

---

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

---



**СТАНДАРТ  
ОРГАНИЗАЦИИ**

**СТО 4.2-3-2015**

---

**МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ**

**Открытые каналы**

**Правила определения расхода воды  
с использованием метода односточного  
измерения скорости потока**

**Издание официальное**

Новочеркасск  
РосНИИПМ  
2015

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Основные положения».

### **Сведения о стандарте:**

1 РАЗРАБОТАН рабочей группой федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ») в составе: В. Н. Щедрин, акад. РАН, д-р техн. наук, проф.; А. А. Чураев, канд. техн. наук; Л. В. Юченко; В. В. Митров; М. В. Вайнберг; В. М. Школьная

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом директора ФГБНУ «РосНИИПМ» от 29 июня 2015 г. № 21

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2015

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ФГБНУ «Российского научно-исследовательского института проблем мелиорации».

**Содержание**

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	3
4 Основные положения .....	5
5 Правила определения расхода воды в открытых каналах мелиоративных систем с использованием метода односточечного измерения скорости потока .....	6
5.1 Требования к участку канала для проведения измерительных работ.....	6
5.2 Требования к средствам измерения и вспомогательным устройствам.....	9
5.3 Использование односточечного сокращенного метода измерений скорости потока для определения расхода воды .....	11
5.4 Использование метода измерений по средней скорости в одной точке гидрометрического створа .....	18
6 Требования к квалификации исполнителей и технике безопасности работ.....	22
Приложение А (рекомендуемое) Перечень средств измерения и вспомогательных устройств, рекомендуемых при применении односточечного метода.....	23
Приложение Б (рекомендуемое) Порядок измерения скорости потока .....	24
Приложение В (рекомендуемое) Пример ведомости измерений расхода воды (односточечный сокращенный метод измерения) .....	27
Приложение Г (рекомендуемое) Данные средних значений коэффициентов шероховатости .....	28
Приложение Д (рекомендуемое) Пример ведомости исходных данных о гидрометрическом створе.....	29

СТО 4.2-3-2015

Приложение Е (рекомендуемое) Пример выписки из расчетного листа гидрометрического створа.....	30
Приложение Ж (рекомендуемое) Схема поперечного сечения гидрометрического створа.....	32
Приложение И (рекомендуемое) Продолжительность измерения осредненной скорости в точке и степень организации потока.....	33
Приложение К (рекомендуемое) Пример ведомости измерений расходов воды (метод измерений по средней скорости в одной точке гидрометрического створа) .....	34

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

---

**Мелиоративные системы и сооружения****Открытые каналы****Правила определения расхода воды  
с использованием метода одноточечного измерения  
скорости потока**

Meliorative systems and constructions

The rules for determining the water flow in open channels  
of irrigation systems using the method of measuring the flow  
velocity at one point

---

**Дата введения – 2015-06-29**

**1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт организации распространяется на открытые каналы мелиоративных систем для организации пунктов водоучета.

1.2 Настоящий стандарт организации устанавливает правила определения расхода воды в открытых каналах мелиоративных систем с использованием метода одноточечного измерения скорости потока.

1.3 Настоящий стандарт организации не распространяется на магистральные каналы.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте организации использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и классификаторы:

ГОСТ Р 12.0.001-2013 Система стандартов безопасности труда. Основные положения

СТО 4.2-3-2015

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 15126-80 Средства измерения скорости течения воды. Вертушки гидрометрические речные. Общие технические требования

ГОСТ 10528-90 Нивелиры. Общие технические условия

ГОСТ 10529-96 Теодолиты. Общие технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 8.423-81 Секундомеры механические. Методы и средства поверки

ГОСТ 25855-83 Уровень и расход поверхностных вод. Общие требования к измерению

Общероссийский классификатор стандартов ОК (МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001-96) 001-2000 ОКС

Примечание – При пользовании настоящим стандартом организации целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), то при пользовании настоящим стандартом организации следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 51657.1-2000, а также следующие термины с соответствующими определениями:

#### 3.1

**пункт водоучета:** Пункт на водотоке или канале, или водохозяйственной системе, оборудованной техническими средствами для проведения гидрометрических работ.

[ГОСТ Р 51657-1-2000, п. 23]

**3.2 расход воды:** Объем воды, протекающей через сечение потока в единицу времени.

#### 3.3

**гидрометрический створ:** Створ через водоток или канал, перпендикулярный к среднему направлению течения воды, в котором измеряют необходимые параметры водного потока для определения объемного расхода и (или) объема воды.

[ГОСТ Р 51657-1-2000, п. 24]

#### 3.4

**метод (определения расхода воды) «скорость-площадь»:** Метод определения объемного расхода воды, основанный на вычислении расхода по произведению измеренных площади живого сечения и средней скорости водного потока.

[ГОСТ Р 51657-1-2000, п. 30]

**3.5 измерительный участок:** Участок канала, предназначенный для проведения измерений расхода воды методом «скорость-площадь».

**3.6 промерная вертикаль:** Вертикаль, на которой производится измерение глубины потока.

**3.7 скоростная вертикаль:** Вертикаль, на которой производится измерение скорости потока.

3.8

**одноточечный метод измерения (средней скорости водного потока):**

Точечный метод измерения средней скорости водного потока, в котором среднюю скорость воды определяют на основании результатов измерений местной скорости в заданной точке живого сечения.

[ГОСТ Р 51657-1-2000, п. 55]

**3.9 средство измерений:** Техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства.

3.10

**уровнемерная рейка:** Вертикально или наклонно закрепленная многозначная штриховая мера, используемая для измерения уровня воды.

[ГОСТ Р 51657-1-2000, п. 36]

3.11

**измеритель скорости водного потока:** Прибор для измерения скорости течения воды в водотоках и водоводах.

[ГОСТ Р 51657-1-2000, п. 42]

3.12

**гидрометрическая вертушка:** Прибор для измерения скорости течения воды в водотоках и водоводах, отличительной особенностью которого является использование ротора или лопастного винта в качестве чувствительного элемента.

[ГОСТ Р 51657-1-2000, п. 43]

3.13

**гидрометрическая штанга:** Многозначная штриховая мера, предназначенная для измерения глубины воды в открытом русле и для крепления к ней гидрометрической вертушки.

[ГОСТ Р 51657-1-2000, п. 39]



3.14 **начало постоянное:** Знак на местности (столб, метка на сооружении и т. д.) от которого всегда производится измерение расстояний в гидрометрическом створе.

3.15

**уровнемер:** Прибор или установка для измерения уровня воды.

[ГОСТ Р 51657-1-2000, п. 40]

3.16

**нуль наблюдений:** Горизонтальная плоскость, совпадающая с нулевым делением измерительного средства, от которого измеряют уровень воды.

[ГОСТ Р 51657-1-2000, п. 48]

3.17 **сечение живое:** Часть водного сечения водотока, в которой наблюдается однонаправленное (фиксируемое приборами) течение воды.

3.18 **погрешность измерения (ошибка измерения):** Отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

## 4 Основные положения

4.1 Настоящий стандарт организации устанавливает правила определения расхода воды в открытых каналах оросительных и осушительных систем с использованием следующих методов:

- одноточечный сокращенный метод измерения скорости потока;
- метод измерений по средней скорости потока в одной точке гидрометрического створа.

4.2 Одноточечный сокращенный метод измерения скорости потока может быть применен на малых каналах с небольшой глубиной (до 0,75 м) и расходом (до 20 м<sup>3</sup>/с) в устойчивых необлицованных и облицованных руслах при равномерном движении потока воды.

4.3 Метод измерений по средней скорости в одной точке гидрометрического створа может быть применен на каналах с различной глубиной в устой-

чивых необлицованных и облицованных руслах при равномерном и неравномерном движении потока воды.

## **5 Правила определения расхода воды в открытых каналах мелиоративных систем с использованием метода одноточечного измерения скорости потока**

### **5.1 Требования к участку канала для проведения измерительных работ**

5.1.1 Определение расхода воды должно начинаться с правильного выбора участка канала и организации гидрометрического створа для проведения измерений методом «скорость – площадь».

5.1.2 Участок канала для проведения измерительных работ должен обеспечивать необходимую для производственной деятельности точность гидрометрических данных и удовлетворять следующим требованиям:

- участок канала должен быть прямолинейным, с постоянной правильной формой поперечного прямоугольного или трапецеидального сечения, допускающей отклонение от средних геометрических размеров (ширины, строительной высоты русла, величины заложения откосов) не более  $\pm 2\%$ , с постоянным однообразным уклоном дна;

- дно и откосы канала должны быть устойчивыми. Их желательно закрепить железобетонными плитами или каменной отмосткой. Для дна и откосов, проходящих в естественном грунте, показатель устойчивости  $\partial$ , %, если возможно предварительное наблюдение, определяют из уравнения:

$$\partial = \frac{\sum_{i=1}^n \left( 1 - \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3h_0} \right)}{n} 100 \leq \pm 5\%, \quad (1)$$

где  $h_1, h_2, h_3$  – глубины контрольных вертикалей, расположенных в средней части русла при отдельных последующих наблюдениях, м;

$h_0$  – высота уровня воды над постоянной горизонтальной плоскостью, проведённой на уровне дна в начале наблюдений, м;

$n$  – число наблюдений;

- при невозможности проведения предварительных наблюдений за устойчивостью русла оценивают по общим признакам (внешний вид состояния откосов и берегов, данные по очистке русла канала от наносов и пр.);

- в каналах с расходом более  $25 \text{ м}^3/\text{с}$  и скоростью потока менее  $1,5 \text{ м/с}$  допускается использование измерительных участков без сплошной облицовки при условии планировки и уплотнения дна и откосов, обеспечивающих отклонения от средних линейных и угловых размеров сечения не более  $2 \%$ , и создания фиксирующего пояса в створе измерений;

- при скорости потока в канале менее  $2,0 \text{ м/с}$  допустимая длина участка  $L$ , м, на котором должны быть выдержаны указанные условия, в зависимости от ширины канала по верху  $B$ , м, должна быть не менее, указанной в таблице 1;

- при скорости потока воды в канале более  $2,0 \text{ м/с}$  длина участка канала должна приниматься в  $1,5$  раза больше по сравнению с данными таблицы 1;

- участок измерений должен быть удален от гидротехнических сооружений и других источников сбойности потока на расстояние, исключающее появление в створе измерений волновых явлений, косоструйности и повышенных пульсаций скорости, и составлять не менее  $10B$ ;

- участок измерений должен находиться вне влияния переменного подпора, как от нижележащих регулируемых подпорных сооружений, так и создаваемого в результате изменения водного режима потока ниже участка измерений. Предельное расстояние нижней границы участка от места образования подпора  $L$ , м, приближенно можно определить по формуле:

$$L \geq \frac{h_n}{i}, \quad (2)$$

## СТО 4.2-3-2015

где  $h_n$  – дополнительная высота подпора воды над бытовой глубиной перед преградой при наибольшем возможном уровне воды, м;

$i$  – средний уклон дна канала выше преграды;

- измерительный участок на крупных каналах должен быть оборудован средствами гидрометрической переправы. При отсутствии гидрометрического мостика допускается применение лодочной переправы из двух тросов (на одном из тросов размечается положение промерных вертикалей, на другом крепится лодка);

- на измерительном участке должна быть исключена возможность зарастания и систематического заиления русла. Участок должен быть доступен для проведения измерений, подъезда автотранспорта и обеспечивать безопасность работ.

Таблица 1 – Допустимая длина участка канала

Максимальный расход воды в канале, м <sup>3</sup> /с	от 0,2 до 5	от 5 до 10	от 10 до 25	от 25 до 100	свыше 100
Минимальная допустимая длина прямолинейного участка ( $L$ ), м	от 6 <i>B</i> до 8 <i>B</i>	от 4 <i>B</i> до 6 <i>B</i>	от 3 <i>B</i> до 5 <i>B</i>	от 2 <i>B</i> до 3 <i>B</i>	не менее 1,5 <i>B</i>

5.1.3 Гидрометрический створ представляет собой поперечник на участке канала для измерения необходимых параметров водного потока и должен отвечать следующим требованиям:

- гидрометрический створ должен располагаться перпендикулярно к среднему направлению течения воды;

- эпюры скоростей на вертикалях в гидрометрическом створе должны быть правильного одномодального выпуклого вида;

- участок канала, примыкающий к гидрометрическому створу на длине 20 максимальных глубин против течения и 10 максимальных глубин по течению, должен иметь однородную по длине шероховатость, косоструйность течения на нем не должна превышать 10°;

- гидрометрический створ должен иметь постоянное начало, закрепленное на местном репере;
- гидрометрический створ должен быть оснащен техническими средствами, позволяющими выполнять гидрометрические работы;
- гидрометрический створ должен быть оборудован устройством для измерения уровня воды с пределом допускаемой основной погрешности меньшей или равной 1,0 %;
- отметки гидрометрического створа и уровни воды должны отсчитываться в единой относительной системе координат.

## **5.2 Требования к средствам измерения и вспомогательным устройствам**

5.2.1 В состав работ по измерению расхода воды на открытых каналах входит:

- наблюдение за колебаниями горизонтов воды во время промеров для определения расчетного уровня;
- измерение глубин сечения по постоянным и дополнительным вертикалям;
- измерение ширины потока;
- измерение скоростей течения.

5.2.1.1 Для проведения работ должно применяться серийное геодезическое и гидрологическое оборудование, а также приборы для измерения скорости течения воды, сертифицированные Госстандартом России. Все измерители скорости водного потока должны иметь паспорт, свидетельство о поверке или метрологической аттестации.

5.2.1.2 Линейно-угловые измерения рекомендуется проводить следующими геодезическими инструментами:

- нивелирами и рейками нивелирными длиной от 1,0 до 4,0 м (ГОСТ 10528-90);

## СТО 4.2-3-2015

- лентами мерными и рулетками металлическими классов 1, 2, 3 длиной от 1,0 до 50,0 м, ценой деления не более 0,001 м по всей длине шкалы (ГОСТ 7502-98);

- теодолитами разных типов (ГОСТ 10529-96) в комплекте с вешками или уровнемерными рейками.

5.2.1.3 Для измерения уровней воды допускается применять любые типы уровнемеров, в том числе штриховые меры длины (уровнемерные рейки), соответствующие диапазонам измерений и условиям эксплуатации, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 28725-90.

5.2.1.4 Для измерения скорости потока рекомендуется использовать гидрометрические вертушки (соответствующие ГОСТ 15126-80), гидрометрические микровертушки, термоанемометры, напорные трубки, ультразвуковые скоростемеры и т. п. с пределом допускаемой погрешности менее 2 %.

Допускается применять разрабатываемые измерители скорости течения воды, прошедшие приемочные испытания в установленном порядке.

5.2.1.5 Размер чувствительного элемента измерительного преобразователя  $d$  средства измерения необходимо выбирать в зависимости от средней глубины канала  $h$ . Показания первичного измерительного преобразователя скорости, расположенного в точке измерения, не должны зависеть от поперечного градиента скорости. Для напорных трубок и гидрометрических вертушек это условие выполняется применительно к каналам, если  $d/h$  меньше 0,04.

5.2.2 При измерении уровней воды в гидрометрическом створе могут применяться следующие вспомогательные устройства:

- специальные гидрометрические штанги;
- специальные гидрометрические грузы на тросе;
- метроштоки;
- лебедки.

5.2.2.1 Вспомогательные устройства должны обеспечивать установку первичного преобразователя скорости с погрешностью не более 0,2 % от глубины на скоростной вертикали.

5.2.2.2 Размеры вспомогательных устройств и расстояние от них до первичного преобразователя должны быть такими, чтобы нарушение поля скоростей в окрестности чувствительного элемента первичного преобразователя было минимальным.

5.2.2.3 Для фиксирования времени выдержки в потоке приборов для измерения скорости течения следует применять секундомеры механические однострелочные или двухстрелочные по ТУ 28-1819.0021-90 (в соответствии с ГОСТ 8.423-81), а также электронные, имеющие цену деления шкалы не более 0,2 с и свидетельство о поверке.

5.2.2.4 При применении метода одноточечного измерения скорости потока средства измерения и вспомогательные устройства рекомендуется выбирать по таблице приложения А.

5.2.2.5 До начала работ следует удостовериться в исправности всех приборов и принадлежностей, с помощью которых будет произведено измерение.

### **5.3 Использование одноточечного сокращенного метода измерений скорости потока для определения расхода воды**

5.3.1 Одноточечный сокращенный метод измерений предусматривает измерение скорости течения на вертикалях в одной точке или на поверхности.

Методика выполнения измерения аналогична основному точечному способу измерения метода «скорость – площадь» при малой глубине потока (менее 0,75 м) и монотонном убывании скоростей от поверхности ко дну.

5.3.1.1 Перед началом проведения измерительных работ проверяется состояние измерительного участка канала для соответствия установленным требованиям.

5.3.1.2 Проверка производится методами визуального осмотра и инструментальной съемки участка по следующим показателям:

- диапазону изменения расхода и уровней воды;
- отсутствию заиления и зарастания измерительного участка;

- отсутствию дефектов облицовки и прочих повреждений на участке измерения;

- отсутствию размывов русла на прилегающих участках;

- допускаемому расстоянию от измерительного участка до гидротехнических сооружений и других источников, влияющих на режим потока в створе измерений;

- соответствию приборов и оборудования, входящих в состав средства измерения, предъявляемым требованиям и условиям эксплуатации канала.

5.3.1.3 Основной комплекс работ по подготовке измерительного участка, включая разбивку промерных и скоростных вертикалей, измерение параметров сечения канала и привязку характерных отметок к отметкам топографического репера производится, как правило, при отсутствии воды в канале.

5.3.1.4 Для определения формы и размеров сечения канала производится исполнительная геодезическая съемка русла канала с помощью нивелира и геодезических реек.

5.3.1.5 Разбивка створа, перпендикулярного к оси канала, производится с помощью теодолита с вешками и закрепляется с помощью постоянных створных знаков на противоположных берегах канала.

5.3.1.6 Согласно МИ 1759-87, минимально допускаемое число скоростных вертикалей для каналов зависит от ширины потока  $B$  и составляет:

- при  $3 \text{ м} \leq B < 10 \text{ м}$  – пять;

- при  $1 \text{ м} \leq B < 3 \text{ м}$  – три;

- при  $B < 1 \text{ м}$  – одна.

5.3.1.7 В каналах правильной (трапецеидальной или прямоугольной) формы среднюю скоростную вертикаль следует располагать по оси канала. Остальные скоростные вертикали на равном между собой расстоянии (две – у подошвы откосов).

5.3.1.8 При определении расхода воды средняя скорость потока измеряется на скоростных вертикалях в одной точке ( $0,4 h$  от дна или  $0,6 h$  от поверхности).



5.3.1.9 При затруднении измерения глубинных скоростей на отдельных вертикалях в силу незначительных их глубин допускается определение средней скорости  $V_{cp}$ , м/с, по поверхностной скорости  $V_{нов}$ , м/с, течения с введением поправочного коэффициента  $k$ , выражающего отношение:

$$V_{cp} = kV_{нов}. \quad (3)$$

Рекомендуемое значение поправочного коэффициента  $k = 0,85$ .

5.3.1.10 Измерение на скоростных вертикалях проводят измерителями скорости водного потока, соответствующими ГОСТ 15126-80.

5.3.1.11 Измерение скорости потока воды в канале допускается производить одним измерителем скорости без дублирования.

5.3.1.12 В случае использования ультразвуковых и электромагнитных измерителей скорости необходимо применять методики измерения, рекомендуемые разработчиками средств измерения.

5.3.1.13 При измерении гидрометрическими вертушками (согласно МИ 1759-87) [1] соотношение рабочей глубины на вертикали  $h$  и диаметра лопастного винта  $D$  определяется по таблице 2.

Таблица 2 – Соотношение глубины на вертикали и диаметра лопастного винта от состояния русла

Соотношение рабочей глубины на вертикали и диаметра лопастного винта	Состояние русла	
	незаросшее	заросшее
$5D > h \geq 1,5D$	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{1}{0,5}$
Примечание – В числителе – число точек на вертикали; в знаменателе – относительное заглубление точек на вертикали.		

5.3.1.14 При использовании гидрометрической вертушки необходимо соблюдение условий, чтобы кромка лопасти винта находилась не менее 2–3 см от поверхности и дна.

5.3.1.15 При измерении «поверхностной скорости» ось гидрометрической вертушки необходимо устанавливать на глубину 0,15 м от поверхности воды.

5.3.1.16 При определении координат установки первичного преобразователя скорости допускается производить отсчет от поверхности воды, если амплитуда пульсации уровня не превышает 0,05 м.

5.3.1.17 Абсолютные отклонения точки установки первичного преобразователя скорости в потоке от заданных координат на вертикали не должны превышать при установке на штанге  $\pm 0,01$  м.

5.3.1.18 При использовании микровертушки технология измерений скоростей потока должна соответствовать порядку проведения работ, изложенных в паспорте данного средства измерения.

5.3.1.19 При каждом измерении расхода воды на гидрометрическом створе измеряется соответствующий ему уровень воды. Правила выполнения измерений уровня воды должны соответствовать требованиям ГОСТ 25855-83.

5.3.1.20 Измерения уровня воды рекомендуется проводить с двукратной повторностью (прямым и обратным ходом). Расхождения в замерах глубин на одной и той же вертикали не должны превышать 2,0–2,5 см для земляных и 1,0–1,5 см для облицованных русел.

5.3.1.21 Порядок измерения скорости потока гидрометрическими вертушками с контактом через 20 оборотов рекомендован в приложении Б.

5.3.1.22 Измерения необходимо проводить только после стабилизации режима потока, фиксируя время начала работ и положение уровня воды по показаниям уровнемера.

5.3.2 При проведении измерений в дополнение к данным разбивки скоростных вертикалей измеряется расстояние от постоянного начала (бровки канала) до уреза воды, а также от уреза до ближайшей скоростной вертикали. Проекция этих точек на горизонтальную плоскость устанавливаются с помощью штанги или отвеса.

5.3.2.1 Если расстояние от уреза воды до ближайшей вертикали составляет более 60 % от расстояния между вертикалями, то вводятся дополнительные урезные вертикали. Глубина воды на урезной вертикали должна быть не менее 0,20 м.

5.3.2.2 Для измерительного створа с фиксированными откосами и дном, на котором геодезической съемкой закреплены отметки дна на каждой вертикали, глубины потока  $h_n$ , м, определяются по формуле:

$$h_n = \nabla_0 + H_0 - \nabla_n, \quad (4)$$

где  $\nabla_0$  – геодезическая отметка начала шкалы уровнемера, м;

$H_0$  – показания уровнемера, м;

$\nabla_n$  – геодезическая отметка дна канала на вертикали, м.

5.3.2.3 Данные для расчетов по формуле (4) используют из журнала исполнительной нивелировки.

5.3.2.4 При отсутствии данных геодезической съемки для определения глубины потока используют штанги. При амплитуде пульсаций поверхности воды более 0,05 м среднее значение глубины определяется по результатам пяти измерений максимального и минимального значений уровня воды.

5.3.2.5 Допустимая относительная погрешность измерений уровня воды (при фиксированном русле канала и амплитуде пульсаций уровня воды в канале до 0,05 м) не должна превышать  $\pm 2$  %.

5.3.2.6 Абсолютные отклонения точки установки первичного преобразователя скорости в потоке от заданных координат на вертикали не должны превышать при установке на штанге  $\pm 0,01$  м.

5.3.2.7 При проведении измерений расхода воды измерение каждого линейно-углового параметра, уровней воды и скорости потока в каждой точке должно производиться не менее двух раз.

5.3.3 Вычисление расхода воды  $Q$ , м<sup>3</sup>/с, по результатам измерения линейно-угловых параметров сечения канала, глубины, местных скоростей потока следует производить по формуле:

$$Q = KV_1 f_0' + 0,5(V_1 + V_2) f_1 + \dots + 0,5(V_{n-1} + V_n) f_n + KV_n f_0'', \quad (5)$$

где  $K$  – коэффициент скорости для прибрежных отсеков, который следует принимать равным:

- 0,90 – для гладких бетонных облицовок со средней высотой выступов неровностей менее 0,01 м;

- 0,85 – для неровных облицовок из монолитного бетона и железобетонных плит со средней высотой выступов неровностей от 0,01 до 0,03 м;

- 0,80 – для облицовок из необтесанного камня, булыжника и для необлицованных откосов каналов со средней высотой выступа неровностей 0,03 до 0,05 м;

- 0,70 – для каналов с пологими берегами, имеющими заложение откосов от 1:2,5 до 1:5, без облицовки;

$V_1 \dots V_n$  – средние скорости на вертикалях, м/с;

$f_0', f_0''$  – площади отсеков прибрежных вертикалей, м<sup>2</sup>;

$f_1 \dots f_n$  – площади отсеков между соседними вертикалями, м<sup>2</sup>.

5.3.3.1 Площади отсеков потока,  $f$ , м<sup>2</sup>, между вертикалями определяются следующими формулами:

- для прибрежных отсеков на каналах с откосами:

$$f_0' = 0,5b_0h \quad \text{или} \quad f_0'' = 0,5b_n h_n; \quad (6)$$

где  $b_0, b_n$  – расстояния от соответствующих урезов воды до ближайших скоростных вертикалей, м;

$h \dots h_n$  – глубины потока на вертикалях, м;

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

$$f_n = 0,5(h_{n-1} + h_n)b_{n-1}, \quad (7)$$

$b_{n-1}$  – расстояние между вертикалями, м;

$h_{n-1}$  – глубина потока на предыдущей вертикале, м.

5.3.3.2 При одноточечном измерении средняя скорость потока на вертикали,  $V_{cp}$ , м/с, определяется по формуле:

$$V_{cp} = V_{0,6h} \quad \text{или} \quad V_{cp} = 0,85V_{нов}, \quad (8)$$

где  $V_{0,6h}$  – скорость на вертикали на глубине  $0,6 h$  от поверхности, м/с;

$V_{нов}$  – поверхностная скорость на вертикали, м/с.

5.3.3.3 После завершения расчетов в ведомость (приложение В) вносятся расчетные показатели и определенный расход воды в канале.

5.3.4 Относительная среднеквадратическая погрешность измерения расхода воды  $\delta_Q$ , %, определяется по формуле:

$$\delta_Q = \left[ \frac{\beta}{n} (\delta_V^2 + \delta_c^2 + \delta_e^2 + \delta_H^2 + \delta_{\nabla}^2 + \delta_q^2) \right]^{0,5}, \quad (9)$$

где  $\beta$  – величина метрологического параметра;

$n$  – количество отсеков;

$\delta_V$  – основная относительная погрешность средства измерения скорости потока, %;

$\delta_c$  – основная относительная погрешность средства измерения времени, %;

$\delta_e$  – основная относительная погрешность средств измерения линейных параметров измерительного створа, %;

$\delta_H$  – основная относительная погрешность средства измерения глубины потока на вертикалях, %;

$\delta_{\nabla}$  – предел допускаемой относительной погрешности привязки геодезических отметок дна измерительного створа в точках расположения вертикалей к отметкам топографического репера и началу шкалы уровнемера, %;

$\delta_q$  – предел систематической погрешности, вызванной отклонением фактической эпюры скоростей на вертикалях от определенной при дискретном числе точек установки средств измерения скорости на вертикалях, %.

5.3.4.1 Величина метрологического параметра  $\beta$  в формуле (9), характеризующая равномерность распределения расхода воды по ширине измерительного створа, должна определяться по формуле:

$$\beta = n \frac{\sum_{x=1}^n q_x^2}{(\sum_{x=1}^n q_x)^2}, \quad (10)$$

где  $q_x$  – удельный расход воды в отсеке между соседними вертикалями, м<sup>3</sup>/с.

5.3.4.2 Значения основных погрешностей средств измерения скорости (гидрометрических вертушек)  $\delta_v$ , средств измерения времени (секундомеров)  $\delta_c$ , средств измерения линейных параметров (мерных лент или рулеток)  $\delta_g$ , а также средств измерения глубины потока на вертикалях  $\delta_H$  должны приниматься из паспортных данных применяемых приборов. Как правило, пределы допускаемых основных погрешностей указанных средств измерений должны составлять:  $\delta_v \leq 1,5 \%$ ;  $\delta_c \leq 0,1 \%$ ;  $\delta_g \leq 0,1 \%$ ;  $\delta_H \leq 1,0 \%$ .

5.3.4.3 Предел допускаемой погрешности  $\delta_{\nabla}$  привязки геодезических отметок дна измерительного створа в точках расположения вертикалей к отметкам топографического репера и началу шкалы (нулю) уровнемера должен составлять не более 0,5 %.

5.3.4.4 Предел систематической погрешности  $\delta_q$ , вызванной отклонением фактической эпюры скоростей на вертикалях от определенной при одноточечной установки средства измерения скорости на вертикали, следует принимать  $\pm 1,8 \%$ .

5.3.4.5 Относительная погрешность измерения расхода воды одноточечным сокращенным методом измерений не должна превышать  $\pm 5 \%$ .

## **5.4 Использование метода измерений по средней скорости в одной точке гидрометрического створа**

5.4.1 Метод измерений по средней скорости в одной точке гидрометрического створа может быть применен на открытых каналах с различными глубинами при равномерном, неравномерном и неустановившемся движении воды.

Использование данного метода позволяет определить расход воды в открытом канале путем измерения скорости течения в одной точке живого сечения (совпадающей со средней по сечению) на фиксированной вертикали.

5.4.2 Подготовка к проведению измерений начинается с проверочно-подготовительных работ согласно пп. 5.3.2.1–5.3.1.4.

5.4.2.1 Подготовка к проведению измерений кроме определения координат гидрометрического створа должна содержать координаты границ локальных участков шероховатости канала с определением их коэффициентов.

5.4.2.2 Измерение координат гидрометрического створа проводят при сухом дне или при минимально возможных уровнях воды в канале.

5.4.2.3 Погрешность измерения линейных размеров гидрометрического створа может быть не более 0,2 % для измерений по вертикали и 0,5 % для измерений по горизонтали.

5.4.2.4 Расположение промерных вертикалей в гидрометрическом створе определяется расстоянием от постоянного начала. Промерные вертикали следует размещать по ширине канала в точках перелома поперечного профиля и изменений шероховатости границ.

5.4.2.5 Определение значения локальных коэффициентов шероховатости производится по результатам визуального осмотра и на основании данных, приведенных в приложении Г.

5.4.2.6 При отсутствии переломов поперечного профиля и изменений шероховатости границ промерные вертикали располагаются в соответствии с МИ 1759-87.

5.4.2.7 Если измерения положения вертикалей проводятся с лодки, паромы, люльки или при помощи гидрометрического груза, то правила выполнения измерений должны соответствовать также МИ 1759-87.

5.4.2.8 Общие сведения о гидрометрическом створе, результаты измерений его координат и значения локальных коэффициентов шероховатости записываются в ведомость исходных данных о гидрометрическом створе. Пример ведомости исходных данных приведен в приложении Д.

5.4.2.9 Ведомость исходных данных обрабатывается по специальной программе [2]. Результаты расчетов вписываются в расчетный лист гидрометрического створа.

5.4.2.10 Расчетный лист содержит мероприятия, рекомендуемые для обеспечения точности измерения, схему поперечного сечения створа с расположением скоростных вертикалей, градуировочную таблицу. Пример выписки из расчетного листа гидрометрического створа приведен в приложении Е.

5.4.2.11 Пример схемы поперечного сечения гидрометрического створа с расположением скоростных вертикалей показан в приложении Ж.

5.4.2.12 Положение скоростных вертикалей, указанных в расчетном листе, выносится в натуру на гидрометрический створ канала для выполнения измерений.

5.4.2.13 Для выполнения измерений необходимо установить продолжительности измерения осредненной скорости в точке измерения и степень организации потока, примыкающего к гидрометрическому створу.

5.4.2.14 Последовательность мероприятий по определению продолжительности измерения осредненной скорости в точке измерения и степени организации потока приведена в приложении И.

5.4.3 Выполнение измерений начинают с определения уровня воды в гидрометрическом створе. Определение уровня воды должно выполняться согласно требованиям ГОСТ 25855-83.

5.4.3.1 Согласно выполненным расчетам, из градуировочной таблицы расчетного листа выписываются соответствующие уровню площади живого сечения ( $A$ ) и расстояния от дна до точки измерения скорости на вертикали.

5.4.3.2 На рассчитанную точку измерения скоростной вертикали устанавливают первичный измерительный преобразователь (гидрометрическую вертушку) и выполняют измерение средней скорости потока.

5.4.3.3 Измерение скорости может выполняться последовательно несколько раз для получения достоверного значения осредненной скорости с погрешностью, не превышающей допустимую.



5.4.3.4 Среднеарифметическое значение скорости  $V_n$ , м/с, при выполнении измерений на одной скоростной вертикали определяется по следующей формуле:

$$V_n = \frac{1}{n}(V_1 + V_2 + \dots + V_n), \quad (11)$$

где  $n$  – количество измерений.

5.4.3.5 При необходимости выполнения измерений на двух скоростных вертикалях среднеарифметическое значение скорости  $V_n$ , м/с, необходимо выполнять по следующей формуле:

$$V_n = \frac{1}{2}(V_{n1} + V_{n2}), \quad (12)$$

где  $V_{n1}$  и  $V_{n2}$  – среднеарифметическое значение скорости на каждой вертикали.

5.4.4 Расход воды в канале  $Q$ , м<sup>3</sup>/с, определяется по следующей формуле:

$$Q = AV_n, \quad (13)$$

где  $A$  – площадь живого сечения, м<sup>2</sup>.

Результаты обработки измерений заносятся в специальную ведомость. Пример ведомости измерения расходов воды приведен в приложении К.

5.4.5 Расчет погрешности определения расхода воды производится согласно пп. 5.3.5.1–5.3.4.4.

5.4.5.1 При применении данной методики измерений относительная погрешность измерений расхода воды должна составлять:

- для облицованных каналов до 3 %;
- для устойчивых необлицованных каналов до 4 %.

5.4.5.2 Допустимая относительная погрешность измерений расхода воды обеспечивается, если соблюдаются требования по выполнению ограничений на следующие параметры:

- при неоднородности движения по длине канала  $\eta$  и локальной нестационарности  $\zeta$ :  $1,0 > \eta > -0,5$  и  $5,0 > \zeta \geq 0$ ;
- при отрицательном локальном ускорении:  $1 > \eta > 0$  и  $0 > \zeta \geq -1$ ;

- при числе Фруда:  $F_r < 1$ ;
- при концентрации взвешенных наносов: до  $1000 \text{ г/м}^3$ .

## **6 Требования к квалификации исполнителей и технике безопасности работ**

6.1 Выполнение измерений расхода воды методом «скорость – площадь» должно производиться исполнителями, ознакомленными с методиками выполнения измерений МИ 1759-87 [1], МИ 13-92 [2], настоящим стандартом организации, инструкциями по эксплуатации средств измерений и имеющими практический опыт их применения.

6.2 Измерения характеристик измерительного участка канала с гидрометрическим створом должны выполняться инженером-гидрометристом.

6.3 Оценка степени организации потока на участке пункта водоучета должна выполняться инженером-гидрометристом или инженером-гидротехником.

6.4 Измерение скорости потока должна выполняться обученным и проинструктированным специалистом, знающим метод измерений и умеющим обращаться со средствами измерения уровня, скорости и вспомогательными устройствами.

6.5 В случаях, когда используются сложные технические устройства (дистанционные установки, тросовые устройства для удержания лодок в створе и т. п.), а также при повышенной опасности (большие глубины, расходы и т. п.) к работам следует привлекать исполнителей, имеющих специальную подготовку.

6.6 К выполнению измерений расхода воды допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и зарегистрированные в специальном журнале.

6.7 При выполнении измерений расходов воды учет обеспечения безопасности труда должен осуществляться в соответствии с ГОСТ Р 12.0.001.

**Приложение А  
(рекомендуемое)**

**Перечень средств измерения и вспомогательных устройств,  
рекомендуемых при применении одноточечного метода**

Наименование измеряемой величины	Наименование средства измерения	Обозначение стандарта или технического условия
1 Измерение скорости течения воды	Вертушка гидрометрическая ГР-21, ГР-55, ГР 99 Микровертушка гидрометрическая ГМЦМ-1	ГОСТ 15126-80 ТУ КК 001.00.00.00.000-91
2 Измерение уровня воды	Рейка водомерная переносная ГР-104 при глубине канала менее 1,0 м Штанга гидрометрическая полуавтоматическая ГРШР-1 Штанга гидрометрическая сборная ГР-56, при глубине канала до 4 м Установка гидрометрическая дистанционная ГР-64 М при глубине канала более 4 м Лебедка гидрометрическая типа «Нева» ПИ-23 при глубине канала более 4 м Лебедка гидрометрическая типа «Луга» ПИ-24 при глубине канала более 4 м	ГОСТ 28725-90 ТУ 25-11-1481-79 ТУ КК 002.00.00.00.000-91 ТУ 25-04-1621-71 ТУ 25-04-1891-88 ТУ 25-04-1539-72 ТУ 25-04-1640-72
3 Измерение координат поперечного сечения гидрометрического створа	Нивелир 1, 2, 3-го класса точности типа Н-0,5, Н-3В Рейка нивелирная типа РН-0,5 или РН-3 Рулетка измерительная металлическая 2, 3-го класса точности типа Р30Н2К	ГОСТ 10528-90 ГОСТ 11158-76 ГОСТ 7502-98

**Приложение Б  
(рекомендуемое)**

**Порядок измерения скорости потока**

**Б.1 Порядок измерения скорости потока гидрометрическими вертушками с контактом через 20 оборотов**

Первичный преобразователь вертушки устанавливается в заданной точке и выдерживается в потоке не менее 10 с для того, чтобы ее лопасти приобрели равномерную скорость вращения.

Синхронно с появлением звукового или светового сигнала включается секундомер и фиксируется число сигналов за один прием, продолжительность которого должна составлять не менее 25 с.

Без выключения секундомера фиксируется продолжительность последующих приемов притом же числе сигналов, что и в первом приеме. Число приемов назначается четным. Общая продолжительность выдержки первичного преобразователя вертушки в точке должна быть не менее установленной.

Синхронно с появлением последнего сигнала секундомер выключается, и в бланке записывается общая продолжительность выдержки первичного преобразователя вертушки между первым и последним сигналами с точностью до 0,2 с и общее число оборотов вертушки.

Контролем правильности работы вертушки является сравнение продолжительности периодов за каждый прием, которые не должны отличаться между собой более чем на 2 с.

Если при регистрации времени наблюдается неравномерное вращение лопастей вертушки, измерение прекращается, устанавливается и устраняется причина явления, после чего измерения повторяются вновь.

При использовании вертушки ГР-99 технология измерения скорости потока в точке отличается от изложенной тем, что фиксируется лишь общая продолжительность первичного преобразователя вертушки в заданной точке и общее число оборотов вертушки за этот период, а регистрация промежуточных

показаний за каждый прием не ведется.

При использовании вертушки ВГ-1-120-70 в комплекте с измерителем скорости течения ИСТ 1-0,06/120/70 в режиме счета оборотов лопастного винта технология измерений соответствует излагаемой в данном приложении, а в режиме автоматического контроля продолжительность периода выдержки в потоке устанавливается регулировкой специального переключателя на лицевой панели прибора на любой из диапазонов (60 или 100 с). После включения кнопки "ПУСК" измерения производятся автоматически. Результаты измерений отражаются на цифровом табло после включения кнопки «ИНД».

## **Б.2 Порядок определения скорости потока в точке**

При использовании вертушек ГР-21, ГР-55, ГР-99, а также вертушки ВГ-1-120/70 в комплекте с измерителем скорости течения ИСТ 1-0,06/120/70, работающим в режиме счета оборотов лопастного винта, следует определить частоту вращения лопастного винта  $m$  по формуле:

$$m = N/T, \quad (\text{Б.1})$$

где  $N$  – сумма оборотов лопастей вертушки за период измерений;

$T$  – период измерений скорости потока, с.

Скорость потока в точке определяется по градуировочному графику или уравнению, приведенному в паспорте или свидетельстве о поверке каждой конкретной вертушки, в зависимости от вычисленного значения частоты вращения лопастей.

При использовании вертушки ВГ-1-120/70 в комплекте с ИСТ 1-0,06/120/70 в режиме автоматического контроля скорость потока в точке определяется по индикации показаний на цифровом табло.

В случае применения ГР-21 и ГР-55, число оборотов лопастей вертушки за прием определяется умножением числа интервалов между сигналами за один прием на число оборотов лопастей за один интервал.

Продолжительность наблюдений по приемам в нарастающем порядке записывается в ведомость по показаниям секундомера. Общее число оборотов вертушки определяется умножением числа оборотов за один прием на число приемов.

При использовании вертушек в режиме счета оборотов лопастного винта в ведомости записывается общее число оборотов по показаниям индикатора счетчика и общая продолжительность наблюдения без промежуточных измерений по приемам.

## Приложение В (рекомендуемое)

### Пример ведомости измерений расхода воды (одноточечный сокращенный метод измерения)

а) при использовании для измерений гидрометрических вертушек типа ГР-21, ГР-55

Управление \_\_\_\_\_ канал \_\_\_\_\_ гидрометрический створ \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ ПК \_\_\_\_\_

№ вертушки	Расстояние между вертикалями, м	Глубина воды на вертикали, м	Средняя глубина воды между вертикалями, м	Площадь живого сечения между вертикалями, м <sup>2</sup>	Число оборотов лопастей вертушки за прием	Продолжительность измерения по приемам от начала работы, с					Число оборотов на весь период	Число оборотов лопастей в одну секунду	Скорость потока в точке, м/с	Средняя скорость на вертикали, м/с	Средняя скорость между вертикалями, м/с	Расход воды между вертикалями, м <sup>3</sup> /с	Расход воды в канале, м <sup>3</sup> /с
						1	2	3	4	5							$Q = \sum_{1}^n q_x$
1	2	3	4	5	6	7					8	9	10	11	12	13	14

Ответственный за измерения (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_

б) при использовании для измерений гидрометрических вертушек типа МКРС, ГМЦМ-1 (с вторичными преобразователями)

Управление \_\_\_\_\_ канал \_\_\_\_\_ гидрометрический створ \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ ПК \_\_\_\_\_

№ вертушки	Расстояние между вертикалями, м	Глубина воды на вертикали, м	Средняя глубина воды между вертикалями, м	Площадь живого сечения между вертикалями, м <sup>2</sup>	Расстояние от точки измерения до дна, м	Скорость потока в точке, м/с	Средняя скорость на вертикали, м/с	Средняя скорость между вертикалями, м/с	Расход воды между вертикалями, м <sup>3</sup> /с	Расход воды в канале, м <sup>3</sup> /с
										$Q = \sum_{1}^n q_x$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Ответственный за измерения (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_

**Приложение Г  
(рекомендуемое)**

**Данные средних значений коэффициентов шероховатости**

Материал стенок русла	Среднее значение
<b>Облицованные безнапорные каналы:</b>	
цементный раствор тщательно уложенный, затертый	0,013
бетон затертый	0,013
бетон на ровной скальной поверхности	0,020
бетон на неровной скальной поверхности	0,027
<b>Безнапорные каналы без облицовки в нескальном грунте:</b>	
чистый, только что выполненный	0,018
чистый, после выветривания	0,022
чистый, ложе канала гравелистое	0,025
в канале небольшая растительность	0,027
заросший травой	0,030
с густой травой и водорослями	0,036
откопанный драглайном или землечерпалкой	0,028
<b>Безнапорные каналы без облицовки в скальном грунте:</b>	
с гладкими стенками	0,035
с неровными стенками	0,040



**Приложение Д  
(рекомендуемое)**

**Пример ведомости исходных данных о гидрометрическом створе**

Координаты характерных точек гидрометрического створа					
Расстояние от постоянного начала до характерных точек, м					
Отметки характерных точек, м					
Шероховатость русла					
Коэффициенты шероховатости на участках между характерными точками					

**Приложение Е  
(рекомендуемое)**

**Пример выписки из расчетного листа гидрометрического створа**

Е.1 Информационные данные створа:

Минводхоз	
Управление	
Наименование створа	
Дата съемки	
Данные о расположении створа	
Координаты створа по горизонтали	
Координаты створа по вертикали	
Коэффициенты шероховатости створа	

Е.2 Мероприятия, рекомендуемые для обеспечения точности измерения:

\_\_\_\_\_

(если расположение гидрометрического створа не соответствует требованиям настоящих правил, по результатам анализа данных приводятся конкретные мероприятия).

Е.3 Схема поперечного сечения створа (строится в масштабе поперечного сечения гидрометрического створа, графически показываются скоростные вертикали).

Е.4 Данные градуировочной таблицы:

Расстояние до скоростной вертикали, м \_\_\_\_\_

Отметка дна на скоростной вертикали, м \_\_\_\_\_

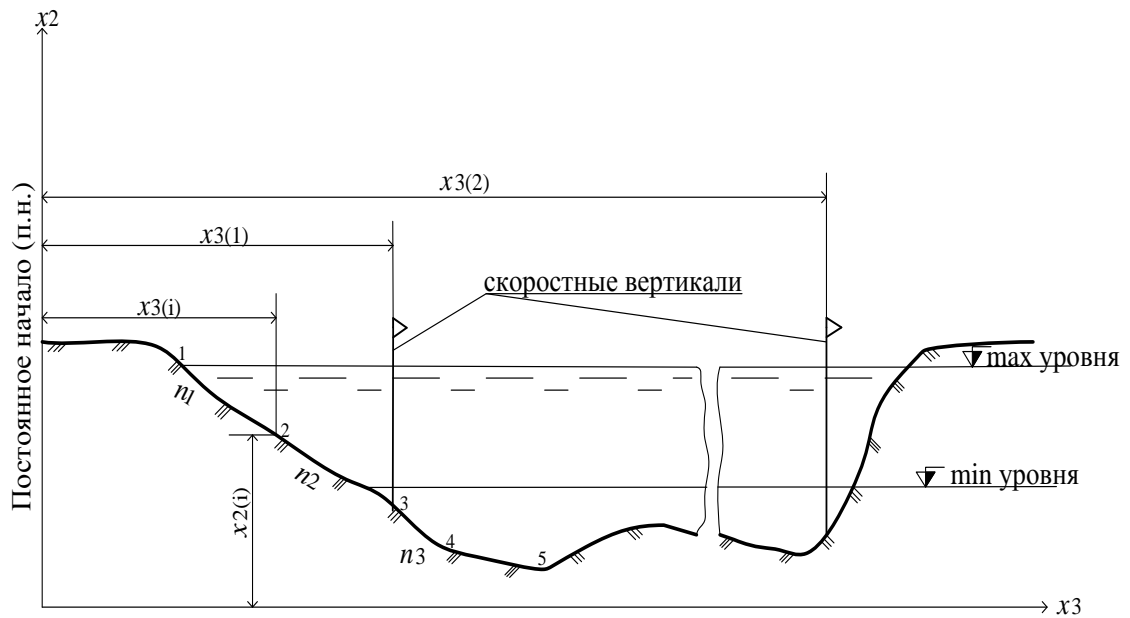
Уровень воды, м	Площадь сечения, м <sup>2</sup>	Расстояние от дна до точки измерения скорости, м

## Е.5 Данные о гидрометрическом створе:

Запрашиваемые данные о расположении гидрометрического створа и рабочих уровнях воды	Исходные данные
1 Количество характерных точек в гидростворе	
2 Отметка максимального рабочего уровня, м	
3 Отметка минимального рабочего уровня, м	
4 Длина прямолинейного участка канала выше створа, м	
5 Длина прямолинейного участка ниже створа, м	
6 Расстояние от гидроствора до ближайшего объекта, нарушающего поле скоростей (щит, водовыдел и т. п.), м	
7 Длина облицованного русла выше гидроствора, м	
8 Длина облицованного русла ниже гидроствора, м	
9 Расстояние от постоянного начала до уровневной рейки, м	
10 Расстояние от гидроствора до уровневной рейки, м	
11 Отметка принятого «нуля» уровневной рейки, м	
12 Контрольная площадь живого сечения для максимального рабочего уровня, м <sup>2</sup>	
13 Расстояние до первой скоростной вертикали, м	
14 Расстояние до второй скоростной вертикали, м	
Примечание – Пункты 13 и 14 заполняются только при задании положений скоростных вертикалей.	

**Приложение Ж  
(рекомендуемое)**

**Схема поперечного сечения гидрометрического створа**



▴ – скоростные вертикали для получения исходных данных;

▾ – отметки характерных уровней;

$x3(1)$  и  $x3(2)$  – расстояния до первой и второй скоростной вертикали от постоянного начала, м;

$x3(i)$  и  $x2(i)$  – координаты установки промерной вертикали, м;

$n$  – значение коэффициента шероховатости локального отрезка.

## **Приложение И (рекомендуемое)**

### **Продолжительность измерения осредненной скорости в точке и степень организации потока**

#### **И.1 Продолжительность измерения осредненной скорости в точке**

Продолжительность измерения осредненной скорости в точке устанавливается следующим образом. Выполняют последовательно несколько ( $n$ ) измерений продолжительностью 40 с каждое. Затем последовательно определяют среднеарифметическое значение скорости для двух, трех и т. д. измерений. Сравнивая последующие и предыдущие среднеарифметические скорости, устанавливают номер измерения ( $n$ ), после которого среднеарифметическое значение скоростей отличаются не более чем на 2 % между собой. Номер последнего измерения ( $n$ ) указывает количество повторений измерений для получения достоверного значения осредненной скорости с погрешностью, не превышающей принятую. Количество повторений ( $n$ ) может увеличиваться с увеличением глубины и уменьшаться с ее уменьшением. Обычно значение ( $n$ ) в створе устанавливается один раз.

#### **И.2 Степень организации потока**

Степень организации потока устанавливают на участке, примыкающем к гидрометрическому створу. Для этого на двух скоростных вертикалях устанавливают первичные преобразователи в точках, указанных в расчетном листе для наблюдаемого уровня воды. Выполняют измерение скорости. Если их отличие менее 2 %, то измерения выполняются на одной скоростной вертикали, от 2 до 8 % – на двух скоростных вертикалях, более 8 % – требуется проведение инженерных мероприятий, которые должны содержаться в расчетном листе гидрометрического створа.

**Приложение К**  
**(рекомендуемое)**

**Пример ведомости измерений расходов воды**  
**(метод измерений по средней скорости в одной точке гидрометрического**  
**створа)**

Управление \_\_\_\_\_

Канал \_\_\_\_\_

Гидроствор \_\_\_\_\_

Дата измерения	Время измерения	Уровень потока, м	Площадь живого сечения $A$ , м <sup>2</sup>	Расстояние от дна до точки измерения скорости, м	Скорость, м/с				Расход $Q$ , м <sup>3</sup> /с
					$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_{cp}$	
21.06.2012	11-00	5,17	4,11	0,84	0,604	0,608	0,604	0,605	2,487
01.07.2012	14-00	8,47	17,49	1,42	0,429	0,432	0,410	0,424	7,661
				1,29	0,450	0,450	0,454	0,452	
								0,438	
30.07.2012	11-00	8,00	16,90	1,20	0,410	0,413	0,402	0,412	7,115
				1,07	0,430	0,429	0,432	0,430	
								0,421	
Примечание – $V_{cp} = \frac{1}{3} (V_1 + V_2 + V_3)$ ; $Q = AV_{cp}$									

Ответственный за измерения (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_

## Библиография

- [1] МИ 1759-87  
Методика выполнения измерений  
методом «скорость – площадь».  
Расход воды на реках и каналах
- [2] МИ 13-92  
Методика выполнения измерений  
по средней скорости в одной точке  
гидрометрического створа. Расход  
воды в каналах

СТО 4.2-3-2015

УДК 626/627

ОКС 65.060.35

Ключевые слова: мелиоративные каналы, гидрометрические створы, метод измерения расхода воды, скорость потока, средства измерения расхода воды, промерная вертикаль, скоростная вертикаль, погрешность измерения.