

Список использованных источников

1 Бочкарев, Я. В. Основы автоматики и автоматизация производственных процессов в гидромелиорации / Я. В. Бочкарев, Е. Е. Овчаров. – М.: Колос, 1981. – 35 с.

2 Вайнберг, М. В. Водоучет на открытых каналах оросительных систем / М. В. Вайнберг // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 2(62). – С. 27–31.

3 Щедрин, В. Н. Основные правила и положения эксплуатации мелиоративных систем и сооружений, проведения водоучета и производства эксплуатационных работ: монография / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. В. Слабунов. – Ч. 1. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – 395 с.

4 Системные принципы водоучета и управления водораспределением на оросительной сети / В. Н. Щедрин, Ю. Г. Иваненко, В. И. Ольгаренко, А. М. Жарковский, Е. Г. Филиппов. – Новочеркасск, 1994. – 235 с.

5 Иваненко, Ю. Г. Современное состояние проблемы водоизмерения и водоучета в открытых каналах оросительных систем / Ю. Г. Иваненко, А. А. Ткачев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2006. – № 53. – С. 101–106.

УДК 626.823.6

А. А. Чураев, Л. В. Юченко

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

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПУНКТОВ ВОДОУЧЕТА
НА ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ**

Статья посвящена организации пунктов водоучета на гидромелиоративных системах с учетом оснащения их в перспективе системой телеметрии. Целью исследований являлось рассмотрение основных этапов организации пунктов водоучета (начиная с проектирования) и условий выполнения существующих требований к ним. Сделаны следующие выводы. При организации пунктов водоучета необходимо предусмотреть несколько организационных этапов, связанных с определением структурно-технологической схемы водоучета, анализом условий выполнения основных технологических операций, а также видом водомерных сооружений. Приведенная в статье дифференциация условий применения технологических приемов, обеспечивающих первичные данные при водоучете, и дифференциация условий выполнения основных технологических операций процесса водоучета должны способствовать облегчению поставленной задачи и правильному выбору организации пунктов водоучета. Оснащение пунктов водоучета системами телеметрии с использованием совершенных средств водоучета предъявляет дополнительные требования к ним, что связано с точностью измерения, обеспечением диапазона контролируемых параметров, безотказностью работы в сложных условиях.

Ключевые слова: гидромелиоративная система; пункт водоучета; технологический прием; водомерное сооружение; измеряемый параметр.

A. A. Churaev, L. V. Yuchenko

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

**ORGANIZATION OF WATER METERING STATIONS
ON HYDRO-RECLAMATION SYSTEMS**

The article is devoted to the organization of water metering stations on hydro-reclamation systems taking into account their equipment with a telemetry system in the future.

The purpose of the research was to consider the main stages of water metering station organization (starting with design) and the conditions for fulfilling the existing requirements for them. The following conclusions were made. When organizing water metering stations, it is necessary to provide for some organizational stages related to the determination of the structural and technological scheme of water metering, analysis of the conditions for performing basic technological operations, as well as the type of water metering facilities. The differentiation of the conditions for the application of technological methods that provide initial data for water metering and the differentiation of the conditions for performing the basic technological operations of the water metering process should facilitate the task and the correct choice of water metering stations organization. The equipment of water metering stations with telemetry systems using advanced water metering equipment imposes additional requirements on them, which is associated with measurement accuracy, ensuring a range of controlled parameters and failure-free operation in difficult conditions.

Key words: hydro-reclamation system; water metering station; technological approach; water gauge facility; measured parameter.

Введение. Учет воды на гидромелиоративных системах необходим для технически грамотной организации водопользования и водораспределения. Правильно организованное расположение пунктов водоучета обеспечивает своевременную и достоверную информацию об объемах и распределении оросительных и дренажно-сбросных вод, проходящих по системе.

Пункт водоучета представляет собой устройство или водомерное сооружение на водотоке или водохозяйственной системе, оборудованное техническими средствами для проведения гидрометрических работ [1]. Пункты водоучета организуются на источниках орошения, непосредственно на сооружении или ниже по течению потока, в голове магистрального канала и его ветвях, на распределительных и межхозяйственных каналах, в точках выдела водопотребителям, на сбросных и коллекторно-дренажных каналах. На магистральных и распределительных каналах могут быть организованы контрольные и специальные пункты водоучета [2].

Исходя из рационального разделения всех видов измеряемых параметров водопользования на гидромелиоративной сети, различают два вида водоучета: технологический и коммерческий [3, 4]. Технологический водоучет осуществляют в целях оперативного управления использованием и распределением водных ресурсов между водохозяйственными системами, хозяйствами-водопользователями и бригадными участками и контроля за их использованием и распределением. Коммерческий водоучет проводят с целью определения количества воды, взятого из источника орошения и поданного потребителю в заданные сроки и заданным расходом.

Материалы и методы. Организация пунктов водоучета начинается с проектной документации. Проектирование пунктов водоучета на гидромелиоративных системах должно предусматривать несколько теоретических этапов-разработок, таких как [5]:

- определение структурно-технологической схемы водоучета;
- анализ условий выполнения основных технологических операций водоучета;
- определение видов водомерных сооружений, состава измеряемых параметров и периодичности их измерения;
- выбор приборов и устройств для оснащения пункта водоучета.

Кратко по каждому этапу. Разработка структурно-технологической схемы водоучета индивидуальна для каждой конкретной мелиоративной системы из-за технических и технологических особенностей, местных условий. На рисунке 1 приведен общий вид технологической схемы процесса организации пункта водоучета на гидромелиоративной системе.

В зависимости от условий выполнения основных технологических операций процесса водоучета определяется состав пункта водоучета и требования к его оборудо-

ванию. К основным технологическим операциям, осуществляемым на пункте водоучета, могут быть отнесены операции измерения параметра, его преобразование, регистрация, а также обработка и хранение результатов измерений. Измерение параметра может быть как непрерывным, так и периодическим (дискретным). Непрерывное измерение более технологично, так как в нем отсутствуют операции управления.

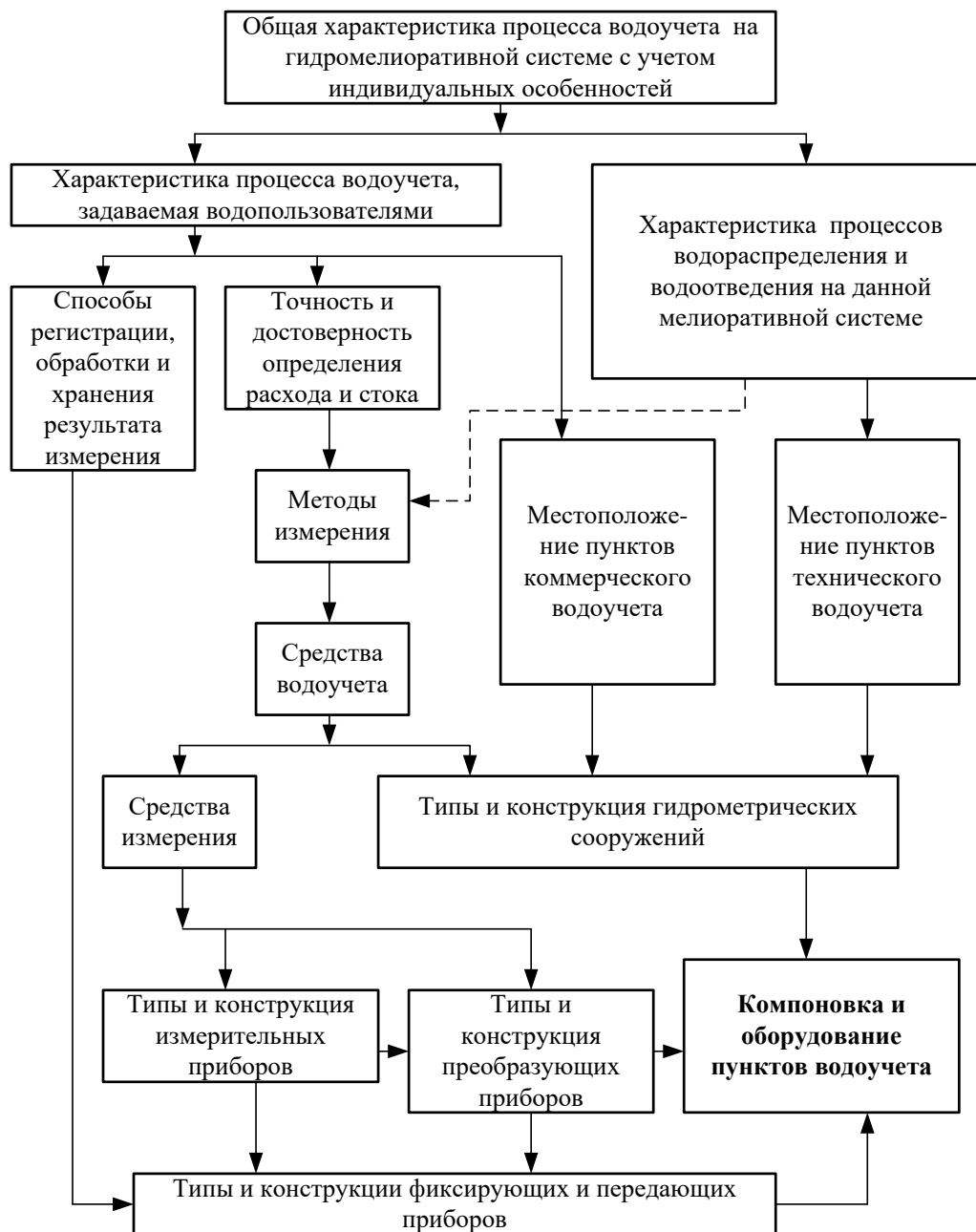


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса организации пункта водоучета на гидромелиоративной системе

Приборы непрерывного измерения находятся постоянно под воздействием изменяемого параметра, более просты по конструкции и надежнее в эксплуатации, например мерная рейка, которая применяется на самом низком примитивном уровне водоучета. Для среднего и высокого уровня водоучета рекомендуется применять периодическое измерение параметра, такое как изохронное (через равные промежутки времени), измерение по возмущению (измерение параметра производится только при изменении его величины) и градуировочное [5]. Считается, что измерение по возмущению является более точным, поскольку прибор включается в работу только при изме-

нении параметра. Измерение по возмущению рекомендуется на среднем и высоком уровне водоучета, но имеет сравнительную сложность – наличие чувствительного датчика и не менее чувствительной аппаратуры для включения и выключения прибора. Периодическое измерение – градуировочное может применяться как при примитивном, так и при среднем уровне водоучета для периодической градуировки средств измерения с помощью приборов высокого класса [6].

Операция преобразования параметра для регистрации или обработки данных применяется в основном на среднем и высоком уровне водоучета. Регистрация и обработка результатов измерений могут осуществляться как на пункте водоучета, так и на диспетчерском пункте. В зависимости от способа регистрация может быть ручной (запись в журнале наблюдений) и автоматической (запись данных в табличной, графической форме и на магнитных или электронных носителях).

Преобразование для передачи на расстояние применяется только при высоком уровне водоучета, когда регистрация и обработка полученной информации ведутся на центральном диспетчерском пункте. Хранение результатов измерений и их обработка могут осуществляться на пункте водоучета или диспетчерском пункте.

Условия применения технологических приемов и операций могут меняться в зависимости от индивидуальности мелиоративной системы и особенностей местных условий, в каждом конкретном случае необходим анализ.

Дифференциация условий применения технологических приемов, обеспечивающих формирование устойчивости структуры потока для получения первичных данных при водоучете, приведена в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Дифференциация условий применения технологических приемов

Технологический прием	Условие применения на		
	открытой сети		закрытой сети
	неподтопленной	подтопленной	
Устройство прямолинейных вставок	+	+	+
Устройство пучков труб, сотов	-	-	+
Устройство перепадов	-	+	-
Регулирование уровня в нижнем бьефе	-	+	-
Устройство фиксированных русел	+	+	-
Устройство гидрометрических лотков	+	-	-
Устройство водосливов	+	-	-
Установка сужающих устройств	-	-	+

Примечание – «+» – благоприятные условия применения данного варианта для выполнения технологической операции; «-» – неблагоприятные условия применения данного варианта для выполнения технологической операции.

Выбор водомерного сооружения (устройства) зависит от конструкции мелиоративной сети (открытой, закрытой), от направления измеряемого стока и возможности создания перепада в створе водоучета. На открытой мелиоративной сети иногда вместо специального водомерного сооружения используют любое сетевое гидротехническое сооружение, обеспечивающее стабильность измеряемых параметров. На закрытой мелиоративной сети вместо специального водомерного устройства может быть установлено средство водоучета в виде прибора или устройства.

Для водоучета на мелиоративных системах используют также специальные гидрометрические сооружения. К ним можно отнести гидропосты с фиксированным руслом, гидрометрические лотки, мерные водосливы и водомерные насадки (фиксированное русло САНИИРИ, лоток Вентури – Паршала, лоток с водосливом треугольного профиля, фиксированное русло с водосливом с тонкой стенкой, прямоугольный лоток с водосливом с тонкой стенкой, сужающее устройство конструкции УкрНИИГиМ, водомерный

сходящий насадок САНИИРИ в отдельной стенке) [4]. Общие компоновочные и конструктивные решения по сооружениям этого типа регламентируются соответствующими нормативными документами и типовыми проектами, соблюдение требований которых обеспечивает их водомерность в указанном диапазоне изменения измеряемых параметров [6, 7]. Порядок отнесения технических средств к средствам водоизмерения устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений в соответствии с законодательством РФ [8].

Неспециальные сетевые гидротехнические сооружения могут обладать водомерными устройствами, когда обеспечивается жесткая стабильность параметров всех факторов, входящих в расчетную формулу. Определение измеряемых параметров и типа средств измерения зависит от конструкции сети и вида водомерного сооружения (устройства). При выборе средства измерения рассматривают совместный анализ согласованной структурно-технологической схемы водоучета и условий выполнения технологических операций для согласованного уровня водоучета. Дифференциация условий выполнения основных технологических операций процесса водоучета показана в таблице 2.

Таблица 2 – Дифференциация условий выполнения основных технологических операций процесса водоучета [2, 5]

Наименование и характеристика технологической операции водоучета	Уровень водоучета		
	примитивный	средний	высокий
1	2	3	4
Измерение параметра			
Непрерывное	+	-	+
Периодическое:			
- изохронное;	-	+	+
- по возмущению;	-	-	+
- градуировочное	+	+	-
Преобразование параметра			
Для регистрации:			
- синхронно с измерением;	-	-	+
- не синхронно с измерением	+	+	-
Для передачи:			
- синхронно с измерением;	-	-	+
- не синхронно с измерением	-	-	+
Регистрация значений параметров			
Время регистрации:			
- синхронно с измерением;	-	-	+
- не синхронно с измерением	-	+	+
Последовательность регистрации:			
- до обработки результата;	+	-	+
- после обработки результата	-	+	+
Место регистрации (на пункте водоучета):			
- наблюдателем;	+	-	-
- средством измерения;	-	+	+
- специальной арматурой	-	-	+
Место регистрации (на диспетчерском пункте):			
- специальной арматурой;	-	-	+
- общей системной аппаратурой	-	-	+
Способ регистрации (ручной):			
- запись в журнале	+	-	-

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Способ регистрации (ручной или автоматический):			
- текстовый (табличный);	-	+	+
- графический;	-	+	-
- магнитный;	-	+	+
- фотографический	-	+	+
Обработка результатов измерений			
Время обработки:			
- синхронно с измерением;	-	-	+
- не синхронно с измерением;	-	+	+
- до регистрации результата;	+	-	+
- после регистрации результата	+	-	+
Место обработки (на пункте водоучета):			
- наблюдателем;	+	-	-
- средством измерения;	-	-	+
- специальной аппаратурой	-	+	-
Место обработки (на диспетчерском пункте):			
- специальной аппаратурой;	-	-	+
- общей системной аппаратурой	-	-	+
Хранение результатов измерений и данных обработки			
Место хранения (на пункте водоучета):			
- наблюдателем;	+	-	-
- средством измерения;	-	-	+
- специальной аппаратурой	-	+	-
Место хранения (на диспетчерском пункте):			
- специальной аппаратурой;	-	-	+
- общей системной аппаратурой	-	-	+
Способ хранения (на пункте водоучета):			
- журналы наблюдений;	+	-	+
- цифропечать, графики;	-	+	+
- электронные запоминающие устройства	-	+	+
Способ хранения (на диспетчерском пункте):			
- цифропечать;	-	+	+
- электронные запоминающиеся устройства;	-	+	+
- машинная память	-	-	+
Примечание – «+» – благоприятные условия применения данного варианта для выполнения технологической операции; «-» – неблагоприятные условия применения данного варианта для выполнения технологической операции.			

Вид водомерного устройства (прибора) должен определяться уже после дифференциации условий выполнения основных технологических операций процесса водоучета с учетом применения автоматики и телемеханики.

Область измерения водомерных устройств при автоматизации и оснащении мелиоративной сети системой телеметрии должна обеспечивать определение контролируемых параметров во всем диапазоне их изменения – от минимального до максимального значения. Для гидромелиоративных систем отношение минимального расхода к максимальному для одного и того же канала или трубопровода предусматривается в пределах 1:3 – 1:6, следовательно, область измерения технических средств учета воды должна быть также в этих пределах. Водомерные устройства на гидромелиоративных систе-

мах должны работать при малых (возможно, несколько сантиметров) напорах и перепадах, не вызывая больших дополнительных потерь напора и не нарушая нормальный режим работы водотоков, беспрепятственно пропускать наносы и плавающий мусор, безотказно работать в сложных эксплуатационных условиях.

К водомерным устройствам и приборам, которые будут оснащены системами телеметрии для автоматизации технологического процесса на гидромелиоративных системах, предъявляются высокие требования [9]. Среди них: точность измерения, обеспечение диапазона контролируемых параметров, безотказность работы в сложных эксплуатационных условиях. Кроме того, при автоматизации и телемеханизации к первичным измерительным приборам предъявляются дополнительные требования:

- повышенная нагрузочная способность, позволяющая соединять эти приборы с датчиками телеизмерения, автоматического регулирования и сигнальными устройствами;
- работа в комплекте с датчиками телеизмерения без посторонних источников питания;
- минимум или полное исключение промежуточной обработки результатов измерения;
- быстрая стабилизация показаний прибора после резкого изменения величины измеряемого параметра;
- взаимоконтактуемость и взаимозаменяемость узлов и блоков.

Выводы. Организация пунктов водоучета на гидромелиоративной системе с учетом их оснащения в перспективе системами телеметрии – ответственный и трудоемкий процесс. Систематический и точный учет воды – это одно из главных условий ее экономного использования. При организации пунктов водоучета и их проектировании необходимо предусмотреть несколько организационных этапов, связанных с определением структурно-технологической схемы водоучета, анализом условий выполнения основных технологических операций, а также видом водомерных сооружений. Дифференциация условий применения технологических приемов, обеспечивающих первичные данные при водоучете (таблица 1), и дифференциация условий выполнения основных технологических операций процесса водоучета (таблица 2) должны способствовать облегчению поставленной задачи и правильному выбору организации пунктов водоучета.

Для повышения технического уровня эксплуатации гидромелиоративных систем (автоматизации и телемеханизации) требуется широкое использование совершенных средств водоучета. При автоматизации и телемеханизации гидромелиоративных систем к первичным измерительным приборам предъявляются дополнительные требования, связанные с точностью измерения, обеспечением диапазона контролируемых параметров, безотказностью работы в сложных условиях.

Список использованных источников

- 1 ГОСТ Р 51657.1-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Термины и определения. – Введ. 2001-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 12 с.
- 2 Филончиков, А. В. Технология водоучета на мелиоративных системах / А. В. Филончиков, А. Б. Маслов. – М.: Совинтервод, 1994. – 116 с.
- 3 Щедрин, В. Н. Совершенствование конструкций открытых оросительных систем и управления водораспределением / В. Н. Щедрин. – М.: Мелиорация и вод. хозяйство, 1998. – 160 с.
- 4 Филиппов, Е. Г. Гидравлика гидрометрических сооружений для открытых потоков / Е. Г. Филиппов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 288 с.
- 5 Филончиков, А. В. Технология водоучета на мелиоративных системах / А. В. Филончиков. – Кострома: КГСХА, 1997. – 156 с.
- 6 ГОСТ Р 51657.3-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных

системах. Гидрометрические сооружения и устройства. Классификация. – Введ. 2000-12-14. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.

7 Проектирование водомерных сооружений и выбор средств измерения расхода и стока воды на гидромелиоративных системах: пособие к СНиП 2.06.03-85: утв. Союзводпроектотом 12.01.89. – М.: Водавтоматика, 1989. – 84 с.

8 Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 г.) // Гарант Эксперт 2019 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2020.

9 Бочкарев, Я. В. Основы автоматизации и автоматизация производственных процессов в гидромелиорации / Я. В. Бочкарев, М. З. Ганкин, Е. Е. Овчаров. – М.: Колос, 1969. – 392 с.

УДК 556.164

А. В. Слабунова, А. П. Суловикина

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

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИФфуЗИОННОГО СТОКА

Целью исследования являлось изучение особенностей применения различных методов и способов изучения диффузионного стока. Произведен аналитический обзор трудов отечественных и зарубежных авторов, которые ранее изучали проблему и предложили методики в данной области исследований. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны методов исследования стока с сельскохозяйственных территорий. Определены условия, необходимые для исследований поверхностного стока с земель сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: диффузионный сток; эрозия; диффузное загрязнение; методы изучения; сельскохозяйственные территории.

A. V. Slabunova, A. P. Surovikina

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

APPLICATION FEATURES OF METHODS AND WAYS OF INVESTIGATING THE DIFFUSION RUNOFF

The aim of the study was to study the features of the application of various methods and ways of investigating diffusion runoff. An analytical review of the works of domestic and foreign authors who previously studied the problem and proposed methods in this field of research was carried out. The positive and negative aspects of the ways for studying runoff from agricultural areas are considered. The conditions necessary for study surface runoff from agricultural land are determined.

Key words: diffusion runoff; erosion; diffusion pollution; ways of investigation; agricultural areas.

Введение. Наиболее опасным видом деградации земель являются эрозионные процессы, которые негативно влияют на экологическое состояние не только самих земель, но и водных объектов. Так, в Российской Федерации развитие эрозионных процессов отмечено на сельскохозяйственных угодьях Поволжского федерального округа – до 85–95 % земель, Северо-Кавказского – до 92–98 %, Центрально-Черноземного – до 53–56 % и Уральского – до 59–67 % земель [1–3].

Необходимо отметить, что диффузионный сток принято разделять на образованный