последние годы технологический разрыв в этой области еще более увеличился. Исходя из этого, целесообразно провести анализ технического уровня современных средств измерения технологических параметров, определить их возможности и тенденции совершенствования.

На современных МС группа измеряемых гидравлических параметров наиболее многочисленна. Как правило, контрольные створы или точки измерения располагаются на гидрометрических постах, ГТС различного типа и назначения, напорных коллекторах (водоводах) насосных станций. В соответствии с требованиями действующей НТД измерению подлежат расход и объем стока воды. Прочие гидравлические параметры измеряются как исходные для определения вышеуказанных параметров.

Применение систем автоматического управления водопользованием предъявляет ряд дополнительных требований к средствам информативного

обеспечения. В частности, приобретает большое значение оперативный контроль уровней воды в реальном масштабе времени для оценки динамики переходных процессов в водопроводящих сетях МС. Фактически происходит смещение акцентов метрологического обеспечения водопользования с традиционного водоучета на технологическое водоизмерение. В этих условиях особое значение приобретает анализ возможностей измерения и контроля базовых гидравлических параметров, как основы обеспечения достоверного водоучета и водоизмерения.

Уровень воды. Современный арсенал средств измерения уровня воды включает как простейшие уровнемерные устройства, например гидрометрические рейки, так и высокоточные автоматизированные измерительные приборы и датчики. Методы измерения уровней воды достаточно отработаны. Отечественная и зарубежная практика применения уровнемерных устройств предполагает два основных метода измерения уровней. В первом случае уровнемерное устройство размещается в водном потоке, во втором – в успокоительном колодце. Вторым методом является основным и предполагает размещение уровнемерных устройств в успокоительном колодце, соединенном с открытым каналом при помощи водовода [6].

Выбор методов средств измерения уровней регламентируется требованиями к точности и достоверности результата измерения, а также возможностями его осуществления. Проблема выбора осложняется необходимостью энергоснабжения электронных уровнемеров, датчиков и сигнализаторов уровня. В таблице 1 приведены технические данные уровнемерных устройств, пригодных к применению на мелиоративных системах.

Таблица 1 – Средства измерения и контроля уровня воды

Тип устройства (страна-изготовитель)	Диапазон измерения, м	Погреш- ность измере- ния	Выходная информация	Электро- питание
1	2	3	4	5
А. Дискретный контроль уровня				
Рейка водомерная переносная ГР-116 (Россия)	0-1,0	± 0,002	Визуальная	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Рейка морская гидрометрическая ГМ-4 (Россия)	0-4,0	$\pm 0,01$	Визуальная	-
Водомерная рейка G 1 (Германия)	0-1,0	$\pm 0,01$	Визуальная	-
Б. Непрерывный контроль уровня				
Уровнемер поплавковый ГР-116 (Россия)	0-20,0	$\pm 0,01$ (м)	Регистрация на ленте самописца	-
Многоканальный регистратор-самописец LGraph2	0-20,0	$\pm 0,01$ (м)	Регистрация аналоговых сигналов	-
Уровнемер поплавковый РУПТ-А	0-16,0	$\pm 0,01$ (м)	Регистрация аналоговых сигналов	-
В. Измерение уровня				
Ленточный самописец R 20P с зондом давления ODS4-K (Германия)	0-4,0 0-10,0 0-40,0	$\pm 0,1$ (%)	Регистрация на ленте самописца. Аналоговый сигнал 4-20 мА	Постоянное напряжение 26 В
Пневматический уровнемер R 25 с датчиком «NIMBVS» (Германия)	0-13,0	$\pm 0,01$ (м)	Регистрация самописцем. Аналоговый 4-20 мА	Постоянное напряжение 12 В
Преобразователь измерительный гидростатического давления «Сапфир-22 Г» (Россия)	0,025-25,0	$\pm 0,5$ (%)	Аналоговый сигнал 0-5 мА	Постоянное напряжение 36 В
Датчик гидростатического давления ДГДВ (Россия)	0-100,0	$\pm 0,5$ (%)	Аналоговый сигнал 0-5 мА	Переменное напряжение 220 В, 50 Гц
Пузырьковый уровнемер «Orphimedes» (Германия)	0-13,0	$\pm 0,01$ (м)	Цифровая информация	Постоянное напряжение 6 В
Датчик уровня емкостной ДУЕ-М (Россия)	0-6,0	$\pm 2,5$ (%)	Частотный сигнал 1-2 КГц	Постоянное напряжение 24 В
Индикатор уровня акустический МИРУСС-В (Россия)	0-20,0	$\pm 0,5$ (%)	Цифровая информация	Переменное напряжение 220 В, 50 Гц
Датчик уровня акустический ЭХО-5 (Россия)	0-30,0	$\pm 1,5$ (%)	Аналоговый сигнал 0-5 мА	Переменное напряжение 220 В, 50 Гц
Датчик уровня акустический «Kalesto» (Германия)	0,5-30,0	$\pm 0,01$ (м)	Цифровая информация	Постоянное напряжение 12 В
Датчик уровня «Honeywell» (США)	0,5-20	$\pm 0,0001$ (м)	Аналоговый сигнал 0-5 мА	Постоянное напряжение 12 В

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Датчик уровня «QT50U» (Россия)	0-8,0	$\pm 0,5$ (%)	Аналоговый выход 4-20 мА, 0-10 В	Постоянное напряжение 24 В
Датчик уровня «IRU» (Россия)	0-11,0	$\pm 0,5$ (%)	Токовый 4-20 мА и аналоговый выходы	Постоянное напряжение 24 В
Уровнемеры поплавковые многофункциональные «УПМ-2» (Россия)	0-8,0	0,01 (м)	Аналоговый сигнал 0-5 мА	Постоянное напряжение 6 В

Анализ технических характеристик уровнемерных устройств и обслуживания показывает следующее:

- наиболее высокой точностью измерения уровня, до 0,002 (м), обладают специальные гидрометрические рейки с успокоителем колебаний уровня и отдельные образцы высокоточных электронных уровнемеров (например: МИРУСС-В, «Orphimedes» с погрешностью $\pm 0,5$ %);

- средняя погрешность измерения уровня рейками, поплавковыми уровнемерами составляет $\pm 0,01$ (м);

- уровнемеры и датчики уровня акустического типа имеют погрешность в основном $\pm 1,5$. В результате, на границах диапазона измерений абсолютная погрешность измерения уровня существенно увеличивается;

- высокая точность измерения уровня, $\pm 0,25$; $\pm 0,5$ обеспечивается преобразователями и датчиками гидростатического давления (например «Сапфир-22ДГ», ДГДВ) при их оптимальной простоте и надежности;

- из всей номенклатуры выпускающихся отечественных приборов, лишь датчики уровня ДУЕ-М и «Сапфир-22 ДГ» имеют электропитание постоянным током с напряжением 24 В и 36 В. В то же время аналогичные зарубежные устройства имеют электропитание от 6 В до 24 В;

- все средства измерения уровня общепромышленного применения имеют стандартные выходные сигналы, в основном аналоговый токовый выход (0-5 мА, 0-20 мА или 4-20 мА) постоянного тока и визуальный на цифровом табло;

- примененный в датчике уровня ДУЕ-М (мелиоративного назначе-

ния) частотный выходной сигнал 1000 Гц (ИП-1) или 2000-4000 Гц (ИП-2) не позволяет использовать такие датчики в комплексе с другим оборудованием по обработке и передаче информации общепромышленного применения. Требуется дополнительное устройство по кодированию первичной информации. В настоящее время эти устройства сняты с производства;

- наиболее просты конструктивно и надежны в эксплуатации гидрометрические рейки и акустические датчики уровня. При правильном применении они не требуют периодической поверки и взаимно дополняют друг друга;

- уровнемеры поплавковые многофункциональные «УПМ-2», производимые отечественной фирмой «МетраТелеком» для измерения уровня воды, положения затвора и индикации перепада уровней воды в открытых оросительных системах, водовыпусках, могут использоваться также как рабочий орган в системах по автоматизации мелиоративных систем.

Скорость течения воды. Методы и средства измерения скорости течения воды отличаются большим разнообразием. Основными методами измерения скорости являются: кинематический метод; тахометрический метод; меточный метод; тепловой метод; гидродинамический метод; акустический (ультразвуковой метод); электромагнитный метод.

В соответствии с указанными методами, средства измерения скоростей течения воды делятся на три группы.

I группа. Приборы и устройства, реализующие меточный метод или метод смещения (метки течения в виде поплавков и вносимых в поток веществ).

II группа. Приборы и устройства, принцип действия которых основан на использовании физических эффектов создаваемых текущей водой:

- ультразвуковые установки, использующие эффект различия скоростей распространения звука по течению и против него;

- электромагнитные измерители скорости, измеряющие разность потенциалов, возникающих в воде при ее протекании через электромагнитный контур;

- термогидрометры, в которых используется тепловое взаимодействие чувствительного элемента и обтекающих его струй воды.

III группа. Приборы, основанные на гидродинамическом взаимодействии с потоком воды, – гидрометрические вертушки, гидродинамические трубки, гидрофлюгеры, механические и электронные динамометры.

Из всего многообразия средств измерения скорости течения жидкости, в эксплуатационной гидрометрии наибольшее применение получили гидрометрические вертушки и ультразвуковые установки. В таблице 2 приведены технические характеристики наиболее совершенных средств измерения скорости течения воды отечественной и зарубежной разработок.

Таблица 2 – Средства измерения скорости течения воды

Тип устройства (страна изготовитель)	Диапазон измерения	Погрешность измерения	Выходная информация	Электропи- тание
1	2	3	4	5
Гидрометрические вертушки				
«Гидрометрическая микровертушка ГМЦМ-1» (Беларусь)	0,05-4,0 (м/с)	$\pm 1,0$ (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 9 В
Гидрометрическая вертушка М 2010 (США)	0,03-7,5 (м/с)	$\pm 1,0$ (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 9 В
Гидрометрическая вертушка М 3000 (США)	0,032-7,5 (м/с)	$\pm 1,0$ (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 9 В
Вертушка гидрометрическая С 2 (Германия)	от 0,025 до 5 (м/с)	$\pm 1 \%$	Визуальная	Постоянное напряжение 6 В
Вертушка гидрометрическая С 20 (Германия)	от 0,03 до 2,5 (м/с)	$\pm 1 \%$	Визуальная	Постоянное напряжение 6 В
Универсальная гидрометрическая вертушка С 31 (Германия)	от 0,025 до 10 (м/с)	$\pm 1 \%$	Визуальная	Постоянное напряжение 6 В
Расходомер-скоростемер МКРС (Россия)	0,025-5,000 (м/с)	$\pm 1,5 \%$	Визуальная	Постоянное напряжение 4,5 В
Измеритель скорости «Зонд» (Россия)	0-10,0 (м/с)	$\pm 2,5-4,5$ (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 12 В
Измеритель течения «Наутилус С 2000» (Германия)	0-2,5 (м/с)	$\pm 1,0$ (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 12 В

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Электромагнитные измерители скорости				
Измеритель течения OMEGA FMG-50 (США)	0,7-10,0 (м/с)	$\pm 2,0$ (%)	Аналоговый сигнал 4-20 мА	Постоянное напряжение 24 В
Прочие типы измерителей скорости				
Измеритель скорости акустический АИР-А(К) (Россия)	0,01-3,0 (м/с)	$\pm 1,5$ (%)	Визуальная	Переменное напряжение 220 В
Радиометр РД-1С (Россия)	$\geq 0,001$ (см/с)	$\pm 0,05$ (см/с)	Визуальная	Постоянное напряжение 12 В
Термисторный измеритель скорости ТПВ-Т (Польша)	0,001-3,5 (м/с)	$\pm 5,0$ (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 12 В
Термический зонд ВУВХ (Словакия)	0,001-0,01 (м/с)	$\pm 8,0-12,0$ (%)	Визуальная	Переменное напряжение 220 В; 50Гц
Динамический датчик скорости OMEGA FSW-52 (США)	0,7-5,0 (м/с)	$\pm 10,0$ (%)	Визуальная	Переменное напряжение 125, 250 В; 60 Гц
Электролитический отметчик скорости ГГИ (Россия)	0-1,5 (м/с)	$\pm 0,5$ (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 6-12 В
Универсальный прибор Delphin (Германия)	н/д	н/д	Визуальная	Постоянное напряжение 12 В
Измеритель течения Swoffer 2100 (США)	от 0,03 до 7,5 (м/с)	$\pm 1 \%$	Визуальная	Постоянное напряжение 9 В

Наиболее широко применяемые динамические измерители скорости типа «гидрометрическая вертушка» по метрологическим характеристикам не имеют существенных отличий. Диапазон измерения скорости 0,15-10,0 м/с, погрешность измерения $\pm 1,0-2,0 \%$. Следует отметить более низкую погрешность измерения зарубежных вертушек фирм ОТТ Германия и Swoffer (США) $\leq \pm 1,0 \%$, что достигается более высоким качеством изготовления элементов устройства.

Выходная информация о скорости потока представляет собой осредненные по времени итерации данные, выведенные на дисплей прибора. Вследствие этого гидрометрические вертушки могут применяться лишь

для текущего контроля скорости течения в водотоках, градуировки и поверки водомерных ГТС.

Электромагнитные измерители скорости еще не получили должного распространения, хотя по эксплуатационным характеристикам они лучше гидрометрических вертушек. Диапазон измерения скорости 0-10,0 м/с, т.е. имеется возможность измерения очень малых скоростей. Погрешность измерения составляет $\pm 1; 2,5-4,5$ %. Наиболее совершенным прибором является новый измеритель течения «Наutilus С 2000» фирмы ОТТ (Германия). Высокоточный, малогабаритный и легкий прибор, простой в обслуживании, он, несомненно, заменит в перспективе гидрометрические вертушки.

Прочие типы измерителей скорости (таблица 2) представлены с целью оценки технического уровня и анализа тенденций совершенствования измерителей актуальной скорости течения в потоке жидкости.

Термоизмерители скорости, электролитические и радиометрические измерители предназначены, в основном, для измерения малых и сверхмалых скоростей течения воды. Погрешность измерения существенно зависит от периодичности калибровки прибора и условий измерения. В ближайшей перспективе не следует ожидать их массового применения.

Динамический датчик скорости OMEGA FSW-52 (США) представляет собой разновидность измерителей скорости, конструктивно выполненных в виде погруженного в поток тела (стержень, лопатка и т.д.) на которое воздействует скоростной напор жидкости. Особенности устройства таких датчиков позволяют применять их в качестве стационарных измерителей скоростей на различных ТОУ МС.

Акустические (ультразвуковые) измерители скорости, в силу особенностей метода измерения, используются в составе ультразвуковых измерителей расхода, т.к. определяют величину средней скорости по сечению потока. Имеется ряд экспериментальных конструкций ультразвуковых измерителей скорости в точке потока, но массового применения они не получили.

Расход воды. Расход воды, как контролируемый гидравлический параметр, есть производная величина от базовых параметров – уровень и скорость потока в русле. Для определения величины расхода могут использоваться два способа: объемный и скоростной [7, 8]. В реальных условиях эксплуатации мелиоративных систем применим лишь последний, при котором главным измеряемым параметром является средняя скорость потока в контрольном створе. Соответственно приборы, называемые расходомерами, фактически являются скоростемерами.

Согласно ГОСТ Р 51657.2-2000 [9], существуют семь основных методов определения расхода воды: гидродинамический, тахометрический, физический, меточный, парциальный, концентрационный и корреляционный. Реализация любого метода предполагает обязательное наличие двух технических компонентов: преобразователя расхода и прибора (устройства) измерения скорости потока.

Меточные и концентрационные методы измерения расхода воды в открытых руслах основаны на введении в поток меток в виде поплавков, радиоизотопных меток, солевого раствора и т.п. Для определения величины расхода требуется либо визуальное наблюдение с фиксацией времени прохождения меток через контрольные створы, либо измерение концентрации солевого раствора в начальной и конечной точках участка потока. В любом случае требуется применение комплекса приборов и устройств, что усложняет метод. Поэтому такие методы используются, в основном, или для ориентировочного определения расхода, или для градуировки гидрометрических сооружений [10, 11]. Погрешность определения расхода колеблется в пределах от $\pm 0,3\%$ до 10% .

Теоретический и практический интерес представляют метрологические характеристики специальных расходомерных устройств как серийно выпускаемых промышленностью, так и экспериментальных вариантов, построенных на нетрадиционных методах определения расхода. Приборостроительная промышленность как отечественная, так и зарубежная в большинстве случаев ориентирована на выпуск расходомерных устройств

для трубопроводов, работающих в напорном режиме. Средства измерения реализуют гидродинамический, тахометрический, физический и парциальный методы определения расхода. Причем наибольшее развитие получили физические методы, на основе которых разработаны ультразвуковые и электромагнитные расходомеры, например такие как «Акрон-01», «Взлет РС», «Portalflow 300», «Днепр-7», «UFM-005», «ДПК-4», «Взлет ПР», «РУС-1», «РУС-1М», «SLS-700F» и мн. др. Поэтому задача организации водоучета для закрытой напорной оросительной сети не является особо проблемной, т.к. перечисленные приборы в достаточной степени отвечают соответствующим требованиям по их использованию.

Метрологические характеристики расходомеров для трубопроводов практически идентичны: погрешность от $\pm 0,5\%$ до $1,5\%$; выходная информация – стандартный аналоговый сигнал 0-5; 4-20 мА; 0-20 мА; измеряется объемный расход. Эксплуатационные характеристики по массе расходомера и потребляемой мощности энергопитания лучше у ультразвуковых расходомеров.

Иначе дело обстоит на открытой сети. Перечень выпускающихся расходомеров для открытых каналов и лотков не такой обширный. Приведенные в таблице 3 приборы можно рекомендовать к применению на сооружениях типа «фиксированное русло» и регулирующих ГТС со свободным режимом истечения воды из-под затвора.

Таблица 3 – Существующие производители и номенклатура производимой приборной продукции по водоучету, рекомендуемой к применению на открытых оросительных системах

Изготовитель	Наименование продукции	Основные технические характеристики
1	2	3
НПП «Сигнур» г. Москва	Расходомер ЭХО-Р-02 с интегратором акустический	D_y = от 0,1 до 3 м, основная погрешность, % + 3, напряжение питания 220 В
ЗАО «Взлет» г. Санкт-Петербург	Расходомер-счетчик ультразвуковой «ВЗЛЕТ РСЛ»	Диапазон измерения уровня от 0 до 4000 мм, погрешность определения расхода 3 %, напряжение питания 220 В

Продолжение таблицы 3

1	2	3
США	Расходомер ADFM-2.0	Внутренний диаметр трубы: от 25,4 мм до 4,57 м; питание от сети 220 В; погрешность измерений: $\pm 2\%$ от полной шкалы ($\pm 0,24$ м/с); скорость потока от 0,03 м/с до 6,2 м/с
США	Расходомер ультразвуковой переносной ISCO 2150	Диапазон измерения уровня, от 0,010 до 3,05 м; питание: 6.6-16.6 V, 7-12 V; погрешность измерения: - уровня, м: 0,025-1,52 – 0,008 м/м; - более 1,52 м – 0,012 м/м
Германия	Электромагнитный расходомер Flo-Mate (модель 2000 CM)	Диапазон скоростей: – 0,15 до 2 м/с или - 0.15 до 20 м/с; погрешность: $\pm 2\% \pm 0,015$ м/с; внешнее питание: (дополнительно) 120 В, 1 Ватт или 220 В, 1 Ватт
Германия, фирма Sontek	Профилировщики Argonaut	Диапазон скоростей: – 0,15 до 20 м/с; погрешность: $\pm 2\%$

Как видно из приведенных выше описаний, остается нерешенной проблема организации автоматизированного технологического и коммерческого учета оросительной воды на градуированных гидротехнических сооружениях, оборудованных затворами и работающими в затопленном или подпорно-переменном режиме. Решить эту проблему позволит комплексное использование ультразвуковых, акустических или поплавковых уровнемеров (см. таблицу 1) в составе с современными микропроцессорными устройствами (контроллерами), преобразующими показания уровней воды на таких сооружениях в показания расхода и стока, согласно градуировочной характеристике каждого конкретного ГТС. Построение такой характеристики производится с использованием средств определения скорости водного потока (см. таблицу 2) и средств измерения линейно-угловых параметров сооружений.

Из современного импортного и дорогостоящего оборудования наиболее применимыми на мелиоративных каналах являются профилировщики моделей Argonaut-SL, Argonaut MD, Argonaut SW, выпускаемые германской фирмой Sontek, с помощью которых можно производить градуировочные работы.

Проблема измерения линейно-угловых параметров на мелиоративных системах может быть разделена на две задачи. Первая включает круг вопросов по линейно-угловой и высотной привязке водомерных ГТС, осуществляющих водоучет, к государственной геодезической сети, определению фактических уклонов каналов и ряда других аналогичных задач. Известные топогеодезические методы и средства измерения таких параметров полностью обеспечивают потребность службы эксплуатации МС, являются стандартизованными и хорошо апробированными.

Наибольшие сложности связаны с решением круга вопросов второй задачи. В таблице 4 приведены технические характеристики средств измерения и контроля линейно-угловых параметров для технологического оборудования МС.

Приоритетной задачей линейно-угловых измерений является получение первичной информации для определения площади живого сечения потоков в открытых руслах и в водопроводящих трактах ГТС. Фактически требуется оперативное измерение ширины и глубины потока в контрольном створе при различных режимах течения воды.

Таблица 4 – Средства измерения и контроля линейно-угловых параметров технологического оборудования мелиоративных систем

Тип устройства (страна-изготовитель)	Диапазон измерения, м	Погрешность измерения	Выходная информация	Электропитание
1	2	3	4	5
Измеритель положения затвора ИПЗ-2 (Россия)	0-1,0	$\pm 0,01$ (м)	Визуальная. Аналоговый сигнал 0-5 мА	Постоянное напряжение 36 В
Колонка дистанционного управления с сервомотором КДУ-11-П (Россия)	0-0,8	$\pm 0,005$ (м)	Аналоговый сигнал 0-5; 4-20 мА	Переменное напряжение 200 В; 50 Гц
Счетчик унифицированный О-17С (Россия)	0-999	$\pm 0,1$ (м)	Визуальная	-
Счетчик С-52М (Россия)	0-999	$\pm 0,01$ (м)	Визуальная	-
Донный контакт ПИ-2 (Россия)	0,5-10,0	$\pm 0,02$ (м)	Визуальная	Постоянное напряжение 12 В

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
Эхолот Humminbird Fishfinder 595 (Германия)	0,2-20,0	$\pm 1,5$ (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 24 В
Гидрометрическая штанга (Россия)	0-3,0	$\pm 0,01$ (м)	Визуальная	-
Канатный кран фирмы ОТТ (Германия)	Ширина потока 0-300,0	$\pm 0,01$ (м)	Визуальная	-

В открытых водотоках с фиксированным руслом (например, каналы) площадь живого сечения потока определяется на основе оперативных данных об изменении уровня воды. Соответственно базовые геометрические размеры русла каналов определяются стандартными топогеодезическими методами. Величина суммарной погрешности измерения площади живого сечения в основном зависит от погрешности измерения уровня воды в контрольном створе.

В ГТС необходимо измерение высоты открытия затвора при квазистационарных величинах ширины водопроводящих трактов. Поскольку на МС применяются в основном два типа затворов, – плоский щитовой и сегментный, с ручным или электрическим приводом, – методы и средства измерения их перемещения достаточно просты.

В плоских щитовых затворах, оборудованных винтовым подъемником, перемещение щита и соответственно величина открытия затвора измеряется по числу оборотов гайки ходового винта подъемника. Для этих целей используются приборы типа ИПЗ-1 и ИПЗ, различающиеся видом выходной информации передаваемой на ЦДП на системе телемеханики. При неизношенных шарнирных соединениях привода затвора погрешность измерения перемещения щита может достигать ± 1 см. Более точное определение перемещения щита возможно с использованием штриховой меры (специальная измерительная рейка или штанга). В этом случае погрешность измерения может достигать $\pm 0,5$ м независимо от технического со-

стояния привода затвора. Однако информация об открытии щита затвора будет только визуальной.

В сегментных затворах, вследствие нелинейности траектории перемещения нижней кромки затвора, используются косвенные методы измерения величины открытия затвора. Метод не дает достаточной точности измерения величины открытия щита. При тщательной калибровке относительная погрешность может быть доведена до $\pm 2-5$ см. Использование штриховых мер затруднительно из-за отсутствия базовой плоскости измерения и влияния динамического давления потока. Тем не менее, погрешность измерения может быть снижена до $\pm 1-2$ см.

Второй задачей, решаемой с использованием линейно-угловых измерений, является определение ширины и глубины потока как в фиксированных, так и нефиксированных руслах водотоков. В мелиоративных каналах эти задачи решаются с помощью гидрометрических дистанционных установок типа ГР-64 М и ГР-70. Погрешность измерения ширины и глубины русла адекватна и определяется погрешностью измерения длины вытравленного троса устройства. Для установок ГР-64М и ГР-70 данная погрешность составляет $\pm 0,01$ м.

1.1.2 Анализ технического состояния средств водоизмерения и специального технологического оборудования в пунктах водоучета

Приборное обеспечение водоучета определяется принятой технологией измерения контролируемых параметров. Оно должно формироваться из средств измерения и специального оборудования, серийно выпускаемых отечественной приборостроительной промышленностью и имеющих метрологическое обеспечение по требованиям закона РФ № 102-ФЗ от 2008 года. Для минимизации стоимости комплекта измерительных приборов и дополнительного оборудования, а также соблюдения требуемой метрологической надежности получаемой информации рекомендуются следующие технологии водоучета и водоизмерения:

1 Водоучет. Для проведения учетных (коммерческих) операций должна использоваться технология определения объема стока воды на основе применения контрольно-измерительных комплексов различной конфигурации, установленных на стандартизованном гидрометрическом сооружении. Такая технология обеспечивает более высокое метрологическое качество выходной информации.

Возможно использование традиционного способа определения объема стока воды, с использованием «ручных» методов измерения параметров водного потока на стандартизованном гидрометрическом сооружении. Такая технология, дополняя основную технологию, позволяет использовать минимальный набор простейших средств измерений существующих на объектах мелиоративных систем. В случае отказа в работе контрольно-измерительного комплекса, традиционная технология может являться основной.

2 Водоизмерение. Предусматривается упрощенная технология измерения контролируемых параметров водного потока на основе «ручных» методов, что позволит использовать минимальный набор простейших средств измерений, существующих на объектах мелиоративных систем.

В дальнейшем предусматривается переход на технологии водоизмерений с использованием специализированных контрольно-измерительных комплексов.

Основным учетным параметром при водоучете следует считать объем воды. В составе выходной информации могут находиться данные о других измеряемых (контролируемых) параметрах, которые должны архивироваться в контрольно-измерительном комплексе и представляться пользователю по специальному запросу.

Приборное обеспечение водоучета и водоизмерения должно представлять собой унифицированные контрольно-измерительные комплексы, которые могут иметь различия в зависимости от вида объекта (открытая оросительная сеть, закрытая оросительная сеть, трубопроводы насосных

станций) и состава измеряемых параметров. При этом система водоизмерения по структурному построению, конфигурации линий связи, составу и функционально-техническим возможностям средств измерений должна соответствовать подсистемам управления технологическими процессами водопользования.

Обязательным условием применения таких комплексов должны быть: стабильность работы в условиях нестабильного энергоснабжения; наличие стандартных выходных сигналов для передачи информации через телекоммуникационные системы; блочное построение для безопасного демонтажа оборудования на зимнее хранение.

Оснащение мелиоративных систем измерительными приборами должно проходить в несколько этапов.

На первом этапе все пункты водоучета должны оснащаться неконтактными расходомерами-счетчиками для обеспечения учетных операций. Для проведения метрологической аттестации пункты водоучета на открытой сети должны быть оснащены аттестованными средствами измерения (гидрометрическая рейка, гидрометрическая вертушка и др.). Пункты и контрольные точки водоизмерения должны быть оснащены простейшими аттестованными средствами измерений технологических параметров.

На втором этапе пункты водоучета и водоизмерения должны быть оснащены автоматизированными уровнемерами с неконтактными (акустическими) датчиками уровня для обеспечения текущего контроля состояния водопроводящей сети. Пункты водоизмерения по необходимости дополняются неконтактными расходомерами для обеспечения регулирования водораспределения.

На третьем этапе средства контроля и измерения объединяются в автоматизированную систему водоизмерения, необходимым компонентом которой является телекоммуникационное оборудование с соответствующим техническим и программным обеспечением.

При эксплуатации мелиоративных систем информация от средств

водоучета будет являться тестирующей в отношении информации от средств водоизмерения, что позволит повысить метрологическую надежность работы измерительных комплексов водоизмерения.

Для снижения финансовых и материальных затрат на приборное обеспечение водоучета и водоизмерения необходимо:

- минимизировать номенклатуру средств измерений водных параметров;

- использовать серийно выпускаемые средства измерения общепромышленного применения для создания средств водоучета и водоизмерения;

- максимально унифицировать приборы и оборудование при полной информационно-технической совместимости и блочно-модульном построении измерительных комплексов;

- обеспечить возможность поэтапного перехода от простых средств измерений к сложным, высокоточным информационно-измерительным комплексам;

- проводить сравнительные испытания выпускаемых приборов на предмет их пригодности к использованию в мелиоративной отрасли;

- готовить предложения, исходные требования и заказы на приборостроительные предприятия по доработке приборного обеспечения с учетом изменения ситуации на мелиоративных системах.

Современное положение на рынке измерительных приборов и оборудования позволяет обеспечить закупку любых видов и типов измерительных приборов и оборудования. Для более эффективного их применения целесообразно принять систему децентрализованной закупки средств измерения региональными государственными эксплуатационными организациями. В случае использования частных инвестиций в оснащение внутривладельческой части мелиоративных систем должно проводиться государственное регулирование этих процессов со стороны федеральных органов.

Серьезной проблемой эксплуатации приборного обеспечения является сохранность приборов и оборудования на неохраняемых объектах. Про-

блема требует дополнительного изучения и принятия, как правовых актов государства, так и определенных организационно-технических мер со стороны службы эксплуатации.

На основе проведенного анализа технических характеристик приборов водоучета и водоизмерения для открытой и закрытой оросительной сети, необходимо выделить основные требования, предъявляемые к приборам водоизмерения с целью использования их на государственных мелиоративных системах. К ним относятся следующие:

- диапазон измерения уровня и перепада уровней;
- диапазон измерения расхода;
- диапазон измерения стока;
- типы датчиков (для напорных трубопроводов);
- допустимая погрешность измерения;
- максимальное допустимое расстояние между датчиком и вторичным преобразователем;
- наличие интерфейса для связи с системами удаленного сбора информации или автоматики;
- напряжение питания устройства;
- максимальная допустимая потребляемая мощность;
- степень защиты устройства от внешних воздействий;
- вариант конструктивного исполнения вторичного прибора;
- температура окружающей среды;
- завоздушенность водного потока (в напорных трубопроводах);
- средний срок службы;
- среднее время наработки на отказ;
- стоимость устанавливаемого прибора.

Перечисленные требования необходимы для выбора того или иного прибора по преобладающим факторам для конкретного объекта с учетом специфики условий установки и эксплуатации.

1.1.3 Анализ нормативного обеспечения водоучета на мелиоративных системах

Водоучет на мелиоративных системах – специализированный вид деятельности, в котором принимают участие только две категории хозяйствующих субъектов – организации, эксплуатирующие водохозяйственные объекты, и водопотребители. Вся деятельность ведется в рамках сельскохозяйственной отрасли, и поэтому стандартизация в этой области должна быть прерогативой хозяйствующих субъектов самой отрасли.

Поэтому при подготовке нормативной базы по водоучету в соответствии с ФЗ № 184 «О техническом регулировании» целесообразно опираться на следующую схему нормативного обеспечения (рисунок 1), которая включает два вида документации: обязательную и добровольную.



Рисунок 1 – Схема нормативного обеспечения водоучета

Разработанная ранее нормативная документация в данной области во многом утратила свое значение в связи с реформированием существующей системы технического нормирования в свете требований ВТО. Так, например, срок действия ГОСТ 15126-80 «Вертушки гидрометриче-

ские речные. Общие технические требования» закончился в 1991 г., продлен не был, не было издано и нового аналогичного документа.

Большая часть парка специализированных средств измерений параметров водного потока представляет собой нестандартизованные, при использовании которых не всегда есть возможность при установке на местности смонтировать их в полном соответствии с требованиями нормативно-технических документов. Эти средства должны проходить государственную метрологическую аттестацию.

Не учтены в настоящий момент изменения в законодательстве, которые определяют порядок лицензирования работ, связанных с водоизмерением. Абсолютно не проработан вопрос взаимодействия с региональными ЦСМ в вопросах проведения поверок, градуировок, метрологических аттестаций.

Поскольку вода является энергоресурсом, то все измерительные средства в области водоучета находятся под контролем Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, и таким образом все гидропосты, которые будут задействованы в межхозяйственных расчетах, должны пройти метрологическую аттестацию. При этом возникает множество вопросов. Так как до сих пор единственным методом определения расхода в каналах, имеющим утвержденную методику и разрешенным для использования при поверках, является метод «площадь-скорость», то проведение метрологической аттестации гидропоста требует выезда на объект бригады из 3-4 человек, что делает эту процедуру весьма дорогостоящей.

Еще одной проблемой является то, что гидропост представляет собой комплекс, состоящий из гидротехнического сооружения и измерительного оборудования.

Согласно метрологическим нормам, все измерительное оборудование пункта водоучета должно быть поверено. Но в настоящее время сохранилось очень мало стандартного оборудования, в частности гидрометриче-

ских реек. В большинстве случаев рейки изготавливаются на местах. Поскольку рейки и другие гидрометрические приборы должны быть геодезически привязаны к сооружению, то для проведения поверок их невозможно демонтировать, и поверки необходимо проводить на месте. Метрологических документов, которые оговаривали бы порядок проведения поверок в таких случаях, нет.

Одним из вопросов, требующих пристального внимания, является вопрос проведения градуировок гидрометрических сооружений.

Метрологической аттестации может быть подвергнуто сооружение, у которого определена градуировочная характеристика. Вопрос о том, кто имеет право проводить градуировочные работы, на настоящий момент является неотработанным. Для получения лицензии на такого рода деятельность прежде всего необходимо наличие нормативно-технической документации по этому вопросу, а также подготовленные специалисты.

В стране на настоящий момент не существует организации, которая осуществляла бы учебную деятельность по подготовке метрологов-поверителей водомерных средств мелиоративных систем.

Таким образом, в настоящий момент градуировочные работы юридически не имеют права выполнять даже специалисты региональных ЦСМ.

Логично предположить, что, учитывая огромный объем работ по метрологической аттестации пунктов водоучета, целесообразно передать права на проведение работ по поверке и метрологической аттестации ведомственным метрологическим службам, оставив за региональными ЦСМ право контроля в области НТД, подготовки специалистов, аккредитации поверочных центров.

Первые шаги в области подготовки документации делаются. Начиная с 2000 г., были выпущены шесть ГОСТов в области водоучета на гидромелиоративных и водохозяйственных системах:

- ГОСТ Р 51657.0-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Основные положения;

- ГОСТ Р 51657.1-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Термины и определения;

- ГОСТ Р 51657.2-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Методы измерения расхода и объема воды. Классификация;

- ГОСТ Р 51657.3-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Гидрометрические сооружения и устройства. Классификация;

- ГОСТ Р 51657.4-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Измерение расходов воды с использованием водосливов с треугольными порогами. Общие технические требования;

- ГОСТ Р 51657.4-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Способ измерения расходов воды с использованием ультразвуковых (акустических) измерителей скорости. Общие технические требования.

Планируется выпуск еще 12 ГОСТов.

В ФГНУ «РосНИИПМ», начиная с 2001 года, были подготовлены проекты нормативных документов:

- метрологическое обеспечение. Общие положения;

- метрологическая экспертиза проектной и конструкторской документации на строительство мелиоративных и водохозяйственных объектов. Общие положения;

- требования к выполнению градуировки регулирующих гидротехнических сооружений мелиоративного назначения взамен МВИ 33 БО-1-85;

- требования к выполнению градуировки открытых каналов мелиоративного назначения, оборудованных контрольными створами типа «фиксированное русло» взамен МВИ 05-90;

- проект СП «Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Правила водораспределения и водоучета на мелиоративных системах».

Результаты вышеперечисленных проектов могут использоваться при подготовке национальных стандартов, сводов правил и стандартов организации по метрологии с учетом современных требований в соответствии с ФЗ № 184 «О техническом регулировании».

В перспективе для создания эффективной системы водоучета на мелиоративных системах необходима разработка и утверждение следующего минимального количества нормативных документов:

- положение о метрологической службе организации;
- метрологическое обеспечение средств измерения расходов и объемов воды;
- порядок учета использования воды на гидромелиоративных системах. Структура системы водоучета;
- расходомеры и счетчики стока для открытых гидромелиоративных каналов. Общие технические требования;
- уровнемеры мелиоративного назначения. Общие технические требования;
- измерение расходов воды с использованием водосливов с широким порогом. Общие технические требования.

Структура фонда нормативной документации, используемой в мелиоративной отрасли, должна быть максимально простой, количество видов нормативных документов должно быть минимальным и каждый нормативный документ должен быть максимально исчерпывающим, т.е. охватывать все аспекты регламентируемого материала, количество ссылок на другие нормативные документы должно быть минимальным.

1.2 Водораспределение на мелиоративных системах

Плановое водопользование остается основой оперативной деятельности как отдельных водопользователей, так и оросительной системы в целом. Необходимо утвердить порядок формирования, обработки и передачи информации между всеми субъектами цепочки управления.

При регламентировании планового водопользования следует придерживаться следующих принципов:

- принципа плановости, предусматривающего определенную иерархию;

- принципа поэтапности, предусматривающего планирование водопользования последовательно снизу вверх, исходя из оптимальной потребности сельскохозяйственных культур в оросительной воде, в полной увязке с прогрессивной технологией возделывания;

- принципа лимитности, при котором установление лимитов забора оросительной воды обуславливается водоносностью источника орошения, конструктивными особенностями головных сооружений системы, межхозяйственной и внутрихозяйственной оросительной сетями, мелиоративным состоянием орошаемых земель и степенью их засоления, наличием дренажа;

- принципа непрерывности подачи воды крупным хозяйствам и очередности водоподачи мелким, предусматривающим подачу воды большим расходом для крупных хозяйств и поочередную мелким. При этом стоит обратить внимание на то, что в последние годы увеличилось количество водопользователей с малыми размерами орошаемой площади, которые создают проблемы по организации водопользования и обслуживанию водопользователей;

- принципа оптимальности, позволяющего получать максимальную продукцию, при создавшихся ограничениях на отдельные виды ресурсов;

- принципа комплексности планов, предполагающего, что 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, сбалансированность по трудовым ресурсам, расчет экономических показателей.

Должно быть предусмотрено оперативное планирование, осуществляемое в течение вегетационного периода на каждую последующую дека-

ду, так как реальные погодные условия никогда не совпадают с расчетными. Необходимо учитывать реальный водный баланс каждого поля, конкретное согласование с агротехническими мероприятиями, и на основании расчетов устанавливать реальную потребность в воде по каждому полю.

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 следующих критериев находить минимум ущерба прибыли по хозяйству при отклонении сроков полива от технологически допустимых, минимум ежесуточных колебаний потребных расходов по каналам, минимум числа работы дождевальных машин, минимум технологических сбросов.

Координацию планов подачи воды хозяйствам с планами водораспределения следует проводить соответственно определенной модели текущего планирования. Фиксируя поочередно приоритет одного одновременно или нескольких критериев оптимальности, предложенных правилами, можно получать альтернативные варианты решений. При этом, с помощью эксперта, может быть выбран наиболее оптимальный вариант.

Должна быть предусмотрена и регламентирована процедура корректировки планов водопользования.

План подачи воды водопотребителю является основой для заключения договора на услуги по подаче оросительной воды и приемку коллекторно-дренажных вод между районным (межрайонным) управлением оросительных систем и хозяйством-водопотребителем, а также дополнительных соглашений к договору об оплате энергоснабжения на подачу воды.

В связи с этим должны быть определены формы содержания данной информации.

Должен быть регламентирован процесс формирования хозяйством-водопотребителем исходной информации, используемой при организации внутрихозяйственного водопользования, определено, что должна отображать данная информация о внутрихозяйственном водопользовании, в каком виде и в какие сроки она должна передаваться, как согласовываться и утверждаться.

Также необходимо утвердить порядок формирования, обработки и передачи информации между районным (межрайонным) управлением оросительной системы и территориальными органами управления и эксплуатации мелиоративных систем.

Информация по организации водопользования на оросительной системе должна формироваться районным (межрайонным) управлением оросительной системы, эксплуатирующим данную оросительную систему, в соответствии с действующими правилами эксплуатации мелиоративных систем, правами пользования водным объектом и требованиями по охране окружающей природной среды. Информация должна содержать сведения о плановых и фактических показателях водопользования на системе.

Предполагается, что при формировании информации районное (межрайонное) управление оросительных систем должно будет использовать:

- сведения, содержащиеся во внутрихозяйственных планах водопользования, передаваемые им хозяйствами-водопотребителями;
- сведения об источнике орошения;
- сведения об установленных лимитах забора воды в систему;
- сведения о распределении воды по системе;
- данные о проектных и фактических эксплуатационных характеристиках оросительной системы.

Данные, содержащие информацию о системном плане водопользования, должны утверждаться соответствующими органами исполнительной власти в определенное время, до начала поливного периода.

Данные, содержащиеся в утвержденном плане водопользования,

должны являться основой для заключения договора на пользование водным объектом, а также дополнительных соглашений, обеспечивающих эксплуатацию оросительной системы.

Необходимо так же определить порядок формирования, обработки и передачи информации между территориальными и центральными органами управления и эксплуатации мелиоративных систем.

Информация по организации водопользования в регионе должна формироваться территориальными органами управления мелиоративных систем в соответствии с действующими правилами эксплуатации мелиоративных систем, правами пользования водными объектами и требованиями по охране окружающей природной среды.

При формировании информации территориальный орган управления и эксплуатации мелиоративных систем должен будет использовать:

- сведения, представленные районными (межрайонными) управлениями оросительных систем;
- сведения о водных объектах;
- сведения об установленных лимитах использования воды;
- сведения о распределении воды по системе;
- данные о проектных и фактических эксплуатационных характеристиках оросительных систем.

Необходимо регламентировать порядок организации документооборота в эксплуатационных организациях мелиоративных систем. Порядок документооборота должен быть оформлен в виде схемы или перечня работ по созданию, проверке и обработке документов, выполняемых каждым подразделением организации, а также всеми исполнителями с указанием их взаимосвязи и сроков выполнения работ.

Планирование водопользования должно проводиться, исходя из строго регламентированных условий по возможности забора воды из источника орошения и состояния природно-климатических факторов, которые характеризуются обеспеченностью годового стока и осадков.

В зависимости от этих величин принципы планирования могут формироваться по двум вариантам: первый – бездефицитный, когда объем стока и количество осадков полностью удовлетворяют потребность растений в воде; второй – при дефиците стока и осадков. В первом варианте планирования оптимальная эффективность плана выдерживается ввиду полной обеспеченности необходимыми ресурсами для достижения биологически оптимального уровня. При втором варианте следует так перераспределять ограниченный ресурс, чтобы оптимизированный критерий приобрел максимальное значение. Эту проблему решают, используя аппарат системного анализа, сам выбор которого является особой задачей.

Планирование водопользования при наличии дефицита оросительной воды неизбежно сталкивается с проблемой выбора политики распределения воды при условии минимального ущерба хозяйству. При этом необходимости решать сложную оптимизационную задачу.

Одной из важных задач водораспределения на открытых оросительных системах является минимизация потерь воды. Потери воды на открытых оросительных системах включают фильтрацию, технические потери и испарение с водной поверхности.

Есть различные методы определения потерь. Их разделяют на две группы: первая основана на измерении скорости течения в отдельных точках живого сечения потока и его площади, вторая – на непосредственном определении потерь. Необходимо определить правила проведения соответствующих работ.

Стоит также отметить, что большое научное и практическое значение имеет организация и внедрение системы управления технологическими процессами на оросительных системах.

Уже давно сложились условия для создания и внедрения автоматизированных систем регулирования и оперативного контроля за водораспределением для обеспечения потребителей водой в необходимом количе-

стве и нужные сроки, создания систем мониторинга за процессом водораспределения.

Существующее состояние водораспределения на каналах и стохастический характер колебаний расходов воды притоков затрудняют равномерное обеспечение водой потребителей и соблюдение установленных лимитов. Ошибки измерения расходов и уровней воды из-за отсутствия или недостаточной точности измерительных устройств, несвоевременности и недостоверности информации, получаемой на гидропостам, создают непроизводительные организационные сбросы воды. Естественным решением задачи получения стабильного водораспределения с устойчивым и равнозначным по всей длине каналов, удовлетворением требований потребителей возможно путем автоматизации узловых сооружений и автоматизации сбора информации по балансовым гидропостам и системой мониторинга по балансовым участкам.

Это также диктует необходимость регламентировать применение водораспределения на основе данных автоматизированных систем.

Естественно, что четкое водораспределение на основе системы автоматизации и мониторинга должно базироваться на достоверном водоучете.

Управлением водораспределения на оросительных системах занимается диспетчерская служба. Современные гидромелиоративные системы могут иметь от нескольких десятков до нескольких сот хозяйственных водовыделов, в которые требуется своевременно и с заданным расходом подавать оросительную воду. Непосредственное управление водораспределением диспетчер осуществляет с помощью регулирующих сооружений на водовыделах и созданием командных подпоров в канале, обеспечивающих необходимые расходы в каналах младшего порядка. Даже тогда, когда потребности хозяйств-водопользователей известны точно, диспетчер должен оценить текущую обстановку на системе и составить оперативный план перерегулирований. При этом необходимо избежать переливов воды через

дамбы и несвоевременную ее подачу в водовыделы, а также, по возможности, обеспечить минимальные непроизводительные сбросы.

На большинстве оросительных систем диспетчерская служба напрямую подчиняется руководителю и главному инженеру. В ее состав, как правило, входят старший диспетчер и несколько сменных диспетчеров, осуществляющих круглосуточное дежурство.

Соответственно разрабатываемые правила должны определить и закрепить регламент работы данных служб.

В последнее время распространение получают системы принятия и поддержки решений.

Процедура принятия решений, связанных управлением процессами мелиорации, во многом определяет всю систему эксплуатации мелиорируемых земель, состав технических средств и оборудования, финансирование работ, подбор и расстановку кадров и т.п.

Процедура принятия решений на мелиоративных системах, как правило, включает в себя три стадии:

- планирование работы на мелиоративной системе;
- эксплуатацию мелиоративной системы;
- контроль, учет и совершенствование работы мелиоративной системы.

Естественно, что при использовании систем поддержки принятия решений в управлениях водными ресурсами нельзя обойти задачу водораспределения на оросительных системах.

Все вопросы, связанные с забором воды, согласовываются с вышестоящими водохозяйственными организациями. Согласование должно происходить в соответствии с установленными правилами.

При планировании водопользования, кроме связанных с ним работ, проводится еще и согласование графиков проведения всех мероприятий, планируемых в эксплуатационных организациях: агротехнических, ремонтно-строительных, мероприятий по реконструкции системы и т.п. Учи-

тываются при этом и вопросы кадрового, финансового, материально-технического и других видов обеспечения. При этом формируются документы, являющиеся базисом не только для фактического проведения мероприятий по управлению поливами, техническому обслуживанию, совершенствованию оросительных систем, но и самого процесса водораспределения.

Очевидно, что планирование должно проводиться на основе существующих законодательных актов, экологических требований, нормативно-технических актов, методических указаний, технических паспортов и т.п.

Основным, действующим до этого момента документом, в котором в некоторой степени определены правила водораспределения, являются «Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений» (утв. Минсельхозпродом РФ 26.05.1998 г.) [12]. Организация водораспределения в нем определена лишь общими чертами. Приведем ниже то, что изложено в них по вопросу водораспределения.

В соответствии со статьями 26-28 и 85 Водного кодекса Российской Федерации организации (Собрание законодательства Российской Федерации № 47 от 20.11.95 г.), осуществляющие эксплуатацию оросительных систем являются водопользователями, которым предоставлены права пользования водными объектами. Они используют водные объекты для обеспечения нужд водопотребителей и осуществляют свою деятельность в соответствии с лицензией на водопользование и договором пользования водным объектом.

Организации, осуществляющие эксплуатацию оросительных систем, проводят специальное водопользование с применением сооружений, технических средств и устройств для изъятия воды из водных объектов и распределения ее между водопотребителями для нужд сельскохозяйственного производства и удовлетворения других потребностей [13].

Распределение воды между водопотребителями производится на основе лимитов водопотребления, графиков водоподачи и договоров с водопотребителями.

Лимиты водопотребления на определенный период времени (год, вегетационный сезон и т.п.) и календарный график подачи воды устанавливаются, исходя из намеченной площади полива сельскохозяйственных культур, оптимального поливного режима применительно к природным условиям данной зоны, технического состояния оросительной сети и мелиоративного состояния орошаемых угодий и утверждаются соответствующими органами исполнительной власти, осуществляющими управление сельским хозяйством.

Объем изъятия (забора воды) из водного объекта в целом по оросительной системе определяется на основании утвержденных лимитов отдельных водопотребителей с учетом потерь в магистральной и распределительной до водовыдела оросительной сети и утверждается специально уполномоченным государственным органом в области мелиорации земель в зависимости от территориальной принадлежности оросительной системы [14, 15].

Организации, осуществляющие эксплуатацию оросительных систем, водопользователи и водопотребители обязаны:

- рационально использовать водные объекты, соблюдать условия, установленные лицензией на водопользование и договором пользования водным объектом;

- не допускать нарушения прав других водопользователей и водопотребителей, а также нанесения ущерба хозяйственным и иным объектам;

- содержать в исправном состоянии оросительную, коллекторно-дренажную и сбросную сеть, гидротехнические и другие водохозяйственные сооружения и технические устройства;

- своевременно осуществлять мероприятия по предупреждению и устранению аварийных и других чрезвычайных ситуаций;

- вести в установленном порядке первичный учет забираемых, используемых и сбрасываемых вод и представлять отчетность в установленные сроки специально уполномоченному государственному органу управ-

ления использованием и охраной водного фонда, а по подземным водам – также и государственному органу управления использованием и охраной недр;

- соблюдать установленный режим использования водоохраных зон (из «Правил эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений»).

Проблема рационального использования водных ресурсов в настоящее время не может решаться успешно без взаимоувязанного рассмотрения вопросов водоучета и управления водораспределением, основанных на системных принципах. Системные принципы предполагают осуществлять сбор, анализ и переработку информации с помощью комплекса технических средств, предназначенных для целей водоизмерения в условиях платного водопользования, а также для целей оптимального управления технологическими процессами водоподачи и водоотведения при максимальном удовлетворении потребностей в воде водопотребителей и при минимальном нанесении ущерба окружающей среде. Негативные проявления в зонах действия оросительных систем во многом связаны с низким уровнем водоучета и контроля над эффективным использованием воды и отсутствием методологической основы для этого [13].

Заключение

Проведенный анализ метрологического обеспечения мелиоративного комплекса АПК России позволяет сделать ряд общих выводов:

- введение в действие и реализация Закона РФ «О техническом регулировании», подготовка к вступлению России в ВТО создали условия для активизации деятельности эксплуатационных организаций в области метрологического обеспечения водопользования. Наблюдается желание организаций восстановить и усовершенствовать систему водоучета, прежде всего «коммерческого» водоучета;

- недостаток специализированных средств измерений параметров водного потока, прежде всего в открытых каналах мелиоративных систем, и их техническое состояние не позволяют организовать системный водоучет и водоизмерение. Возможно лишь выборочное, в наиболее ответственных узлах мелиоративных систем, измерение расходов и определение объема подаваемой воды;

- остается нерешенной проблема учета оросительной воды на градуированных гидротехнических сооружениях, оборудованных затворами и работающими в затопленном режиме. Решить эту проблему можно двумя способами: первый – разработка вторичных преобразователей (расходомеров-счетчиков стока), учитывающих работу датчиков уровня воды в верхнем и нижнем бьефах (перепад) и высоту открытия затвора; второй – выделение материальных средств на строительство и реконструкцию имеющихся водомерных постов типа «фиксированное русло». При этом первый способ является наиболее выгодным экономически, но для его реализации необходимо взаимодействие с отечественными фирмами-производителями приборной продукции с целью разработки указанных приборов учета воды;

- в настоящее время не существует нормативных документов, официально регламентирующих принципы водораспределения на оросительных системах. Конечно фактически, в определенном виде применяется

плановое водопользование, но в каждой области оно осуществляется с разными подходами;

- не существует единых для всех эксплуатационных организаций отрасли правил обмена информацией, связанных с процессами водораспределения на оросительных системах Российской Федерации. Это усложняет процедуры ее сбора и обработки, и, как следствие, затрудняет принятие наиболее приемлемых в сложившихся на тот или иной момент решений. Это наиболее заметно при попытках автоматизации документооборота с помощью информационных технологий и создании на их основе компьютерных систем поддержки принятия решений специалистов всех уровней.

Таким образом, с учетом вышеперечисленных факторов в настоящее время для организации водоучета и водораспределения на мелиоративных системах перспективными направлениями являются:

- создание современной инфраструктуры службы эксплуатации мелиоративных систем на основе новых информационных технологий управления мелиоративными объектами;

- усовершенствование гидрометрического и технологического оборудования гидротехнических сооружений;

- повышение эффективности и достоверности учетных операций по определению расхода и стока воды на мелиоративных системах, а также точности и достоверности водоучета и контроля расходования воды в условиях недостаточного технического оснащения государственных метрологических служб;

- оптимизация процедуры выбора необходимой номенклатуры измерительной аппаратуры и вспомогательного технологического оборудования (по перечню параметров с рекомендуемыми требованиями и ограничениями) для оснащения пунктов водоучета на мелиоративных системах;

- систематизация информации и документов, которые циркулируют в отрасли на уровнях «водопотребитель – филиал региональной водохозяйственной организации (управление оросительной системой) – террито-

риальный (областной) орган управления и эксплуатации мелиоративных систем Департамента мелиорации Минсельхоза России», а также формулировка единых для всех правил ее сбора, обработки и передачи;

- разработка основ для последующей автоматизации документооборота в отрасли с помощью информационных технологий.

Список использованной литературы

1 Глубшев, К. С. Указания по организации и проведению эксплуатационной гидрометрии на оросительных системах Ростовской области / К. С. Глубшев. – Ростов-н/Д, 1958. – 184 с.

2 Водомерные устройства для гидромелиоративных систем / М. В. Бутырин [и др.]; под ред. А. Ф. Киенчука. – М.: Колос, 1982. – 142 с.

3 Гидрометрические вертушки. – М.: ЦНИИКИВР; Гидрометеиздат, 1983. – 23 с.

4 Хамадов, И. Б. Краткие технические характеристики средств учета и распределения воды для автоматизированных оросительных систем / И. Б. Хамадов, А. Р. Мансуров, С. Г. Журавлев. – Ташкент: Узбекистан, 1975. – 184 с.

5 Рекомендации по подготовке исходных данных для автоматизации градуировки гидрометрических створов и измерения расходов воды одноточечным способом / ЦНИИКИВР. – Минск, 1986. – 12 с.

6 ВТР-М-2-80. Руководство по обработке результатов измерений параметров учета воды на оросительных, осушительных и обводнительных системах. – М.: ВНПО «Союзводавтоматика», 1980. – 70 с.

7 Рекомендации по применению водомерных устройств на мелиоративных системах / под ред. А. Ф. Киенчука. – Киев: УкрНИИГиМ, 1978. – 169 с.

8 Рекомендации по оборудованию гидротехнических сооружений открытых оросительных систем водомерными устройствами / под ред. В. И. Канунникова. – Новочеркасск: ЮжНИИГиМ, 1978. – 24 с.

9 ГОСТ Р 51657.2-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Методы измерения расхода и объема воды. Классификация. – Введ. 2001-07-01. – М.: Госстандарт России: ИПК Изд-во стандартов, 2001.

10 ГОСТ Р 51657.0-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Основные положения. – Введ. 2001-07-01. – М.: Госстандарт России: ИПК Изд-во стандартов, 2001.

11 ГОСТ Р 51657.4-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Измерение расходов воды с использованием водосливов с треугольными порогами. Общие технические требования.

12 Рекомендации по подготовке исходных данных для автоматизации градуировки гидрометрических створов и измерения расходов воды одноточечным способом / ЦНИИКИВР. – Минск, 1986. – 24 с.

13 Системные принципы водоучета и управления водораспределением на оросительной сети / В. Н. Щедрин [и др.]; под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: НГТУ, 1994. – 235 с.

14 Эксплуатация гидромелиоративных систем / В. И. Ольгаренко [и др.]. – М.: Колос, 1980. – 351 с.

15 Попова, В. Я. Сооружения для распределения и учета воды при орошении / В. Я. Попова. – М.: Колос, 1966. – 125 с.