

ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ

Научная статья

УДК 626/627

К вопросу проектирования пункта водоучета на мелиоративном объекте

Александр Анатольевич Чураев¹, Любовь Васильевна Юченко²

^{1, 2}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹churaev75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9198-169X>

²oamsrosniipm@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8372-0852>

Аннотация. Цель: показать основной подход к проектированию пункта водоучета на мелиоративном объекте. **Материалы и методы.** Дана схема классификации пунктов водоучета по их функциональному назначению. Определены и охарактеризованы места проектирования сети пунктов водоучета, приведены этапы процесса их проектирования и дана их характеристика. Приведены основные методики определения расхода и объема воды при использовании данных гидрометрических сооружений. Определена основная форма проектирования пунктов водоучета. **Результаты и обсуждение.** В результате анализа типовых проектов пунктов водоучета остановили выбор на конструкции, состоящей из гидрометрического сооружения и автоматического регистратора уровня воды. Приведена схема компоновки. Даны разъяснения о необходимости проектирования на пункте водоучета дополнительных и вспомогательных сооружений, а также нанесения определенных уровней воды на чертеж поперечного сечения канала. **Выводы.** В данной статье рассмотрен основной подход к проектированию пункта водоучета, включающего гидрометрическое сооружение, на мелиоративном объекте. Определены этапы проектирования и выполняемые расчеты (гидравлический, гидротехнический, статический). Приведены условия, при которых гидрометрические сооружения в полевых условиях могут не градуироваться. Даны разъяснения к проектированию дополнительных и вспомогательных сооружений к пункту водоучета.

Ключевые слова: мелиоративная система, пункт водоучета, гидрометрическое сооружение, проектирование, уровнемер, типовой проект

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на научно-практической конференции «Инновационные пути развития мелиоративных систем и сооружений» (г. Новочеркасск, 5 сентября 2023 г.).

Для цитирования: Чураев А. А., Юченко Л. В. К вопросу проектирования пункта водоучета на мелиоративном объекте // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 90–100.

INNOVATIVE WAYS OF DEVELOPING RECLAMATION SYSTEMS AND STRUCTURES

Original article

On issue of designing a water metering station at a reclamation facility

Aleksandr A. Churaev¹, Lyubov V. Yuchenko²

^{1, 2}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹churaev75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9198-169X>

²oamsrosniipm@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8372-0852>



Abstract. Purpose: to show the basic approach to designing a water metering station at a reclamation object. **Materials and methods.** A scheme of classification of water metering stations according to their functionality is given. The locations for designing a water metering station network are identified and characterized, the stages of their design process are given, and their characteristics are defined. The basic methods for determining the flow and volume of water when using these hydrometric structures are presented. The basic form of designing water metering stations has been determined. **Results and discussion.** As a result of the analysis of water metering station type designs, the design consisting of a hydrometric structure and an automatic water level recorder was fixed upon. The layout scheme is shown. Explanations on the need to design additional and auxiliary structures at the water metering station, as well as to plot certain water levels on the canal cross-sectional drawing are given. **Conclusions.** The main approach to designing a water metering station, which includes a hydrometric structure, at a reclamation facility is considered. The design stages and performed calculations (hydraulic, hydrotechnical, static) are determined. The conditions under which hydrometric structures in the field may not be calibrated are shown. Explanations for the design of additional and auxiliary structures for a water metering station are given.

Keywords: reclamation system, water metering station, hydrometric structure, designing, water level gauge, type design

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the scientific and practical conference “Innovative ways of developing reclamation systems and structures” (Novocherkassk, September 5, 2023).

For citation: Churaev A. A., Yuchenko L. V. On issue of designing a water metering station at a reclamation facility. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;91(3):90–100. (In Russ.).

Введение. По правилам проектной документации при строительстве новых мелиоративных объектов предусматривается сеть пунктов водоучета. Пункты водоучета устанавливаются на головных водозаборных сооружениях, насосных станциях, водораспределительных узлах. Количество пунктов водоучета и места их размещения на мелиоративной сети выбираются в зависимости от принятой схемы управления технологическими процессами водораспределения.

Материалы и методы. Определение состава каждого пункта водоучета и выбор приборов и устройств для их оснащения – это ответственный процесс при проектировании водоучета на мелиоративной системе. Данный процесс может иметь четыре этапа:

- 1) разработка структурно-технологической схемы водоучета;
- 2) анализ условий выполнения основных технологических операций;
- 3) определение вида водомерных сооружений, состава измеряемых параметров и периодичности их измерения;

4) выбор приборов и устройств для оснащения пункта водоучета.

Кратко можно характеризовать каждый этап. Первый этап предусматривает разработку структурно-технологической схемы водоучета для конкретной мелиоративной системы или ее участка исходя из технических и технологических особенностей, местных условий.

Второй этап необходим для проведения анализа и дифференциации условий применения технологических приемов и операций в каждом конкретном случае.

Третий этап наиболее трудный. Для обеспечения водомерности мелиоративные сооружения должны удовлетворять ряду требований, изложенных в нормативных документах [1, 2]. При проектировании водомерных сооружений накладывается ряд требований к конструкциям и размерам некоторых элементов сооружений – переходных и сопрягающих участков, прямолинейных вставок и т. п. Состав измеряемых параметров зависит от выбора средств измерений, условий выполнения технологических операций измерений и согласованного уровня водоучета.

Четвертый этап включает выбор приборов и устройств для оснащения пунктов водоучета на основе полученных данных вышеназванных этапов и согласования их с требованиями законодательных документов [3].

На рисунке 1 приведена классификация пунктов водоучета на мелиоративной системе по их функциональному назначению.

По нормативному документу СП 81.13330.2017 [4] для организации водоучета на межхозяйственной оросительной сети необходимо иметь 6–9 пунктов водоучета, а на внутрихозяйственной оросительной сети – 5–10 пунктов.

Гидрометрические сооружения, используемые в пунктах водоучета, для измерения расходов воды на каналах мелиоративных систем составляют отдельный класс сооружений и могут включать в себя дополнительно измерительные приборы и приспособления.



Рисунок 1 – Схема классификации пунктов водоучета на мелиоративной системе по их функциональному назначению

Figure 1 – Scheme of classification of water metering stations at reclamation system according to their functionality

Гидрометрические сооружения в полевых условиях могут быть и неградуированными, если соблюдены все условия, а именно:

- прямолинейность участка;
- симметричное распределение скоростей в живом сечении потока;
- заданный уклон, не приводящий к отложению наносов;
- водонепроницаемое основание сооружения;
- неизменная шероховатость русла.

Таким образом, прежде чем выбрать место для установки гидрометрического сооружения, желательно провести полевые исследования участка намеченного русла канала с использованием вышеперечисленных требований. При неудовлетворении данных требований после строительства гидрометрического сооружения необходимо провести метрологическую аттестацию или градуировку сооружения.

Выбор типов гидрометрических сооружений с целью организации на них пунктов водоучета может осуществляться для двух вариантов [5]:

- при проектировании новой мелиоративной системы и строительстве новых каналов;
- для существующих уже каналов мелиоративной системы.

Второй вариант наиболее сложный, так как работу гидрометрического сооружения необходимо согласовывать с режимом эксплуатации существующего канала или водотока, не нарушая принятых технических требований. Необходимо сохранить диапазон пропускаемых расходов с минимальными высотными отметками кривой свободной поверхности в нижнем бьефе сооружения, не нарушающими их командования над уровнями нижележащих каналов. Поэтому вначале выбирают возможные для применения типы сооружений по общим характеристикам, затем уточняют их, используя подробные технические данные и гидравлический расчет.

Проектирование пункта водоучета начинают с получения исходных материалов в процессе полевых исследований заданного участка на мелио-

ративном объекте. В проект сооружения пункта водоучета могут входить: выбранный и обоснованный типовый проект пункта водоучета, рекомендации по его рациональной эксплуатации, технико-экономический расчет стоимости строительных работ и материалов. Проект должен разрабатываться с соблюдением строительных норм и правил, утвержденных специальными СНиПами [4].

Особенное внимание к пунктам водоучета, включающим гидрометрические сооружения. При их проектировании необходимо выполнение гидравлического, гидротехнического и статического расчетов. Гидравлический включает описание формы, размеров и высотного положения водопропускных частей гидрометрического сооружения. Гидротехнический необходим для сравнительно высоконапорных сооружений (например, водосливы с тонкой стенкой) и включает определение необходимой длины подземного контура сооружения, размеров противofiltrационных элементов, гарантирующих отсутствие суффозии. Статический расчет – заключительный после первых двух расчетов для определения прочности и устойчивости сооружения.

По утверждению А. С. Субботина [6], «гидрометрические сооружения относятся к сравнительно несложным устройствам, поэтому их проектирование ведется в одну стадию – технического проекта. Проект состоит из пояснительной записки и чертежей». В пояснительной записке необходимо представить такие материалы, как:

- название, назначение и местоположение гидрометрического сооружения;
- тип сооружения и его обоснование;
- основной расчет элементов конструкции;
- стоимость строительства;
- техническое задание и материалы полевых изысканий.

Чертежи должны включать:

- генеральный план сооружения;
- чертежи с планами и разрезами сооружения и с узлами и деталями конструкции.

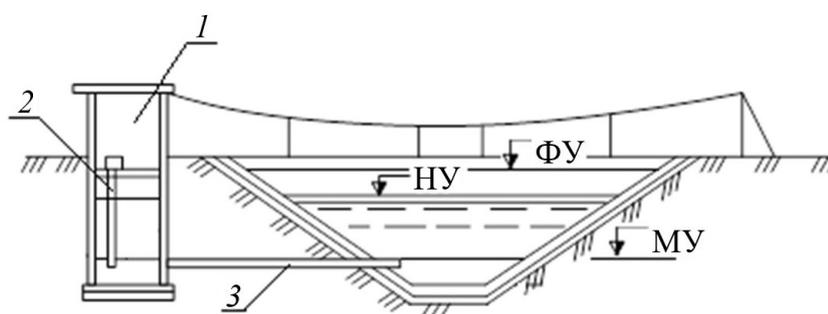
Строительство пунктов водоучета: возведение гидрометрического сооружения, устройство грунтовых выемок, подготовка основания под сооружение, заделка стыков, установление металлических конструкций, должно производиться согласно пп. 12.5-12.10 [4]. Допускаемые отклонения сооружения или частей сооружения от проектного положения в плане должны быть согласно приложению А [4].

Результаты и обсуждение. В настоящее время в большинстве случаев при проектировании и строительстве пункта водоучета с гидрометрическим сооружением на мелиоративном объекте выбирают гидрометрическое сооружение с техническим оснащением. Техническим оснащением проектируемых пунктов водоучета могут быть гидростатические, емкостные или акустические уровнемеры, расходомеры [7] с местной индикацией или дистанционной передачей данных [8]. Определение расхода и объема воды возможно производить по известным методикам, изложенным в МИ 2406-97 [9] и МИ 1759-87 [10]. Выбор технического оснащения регламентируется требованиями к точности и достоверности результатов измерений, а также возможностью их осуществления. Проблема выбора осложняется необходимостью энергоснабжения на мелиоративном объекте и строительством дополнительных павильонов или успокоительных колодцев.

На рисунке 2 показана схема компоновки распространенного типового проекта пункта водоучета с автоматическим регистратором уровня воды, размещенным в успокоительном колодце.

В таких типовых проектах дополнительными сооружениями могут быть: успокоительный колодец, измерительный павильон, соединительные устройства и другие вспомогательные устройства различного назначения.

Успокоительный колодец необходим для размещения и защиты от неблагоприятных внешних воздействий автоматического регистратора уровня. Соединительное устройство защищает от волнения поверхности воды и образования наносов. Если предусмотрен измерительный павильон, то в нем возможно размещение регистрирующей части автоматического регистратора уровня и устройства, передающего данные на расстояние. При отсутствии павильона уровнемер со всем оборудованием можно закрепить в верхней части колодца.



1 – успокоительный колодец; 2 – уровнемер; 3 – соединительное устройство (труба);
ФУ – форсированный уровень воды, м; НУ – нормальный уровень воды, м;
МУ – минимальный уровень воды, м

1 – still well; 2 – level gauge; 3 – coupling device (pipe); FU – maximum
flow level, m; NU – natural water level, m; MU – low water level, m

Рисунок 2 – Схема компоновки автоматического регистратора уровня воды

Figure 2 – Layout diagram of water level automatic recorder

На рисунке 2 нанесены три уровня воды в канале, необходимые при проектировании пункта водоучета. Отметка форсированного уровня воды необходима для выбора положения оси колодца и минимальной длины соединительного устройства. От отметок нормального и минимального уровней зависят отметки дна и высоты успокоительного колодца, отметка нижней части соединительного устройства, необходимые для рабочего диапазона уровня воды в колодце.

Выводы. Для обеспечения контроля технологических процессов при непосредственном управлении водораспределением на мелиоративных системах необходим комплексный подход, направленный на последователь-

ную систему определения расхода и объема воды. Для решения поставленной задачи необходимы пункты водоучета, которые бы обеспечивали точность и достоверность измерений. В данной статье рассмотрен основной подход к проектированию пункта водоучета, включающего и гидрометрическое сооружение на мелиоративном объекте. Показана схема компоновки распространенного типового проекта пункта водоучета с автоматическим регистратором уровня воды, размещенным в успокоительном колодце. Даны дополнительные рекомендации по проектированию к нему дополнительных и вспомогательных сооружений.

Список источников

1. ГОСТ Р 51657.2-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Методы измерения расхода и объема воды. Классификация. Введ. 2001-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2001. 42 с.
2. ГОСТ Р 51657.3-2000. Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Гидрометрические сооружения и устройства. Классификация. Введ. 2001-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2001. 7 с.
3. О техническом регулировании: Федер. закон Рос. Федерации от 27 дек. 2002 г. № 184-ФЗ (с изм. на 2 июля 2021 г.) [Электронный ресурс]: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 15 дек. 2002 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 18 дек. 2002 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.
4. Мелиоративные системы и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 3.07.03-85: СП 81.13330.2017: утв. М-вом стр-ва и жилищ.-комму. хоз-ва Рос. Федерации 25.11.17: введ. в действие с 26.05.18. М.: Стандартиформ, 2018. 36 с.
5. Филиппов Е. Г. Гидравлика гидрометрических сооружений для открытых потоков. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 288 с.
6. Субботин А. С. Основы гидротехники и гидрометрических сооружений. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 262 с.
7. Юченко Л. В., Кореновский А. М. Анализ возможности применения ультразвуковых расходомеров на оросительной сети // Актуальные направления развития мелиоративного комплекса: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию создания ФГБНУ «РосНИИПМ», г. Новочеркасск, 10 сент. 2021 г. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2021. С. 124–137.
8. Васильченко А. П., Шепелев А. Е., Кореновский А. М. К вопросу оснащения пунктов водоучета средствами телеметрии // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2020. № 3(39). С. 140–153. URL: rosniipm-sm.ru/article?n=1143 (дата обращения: 15.05.2023). DOI: 10.31774/2222-1816-2020-3-140-153.
9. Государственная система обеспечения единства измерений. Расход жидкости в открытых каналах систем водоснабжения и канализации. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков: МИ 2406-97: утв. ВНИИР: введ. в действие с 15.05.97. М.: ИРВИС, 1997. 33 с.
10. Государственная система обеспечения единства измерений. Расход воды на реках и каналах. Методика выполнения измерений методом «скорость – площадь»:

МИ 1759-87: утв. ВНИИФ 11.06.86: введ. в действие с 01.01.88. М.: Изд-во стандартов, 1987. 21 с.

References

1. GOST R 51657.2-2000. *Vodouchet na gidromeliorativnykh i vodokhozyaystvennykh sistemakh. Metody izmereniya raskhoda i ob"ema vody. Klassifikatsiya* [Water flow measurement in hydromelioration and water economics systems. Methods of water flow measurement. Classification]. Moscow, Publ. of Standards, 2001, 42 p. (In Russian).
2. GOST R 51657.3-2000. *Vodouchet na gidromeliorativnykh i vodokhozyaystvennykh sistemakh. Gidrometricheskie sooruzheniya i ustroystva. Klassifikatsiya* [Water flow measurement in hydromelioration and water economics systems. Flow gauging structures. Classification]. Moscow, Publ. of Standards, 2001, 7 p. (In Russian).
3. *O tekhnicheskoy regulirovani* [On technical regulation]. Federal Law of Russian Federation of 27 December, 2002, no. 184-FZ. (In Russian).
4. SP 81.13330.2017. *Meliorativnye sistemy i sooruzheniya. Aktualizirovannaya redaksiya SNIp 3.07.03-85* [The reclamation systems and constructions. Updated version of SNIp 3.07.03-85]. Moscow, Standartinform, 2018, 36 p. (In Russian).
5. Filippov E.G., 1990. *Gidravlika gidrometricheskikh sooruzheniy dlya otkrytykh potokov* [Hydraulics of Hydrometric Structures for Open Flows]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 288 p. (In Russian).
6. Subbotin A.S., 1991. *Osnovy gidrotekhniki i gidrometricheskikh sooruzheniy* [Fundamentals of Hydraulic Engineering and Hydrometric Structures]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 262 p. (In Russian).
7. Yuchenko L.V., Korenovsky A.M., 2021. *Analiz vozmozhnosti primeneniya ultrazvukovykh raskhodomerov na orositel'noy seti* [Analysis of the possibility of using ultrasonic flow meters on the irrigation network]. *Aktual'nye napravleniya razvitiya meliorativnogo kompleksa: sb. nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarisnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu sozdaniya FGBNU "RosNIIPM"* [Current Directions of the Reclamation Complex Development: Proc. of the International Scientific-Practical Conference, Dedicated to the 90th Anniversary of the Creation of the Federal State Budgetary Institution "RosNIIPM"]. Novocheerkassk, RosNIIPM, pp. 124-137. (In Russian).
8. Vasilchenko A.P., Shepelev A.E., Korenovsky A.M., 2020. [On issue of equipping water metering points with telemetry]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*, no. 3(39), pp. 140-153, available: rosniipm-sm.ru/article?n=1143 [accessed 15.05.2023], DOI: 10.31774/2222-1816-2020-3-140-153. (In Russian).
9. MI 2406-97. *Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmereniy. Raskhod zhidkosti v otkrytykh kanalakh sistem vodosnabzheniya i kanalizatsii. Metodika vypolneniya izmereniy pri pomoshchi standartnykh vodoslivov i lotkov* [State system for ensuring uniform measurement. Fluid flow in open channels of water supply and sanitation systems. Measurement by means of standard flushings and conduits]. Moscow, IRVIS, 1997, 33 p. (In Russian).
10. MI 1759-87. *Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmereniy. Raskhod vody na rekakh i kanalakh. Metodika vypolneniya izmereniy metodom "skorost' – ploshchad'"* [State system for ensuring the uniformity of measurements. River and channel flow rates. The technique of measurement by velocity-area method]. Moscow, Publ. of Standards, 1987, 21 p. (In Russian).

Информация об авторах

А. А. Чураев – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, churaev75@mail.ru, AuthorID: 475648, <https://orcid.org/0000-0001-9198-169X>;

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 90–100.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2023. Vol. 91, no. 3. P. 90–100.

Л. В. Юченко – научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, oamsrosniipm@yandex.ru, AuthorID: 632033, <https://orcid.org/0000-0001-8372-0852>.

Information about the authors

A. A. Churaev – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, churaev75@mail.ru, AuthorID: 475648, <https://orcid.org/0000-0001-9198-169X>;

L. V. Yuchenko – Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, oamsrosniipm@yandex.ru, AuthorID: 632033, <https://orcid.org/0000-0001-8372-0852>.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.*

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию 22.08.2023; одобрена после рецензирования 21.09.2023;
принята к публикации 12.10.2023.*

*The article was submitted 22.08.2023; approved after reviewing 21.09.2023; accepted for
publication 12.10.2023.*