



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



**IWMI**  
International  
Water Management  
Institute

Проект "Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине"

# Методика градуировки малых гидропостов и учет воды в

# АВП

Расулов У.Р.

ТАШКЕНТ – 2009 г.



Проект «Интегрированное управление водными ресурсами  
в Ферганской долине»

Методика градуировки  
малых гидростов и учет воды в АВП

Расулов У.Р.

Ташкент-2009

Данная разработка подготовлена в рамках проекта «Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине» консультантом по гидрометрии Расуловым У.Р. под руководством директора проекта «ИУВР-Фергана» - профессора В.А.Духовного и лидера блока «Инструменты ИУВР» Хорста М.Г.

Пособие предназначено для гидротехников, гидрометров, мирабов и фермеров АВП.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>1.Градуировка малых гидростов</b> .....                                      | 5  |
| 1.1 Градуировка малых гидростов типа «фиксированное русло».....                 | 5  |
| 1.1.1 Подготовительные работы .....   | 6  |
| 1.1.2 Установка водослива .....   | 8  |
| 1.1.3 Измерение расходов воды переносными водосливами.....                      | 11 |
| 1.1.4 Методика градуировки .....  | 12 |
| 1.1.5 Влияние подтопления водослива со стороны<br>нижнего бьефа на расход ..... | 16 |
| 1.2 Градуировка малых гидростов на параболических лотках.....                   | 17 |
| <br>  |    |
| <b>2.Учет воды в АВП</b> .....  | 21 |
| 2.1 Определение объема воды, поданного в хозяйство .....                        | 21 |
| 2.2 Ведение журнала учета воды.....   | 21 |
| <br>  |    |
| <b>Приложение</b> .....   | 23 |

## Использованные в тексте сокращения

- АВП** – Ассоциация водопользователей  
**ГП** – гидрометрический пост  
**ФР** – фиксированное русло  
**ВЧ** – водослив с тонкой стенкой трапецидального сечения типа «Чиполетти»  
**НТД** – нормативно-техническая документация  
**ЛР** – стандартные железобетонные параболические лотки с растробом

## 1. Градуировка малых гидропостов

### 1.1 Градуировка малых гидропостов типа «фиксированное русло»

Как известно, методик градуировки гидрометрических постов (ГП) типа «фиксированное русло» (ФР) для малых расходов (порядка, около  $Q = 100$  л/с) воды нет. А известная методика измерений расходов воды «скорость×площадь», применяемая для открытых каналов с большими и средними расходами, не пригодна для измерений малых расходов воды, следовательно, и для градуировки ГП. Дело в том, что при малых значениях расходов воды, размеры каналов (водотоков) тоже малые. Следовательно, погрешность измерения расходов воды (и при строительстве ГП) в абсолютных единицах получится больше, при одинаковой относительной погрешности.

Например, при линейном размере, равном 2 м, и относительной погрешности его измерения в  $\pm 1\%$ , погрешность в абсолютных единицах составит  $\pm 2$  см, которую при обычных условиях строительства и измерений можно соблюдать.

Однако при линейном размере, равном, например, 0,2 м, и относительной погрешности его измерения тоже в  $\pm 1\%$ , погрешность в абсолютных единицах составит всего  $\pm 2$  мм. При обычных условиях соблюдать такую точность при измерении расходов (и при строительстве) водотоков не реально. Поэтому для градуировки ГП типа «ФР» с малыми расходами воды, необходима другая методика градуировки, обеспечивающую достаточную (отвечающую требованиям нормативных документов) точность.

Как известно, для градуировки ГП типа «ФР», необходимо установить зависимость между расходами и уровнями воды в пределах рабочего диапазона изменения расходов. Для этого, в свою очередь, необходимо каким-либо другим методом или средством измерять ряд значений расходов воды в рабочем диапазоне изменения расходов ГП. При этом точность метода или средства измерения расходов, должна быть в несколько раз (как минимум, в три раза, согласно нормативным документам) выше необходимой точности градуируемого ГП.

Для этих целей наиболее подходящими являются водосливы с тонкой стенкой.

Во-первых, они высокоточные (самые высокоточные среди средств измерения Расходов воды для открытых водотоков). Во-вторых, они просты по конструкции, следовательно, просты и в обращении.

Для градуировки малых ГП целесообразно изготовить и использовать переносные варианты водосливов с тонкой стенкой. Это требует минимальных материальных и трудовых затрат.

### **1.1.1 Подготовительные работы**

Для проведения градуировки, изготавливают переносной вариант водослива с тонкой стенкой на максимальные значения расчетных расходов воды градуируемого ГП. Наиболее подходящими для этой цели являются водосливы с тонкой стенкой трапециевидального сечения типа «Чиполетти» с размерами порогов 25 и 50 см (ВЧ–25 и ВЧ–50) на максимальные расходы воды до 40 и 80 л/с, соответственно.

При изготовлении переносного варианта водослива (рис. 1) необходимо соблюдать основные требования, предъявляемые нормативно-технической документацией (НТД) на изготовление водосливов с тонкой стенкой («Методика выполнения измерений расхода воды с помощью специальных сужающих устройств мелиоративного назначения», МВИ 06-90), особенно, на соблюдение размера порога - основного размера, определяющего его расход.

НТД рекомендуют соблюдать его с допуском, например, для ВЧ – 50 не более  $\pm 2$  мм (следовательно, для ВЧ – 25 - не более  $\pm 1$  мм), а также полного совпадения нуля рейки с отметкой линии порога водослива при его установке и т.п. Арматура и уголок свариваются к стенке водослива непосредственно и полностью.

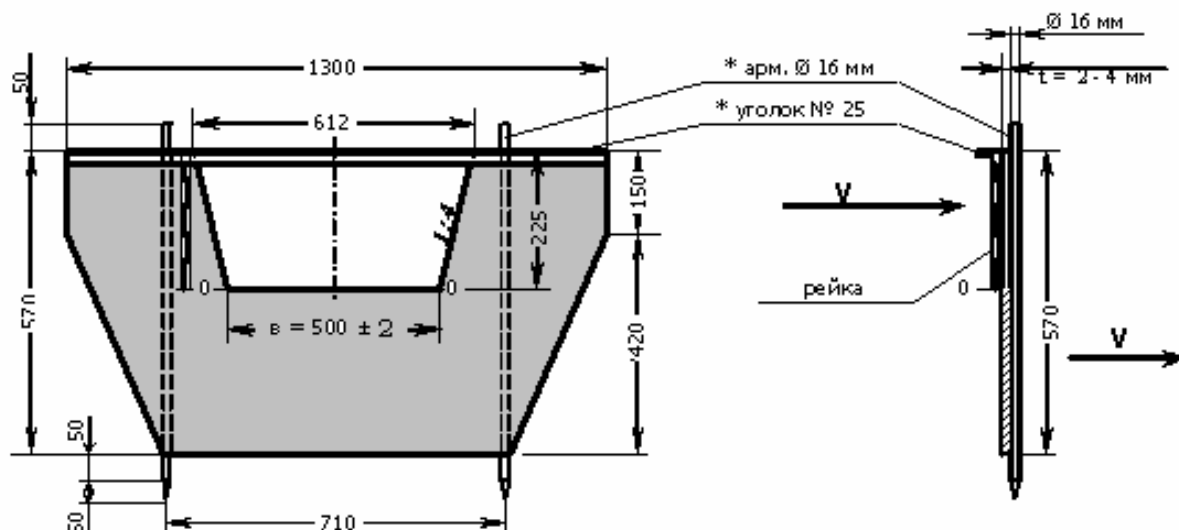


Рис 1.

Водослив Чиполетти (переносной вариант,  $Q \leq 80$  л/с)

На гидропосту проводят следующие подготовительные работы:

- проверяют комплектность, целостность, исправность и работоспособность щитового водовыпуска и перегораживающего сооружения питающего канала; при этом компоновка и техническое состояние всех сооружений: подводящей и отводящей частей каналов; гидропоста с ФР, щитов и т.п. должны быть нормальными, без деформаций и нарушений сечений канала, очищенными от донных наносов и растительности и т.п.
- поперечный профиль фиксированной (бетонной) части ФР должен вписываться в средний продольный профиль водотока так, чтобы фиксированная часть поперечного сечения не создавала дополнительных сопротивлений потоку, нарушающих структуру потока воды на данном участке водотока, а ее длина должна быть достаточной
- ГП с ФР должен быть оснащен гидротехнической рейкой согласно требований НТД. При этом необходимо обеспечить полное совпадение нуля рейки с отметкой дна ФР
- для установки переносного водослива на отводящем водотоке: выбирают место гидроствора, с учетом основных требований НТД на их установку; при этом обращают внимание на достаточность длины прямолинейного участка; симметричность



сечения; отсутствие в русле водотока предметов, могущих создать возмущение потока воды и нарушающих его структуру на подходе к водосливу и т.п.

- выравнивают берега участка водотока с целью достижения максимальной прямолинейности и симметричности.

При недостаточности уклона отводящего водотока, стесненных условий местности и т.п., заранее подготавливают варианты возможности направления воды временно (на время градуировки) в обход данного участка водотока или направления воды в низину с достаточным объемом или поле (огород) с относительно низкой отметкой и т.п.) (Рис.2).

### **1.1.2 Установка водослива**

После проведения подготовительных работ на гидросту:

- устанавливают водослив на выбранный гидроствор отводящего канала согласно общим требованиям установки их (рис.3, 4);
- водослив устанавливают строго вертикально, врезая его в дно и берега водотока, так, чтобы не было течи воды из-под водослива и его боков;
- порог (гребень) водослива должен быть строго горизонтальным, стенка водослива должна быть перпендикулярна основанию, ось водослива должна совпадать с осью водотока (для установки порога водослива в строго горизонтальное положение и привязки отметки его порога к нулю гидротехнической рейки, рекомендуется использовать нивелир или гидроуровень, используя для этой цели прозрачный шланг небольшого диаметра, наполненный водой, но диаметром не менее 10 мм достаточной длины (принцип сообщающихся сосудов));
- отметка порога водослива должна быть выше (не менее чем, на 4-5 см) отметки максимального бытового уровня воды в водотоке за водосливом;
- при скорости подхода к водосливу более 0.5 м/с, подводящий участок водотока перед водосливом следует расширить, а дно углубить для уменьшения скорости потока.

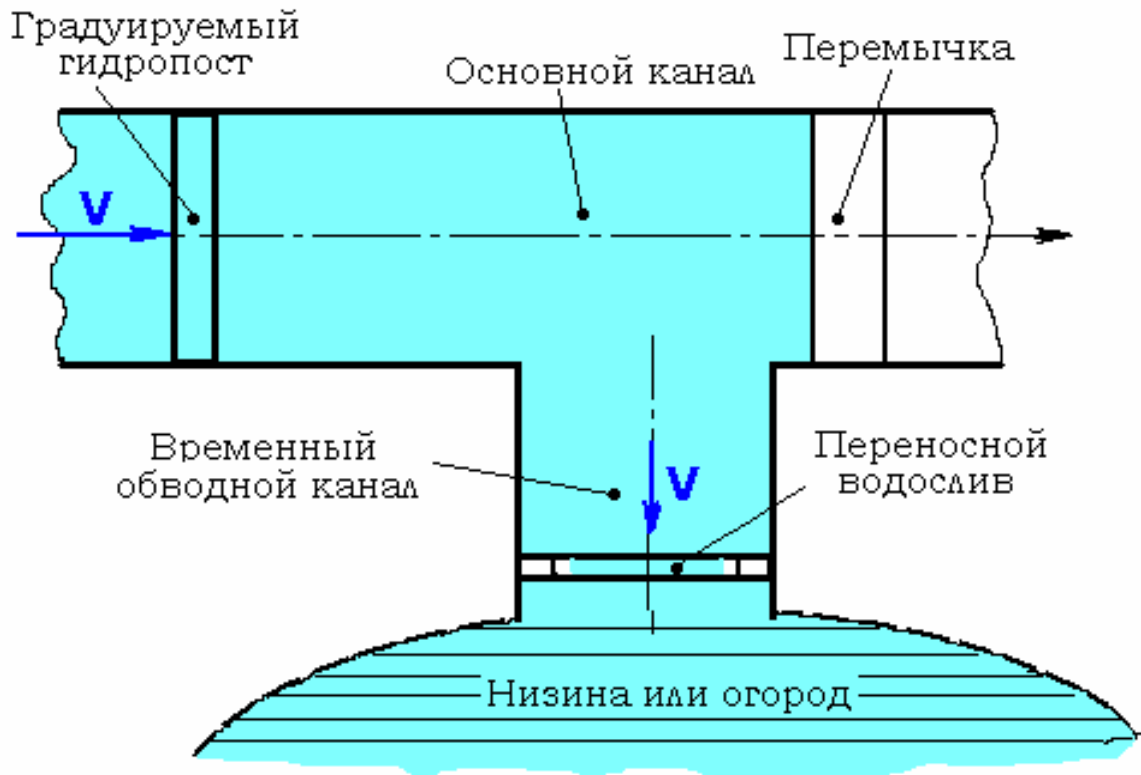


Рис 2

Схема одного из возможных вариантов размещения переносного водослива при градуировке

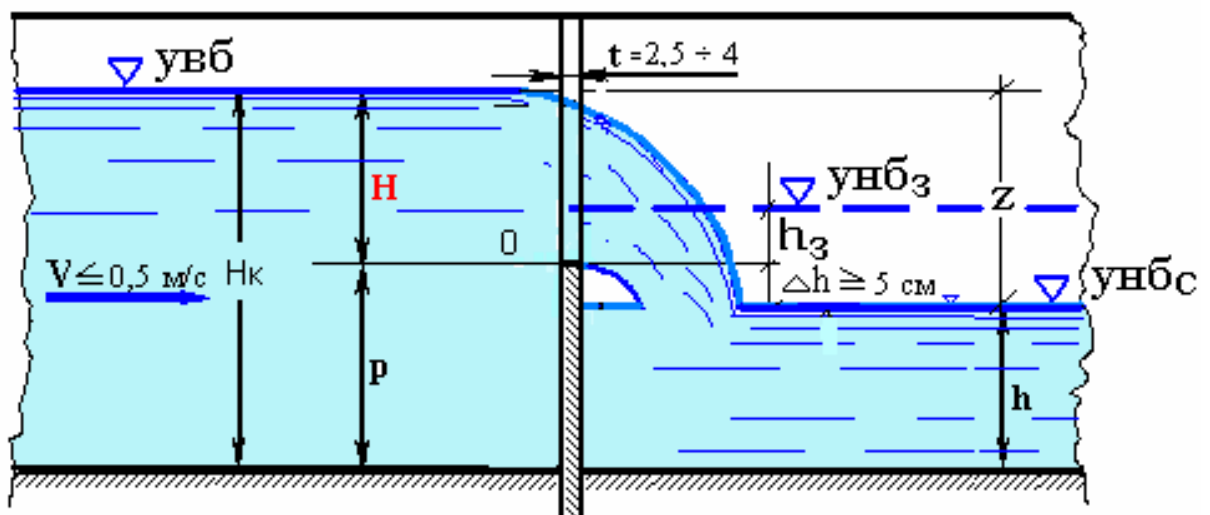


Рис. 3

Продольный профиль участка канала с водосливом с тонкой стенкой при затопленном (пунктир) и незатопленном режимах

Условные обозначения:

- Нк** – глубина воды верхнего бьефа;
- h** – глубина воды нижнего бьефа;
- hз** – высота (значение) затопления;
- увб** – уровень воды верхнего бьефа;
- унбс** – уровень воды нижнего бьефа при свободном режиме;
- унвз** – уровень воды нижнего бьефа при затопленном режиме;
- z** – разница уровней воды верхнего и нижнего бьефов;
- О** – отметка порога водослива;
- р** – высота порога водослива.

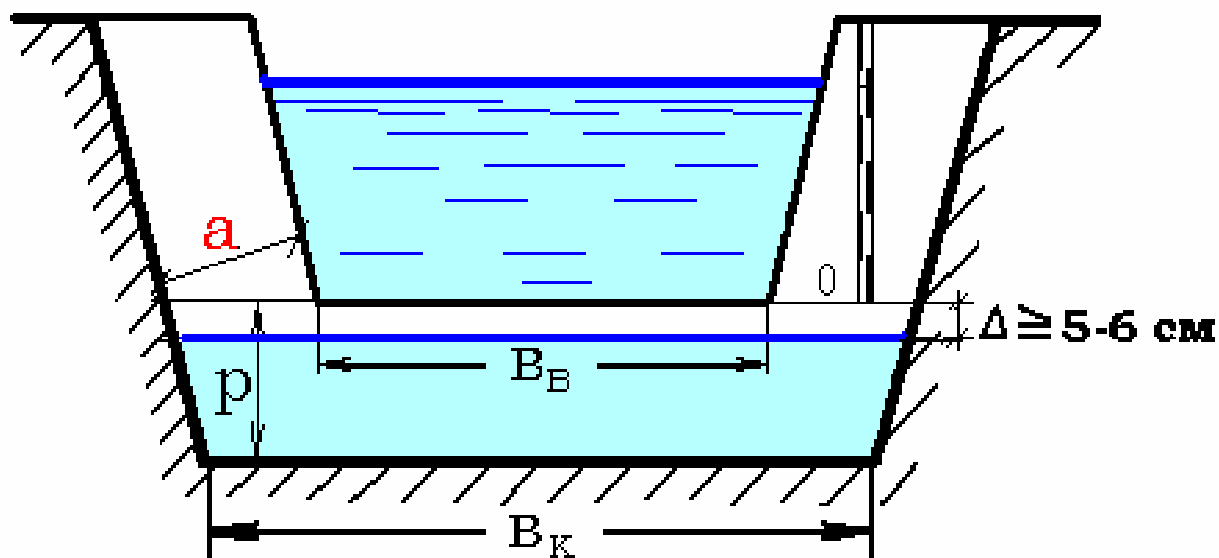


Рис. 4

Водослив с тонкой стенкой в канале (вид с нижнего бьефа при незатопленном режиме)

### 1.1.3 Измерение расходов воды переносными водосливами

Вычисление расходов воды переносным водосливом Чиполетти при свободном истечении (незатопленном водосливе) производится по рабочей формуле:

$$Q = 1.9 * b * H \sqrt{H}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1)$$

где:  $b$  – ширина порога водослива, (м);

$H$  – напор воды над порогом водослива, (м);

Для удобства определения расходов воды через водослив, рекомендуется пользоваться готовой таблицей расходов воды (табл.1).

*Таблица 1*

*Значения расходов от уровня воды для водосливов ВЧ-25 и ВЧ-50 при незатопленном водосливе*

|  |           |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|-----------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Отсчет<br>уровня<br>по рейке<br>Н (см) |           | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0  | 5.5  | 6.0  | 6.5  | 7.0  | 7.5  | 8.0  | 8.5  | 9.0  | 9.5  | 10.0 |
| Расход<br>воды<br>Q (л/с)              | ВЧ-<br>50 | 6.0 | 7.0 | 9.0 | 10.0 | 12.0 | 14.0 | 16.0 | 18.0 | 20.0 | 22.0 | 24.0 | 26.0 | 28.0 | 30.0 |
|  | ВЧ-<br>25 | 3.0 | 3.5 | 4.5 | 5.0  | 6.0  | 7.0  | 8.0  | 9.0  | 10.0 | 11.0 | 12.0 | 13.0 | 14.0 | 15.0 |

Продолжение таблицы 1

|  |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Отсчет<br>уровня<br>по рейке<br>Н (см) |           | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 |
| Расход<br>воды<br>Q<br>(л/с)           | ВЧ-<br>50 | 32.0 | 35.0 | 37.0 | 40.0 | 42.0 | 44.0 | 47.0 | 50.0 | 52.0 | 55.0 | 58.0 | 61.0 |
|  | ВЧ-<br>25 | 16.0 | 17.5 | 18.5 | 20.0 | 21.0 | 22.0 | 23.5 | 25.0 | 26.0 | 27.0 | 29.0 | 30.5 |

### 1.1.4 Методика градуировки

Как известно, целью градуировки является установление зависимости между расходами и уровнями воды. Градуировка гидростата типа «ФР» при помощи переносного водослива производится тоже в соответствии с требованиями Руководства по проведению градуировки и поверки средств измерения расходов воды в открытых каналах. Отличие состоит лишь в том, что в данном случае расходы воды измеряют не методом «скорость-площадь», а при помощи переносного водослива, установленного в выбранном гидростворе водотока.

Градуировку проводят следующим образом:

Если режим эксплуатации канала позволяет производить градуировку в полном рабочем диапазоне изменения расходов воды без ущерба для производства, то градуировка производится без перерыва (за один раз). В противном случае, допускается производить градуировку в течение вегетации по мере изменения расходов воды в канале.

Перед началом проведения измерений расходов воды и в конце, фиксируют уровни воды на градуируемом сооружении – фиксированном русле и градуирующем средстве – водосливе. При этом погрешность измерения уровней воды по рейкам по абсолютному значению не должна превышать  $\pm 1$  см.

Устанавливают какой-то – любой - расход воды в пределах рабочего диапазона в канале и определяют его значение через водослив. Для этого, снимают отсчет об уровне воды с рейки водослива. Имея значение уровня воды, пользуясь готовой таблицей расходов воды для данного типоразмера водослива, определяют значение расхода воды.

При данном значении расхода воды снимают отсчет об уровне воды и с рейки ФР.

Устанавливают другое значение расхода воды в канале. При данном значении расхода воды проводят все процедуры измерений, которые проводились, как и в предыдущем значении расхода воды.

Для получения достоверной градуировочной зависимости следует получить не менее 5 значений расходов воды, соответствующих 5 уровням, равномерно распределенным по всему рабочему диапазону изменения расходов воды данного ГП. Все операции по снятию отсчетов об уровнях воды и измеренных значениях расходов воды повторяются после каждого установления новой величины расхода воды. Измерение расходов воды и уровней воды, производят после полного завершения переходных процессов в канале (в том числе, и на водосливе), в чем можно убедиться, по стабильности показаний текущих значений уровней воды.

При проведении градуировочных работ следят за тем, чтобы подпор уровня воды верхнего бьефа, создаваемый водосливом, не влиял на режим работы ФР. Если он все же влияет, то необходимо будет изменить место створа установки водослива (например, переместить его ниже по течению).

При назначении расходов воды в канале, с которыми увязываются результаты градуировки, необходимо учитывать следующие условия:

- верхняя точка на кривой расходов воды должна соответствовать величине, составляющей не более 85 % от максимального расхода воды в канале;
- а нижняя точка – величине, составляющей не более 15 % от максимального расхода воды в канале.

После получения достаточного количества расходных точек для градуировки, приступают к построению расходных кривых ГП – зависимостей расходов от уровней воды  $Q = f(H)$ , которое можно осуществить традиционным способом – на миллиметровке, но целесообразнее – при помощи компьютера. В этом случае, благодаря широким функциональным возможностям компьютеров, резко сократятся трудозатраты, а качество и точность результатов получатся достаточно высокими.

На рис. 5 показан общий вид расходной кривой и ее построение.

Пунктирными линиями показан ход действий при построении кривой, а сплошными линиями – ход действий при пользовании этой кривой.

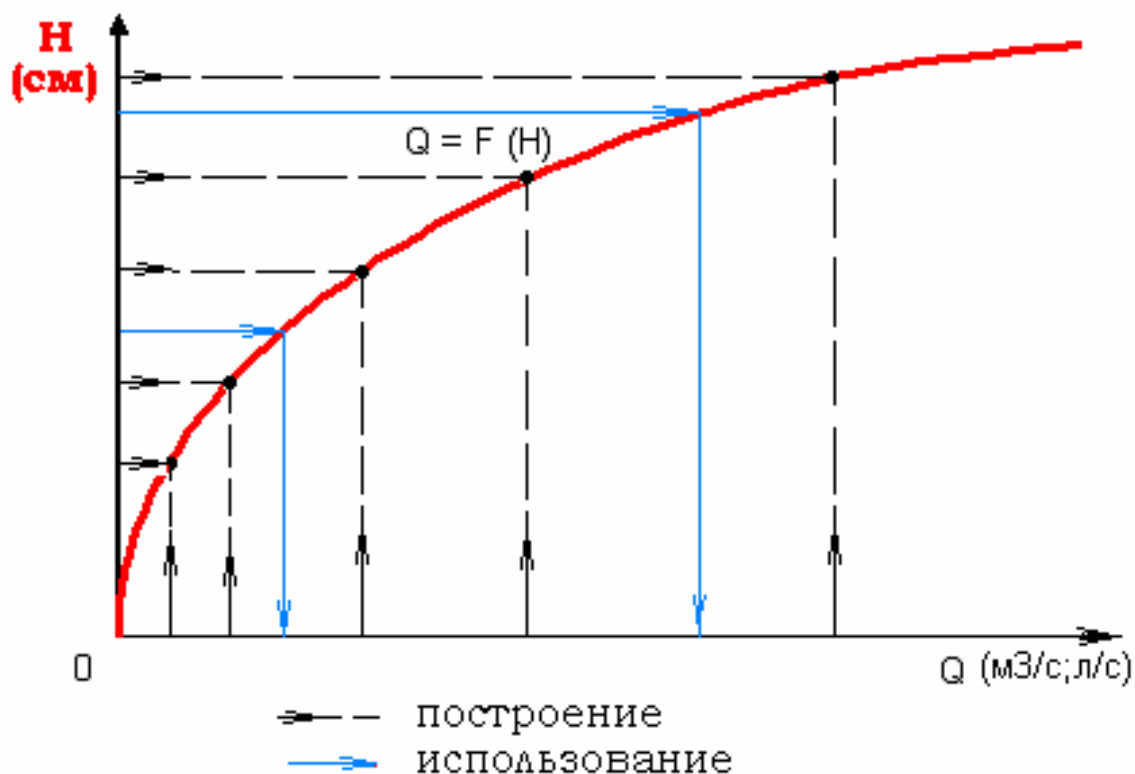


Рис 5  
Общий вид кривой расходов -  $Q = f(H)$

Для построения расходной кривой по традиционной методике, на миллиметровой бумаге чертят две взаимно перпендикулярно пересекающиеся координатные оси: вертикально - уровнем ( $H$ ) и горизонтально – расходов ( $Q$ ) воды. От значений точек, снятых об уровнях ( $H$ ) воды, направо проводят прямую линию (пунктирные линии по направлению стрелок), а от значений расходов воды (полученных по результатам измерений при помощи градуирующего средства), вверх проводят прямые линии (сплошные линии) до пересечения с линиями уровней воды. Места пересечений двух линий отмечают точками. Как было отмечено, количество таких точек должно быть не менее 5. Потом эти точки соединяют плавной линией. Получится кусок (фрагмент) кривой линии. Нижнюю (левую) часть этой кривой плавно соединяют с нулевой точкой координатных осей (точка 0 на рисунке). В результате получится расходная кривая:

$$Q = f(H).$$

Имея расходную кривую, можно пользоваться ею для определения расходов воды, измеряя только уровень воды (сплошные линии). Однако расходная кривая не совсем удобна для пользования на практике. Поэтому на ее основе составляют таблицу координат.

В таблице координат, первый левый столбик – значения уровней воды с шагом в 10 см. Единичные значения уровней воды (цифры от 0 до 9), с шагом в 1 см, расположены горизонтально - в верхней строке таблицы. Клетки на остальных строках таблицы – численные значения расходов воды. Таким образом, при каждом значении уровней воды с шагом в 1 см, по кривой определяют значения расходов воды и их вносят в соответствующие клетки таблицы координат. После заполнения ее, она готова для пользования – определения расходов  $Q$  воды ГП по измеренным уровням  $H$  воды.

*Таблица 2*  
*Таблица координат*

| <b>H</b> | <b>Расход воды (Q, в л/с)</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|          | 0                             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| см       |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0.0      |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10.0     |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20.0     |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| и т.д.   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ...      |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|          |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|          |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|          |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|          |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|          |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|          |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|          |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|          |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|          |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |



### 1.1.5 Влияние подтопления водослива со стороны нижнего бьефа на расход

На практике бывают случаи, когда водослив подтапливается со стороны нижнего бьефа, т.е. уровень воды нижнего бьефа занимает положение выше отметки гребня водослива (рис. 2, пунктирная линия - режим истечения воды при подтоплении водослива со стороны нижнего бьефа) из-за малого уклона водотока, заиливания нижнего бьефа и т.п. Такой режим крайне нежелателен, при этом режиме определить расход через водослив можно ориентировочно.

При подтоплении водослива со стороны нижнего бьефа расчетная формула расхода (1) и табл. 1 для определения расходов воды недействительны, так как при этом погрешности измерения расхода резко увеличиваются (до 5-7 % и более). Для учёта влияния подтопления в расчетную формулу (1) необходимо ввести коэффициент подтопления  $\sigma_{\Pi}$  :

$$Q = 1,9 \times b \times H \sqrt{H} \times \sigma_{\Pi} \text{ м}^3/\text{с} \quad (2)$$

Численные значения коэффициента подтопления  $\sigma_n$  зависят от степени затопления (от значений  $Z/p$  и  $h_3/p$ ). Для удобства определения расходов воды через подтопленный водослив, рекомендуется пользоваться следующей (поправочной) табл. 3

Таблица 3 – Значения коэффициента подтопления  $\sigma_{\Pi}$

| Z/p  | h <sub>3</sub> /p |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      | 0                 | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  |
| 0.05 | 1.05              | 0.84 | 0.74 | 0.68 | 0.64 | 0.58 | 0.54 | 0.52 | 0.50 | 0.48 | 0.47 | 0.46 | 0.45 | 0.45 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0.43 |
| 0.1  | 1.05              | 0.93 | 0.85 | 0.80 | 0.76 | 0.70 | 0.66 | 0.64 | 0.61 | 0.60 | 0.58 | 0.57 | 0.57 | 0.56 | 0.55 | 0.55 | 0.54 | 0.54 |
| 0.2  | 1.05              | 0.98 | 0.94 | 0.90 | 0.87 | 0.82 | 0.79 | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.71 | 0.70 | 0.69 | 0.69 | 0.68 | 0.68 | 0.67 | 0.67 |
| 0.3  | 1.05              | 1.01 | 0.97 | 0.94 | 0.92 | 0.88 | 0.85 | 0.83 | 0.81 | 0.80 | 0.79 | 0.78 | 0.77 | 0.77 | 0.76 | 0.76 | 0.75 | 0.75 |
| 0.4  | 1.05              | 1.02 | 0.99 | 0.97 | 0.95 | 0.92 | 0.90 | 0.88 | 0.87 | 0.85 | 0.84 | 0.84 | 0.83 | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.81 | 0.81 |
| 0.5  | 1.05              | 1.03 | 1.01 | 0.99 | 0.98 | 0.95 | 0.93 | 0.92 | 0.90 | 0.89 | 0.89 | 0.88 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.86 | 0.86 | 0.86 |
| 0.6  | 1.05              | 1.03 | 1.02 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.96 | 0.94 | 0.93 | 0.92 | 0.92 | 0.91 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.89 |
| 0.7  | 1.05              | 1.04 | 1.02 | 1.01 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.96 | 0.96 | 0.95 | 0.95 | 0.94 | 0.94 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.92 |

Как следует из табл. 3, коэффициент подтопления  $\sigma_n$  определяется в зависимости от значений  $Z/p$  и  $h_3/p$ . Следовательно, в каждом конкретном случае определяются численные значения  $Z/p$  и  $h_3/p$  и пользуясь табл. 3, определяются численные значения  $\sigma_n$ .

Для получения значения расхода воды при затопленном режиме из табл. 1 определяют значение расхода воды свободного водослива и его умножают на полученное из табл. 3 значение коэффициента подтопления  $\sigma_n$ .

## 1.2 Градуировка малых гидростов на параболических лотках

Как известно, стандартные железобетонные параболические лотки типов ЛР – это фактически идеальные фиксированные русла, только криволинейной формы. Зато их геометрическая форма и размеры – известны и достаточно точны, а качество изготовления – хорошее, так как они заводского изготовления. Поэтому их можно с успехом использовать, как фиксированные русла, а градуировку провести по вышеизложенной методике.

Однако процесс градуировки лотков ЛР можно упростить, проведя ее с использованием существующих номограмм для гидравлического расчёта лотков ЛР (рис. 5 и 6). Эти номограммы составлены в зависимости от параметра  $P$  параболы:  $P = 0,2$  м (это лотки размеров: ЛР-40; ЛР-60; ЛР-80) (Рис.5);  $P = 0,35$  м (это лотки размеров: ЛР-100; ЛР-120) (рис.6).

Методика проведения градуировки лотков ЛР с использованием номограмм состоит из двух этапов.

На первом этапе определяют значение фактического продольного уклона лотка:

- измеряют глубину ( $H$ ) воды на осевой вертикали потока;
- измеряют скорость ( $V$ ) воды на этой вертикали на глубине, равной  $0,6 H$  от поверхности воды. Значение этой скорости воды принимают за среднюю скорость, для всего сечения потока;
- на номограмме на своих шкалах отмечают эти две точки и через них проводят прямую линию так, чтобы она пересекала все четыре ( $Q$ ,  $H$ ,  $I$ ,  $V$ ) линии шкалы, как показано на номограмме;
- снимают отсчет о значении уклона по шкале  $I$ , соответствующий точке пересечения проведенной прямой и линии шкалы  $I$ . Это будет служить значением фактического уклона данной секции лотка.

На втором этапе проводят саму градуировку:

- измеряют глубину  $H$  потока воды;
- по номограмме, на шкале глубины отмечают ее положение;

- на номограмме отмечают точку, соответствующую найденному фактическому значению уклона  $I$  лотка;
- через обе отмеченные точки проводят прямую линию так, чтобы она пересекала все четыре ( $Q$ ,  $H$ ,  $I$ ,  $V$ ) линии шкалы, как показано на номограмме (рис. 6 и 7).
- в месте пересечения проведенной прямой линии и линии шкалы расходов определяют значение расхода воды, соответствующей данной глубине потока воды;
- остальные значения расходов воды для градуировки данного лотка также определяют этим же способом, каждый раз измеряя глубину потока воды при различных расходах воды.

Пример: порядок построения зависимости  $Q=f(H)$  для параболического лотка ЛР-100.

- Первый этап (нахождение уклона лотка).
- Измеренная глубина потока воды -  $H = 82$  см.
- Измеренная на осевой вертикали на глубине  $0.6 H$  скорость воды -  $V_{0.6H} = 1.21$  м/с.
- По этим двум измеренным значениям ( $H$  и  $V$ ) отмечают две точки на соответствующих шкалах ( $H$  и  $V$ ) номограммы (рис. 6 и 7).
- Соединяя эти две точки прямой линией, по шкале уклона  $I$  определяют численное значение уклона лотка:  $I = 0.001$  м/м.
- Второй этап (градуировка лотка по измеренным глубинам и уклону лотка).
- Измеряют глубины потока воды при различных расходах воды в лотке.

Каждый раз, соединяя найденное значение уклона ( $I = 0.001$ ) на шкале уклона  $I$  линией, пересекающей точку, соответствующую измеренному значению глубины потока на шкале  $H$ , и продолжая эту линию до шкалы  $Q$ , считывают с этой шкалы соответствующее значение расхода и записывают в таблицу со значениями измеренных  $H$  и считанных с номограммы значениями расходов -  $Q$ .

Третий этап. По полученным при разных измеренных глубинах потока значениях расходов воды строят (на миллиметровке или с помощью компьютера) расходную (градуировочную) кривую зависимости  $Q=f(H)$  для данного гидропоста на лотковом канале и составляют таблицу координат.

ЛР-40/80

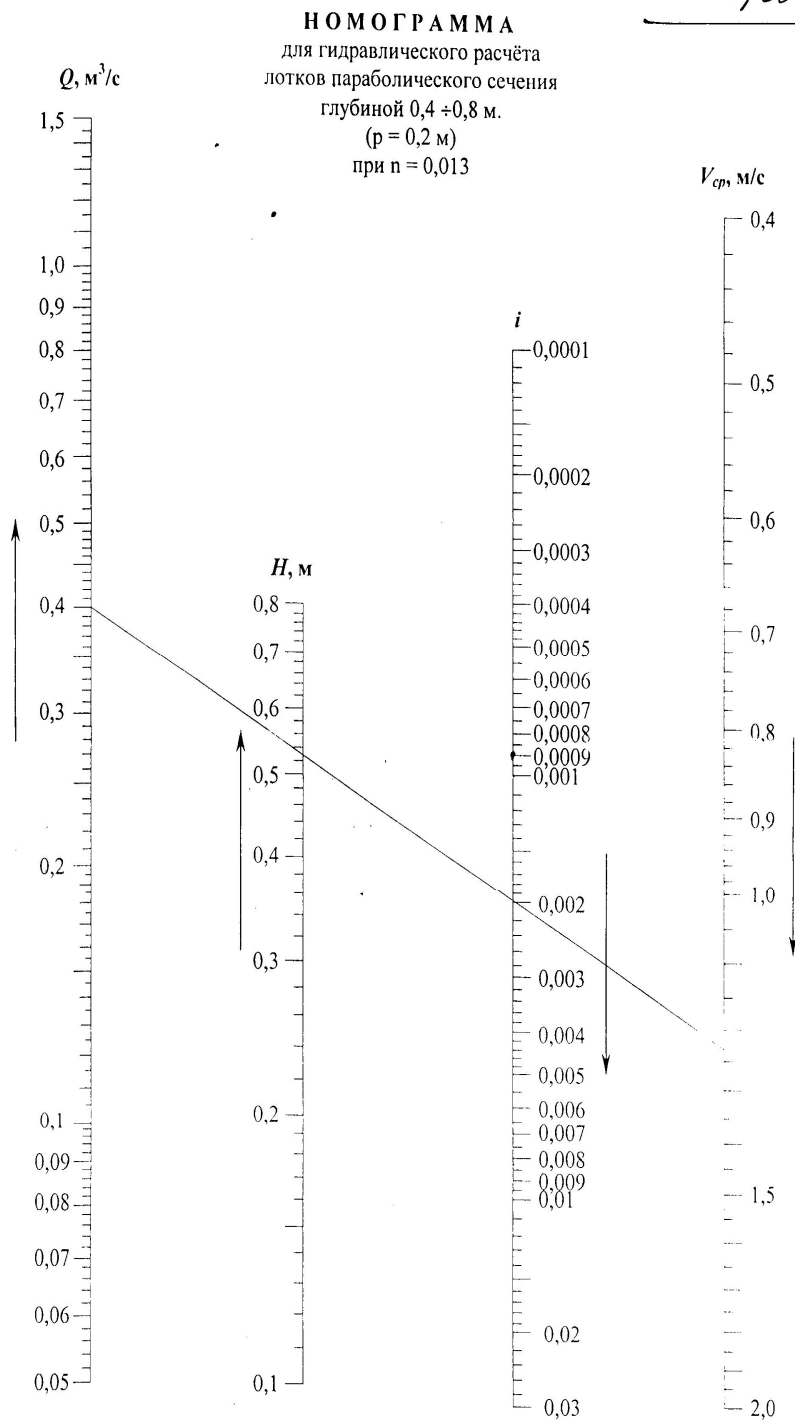


Рис 6

Номограмма для гидравлического расчета параболических лотков ЛР-60 и ЛР-80

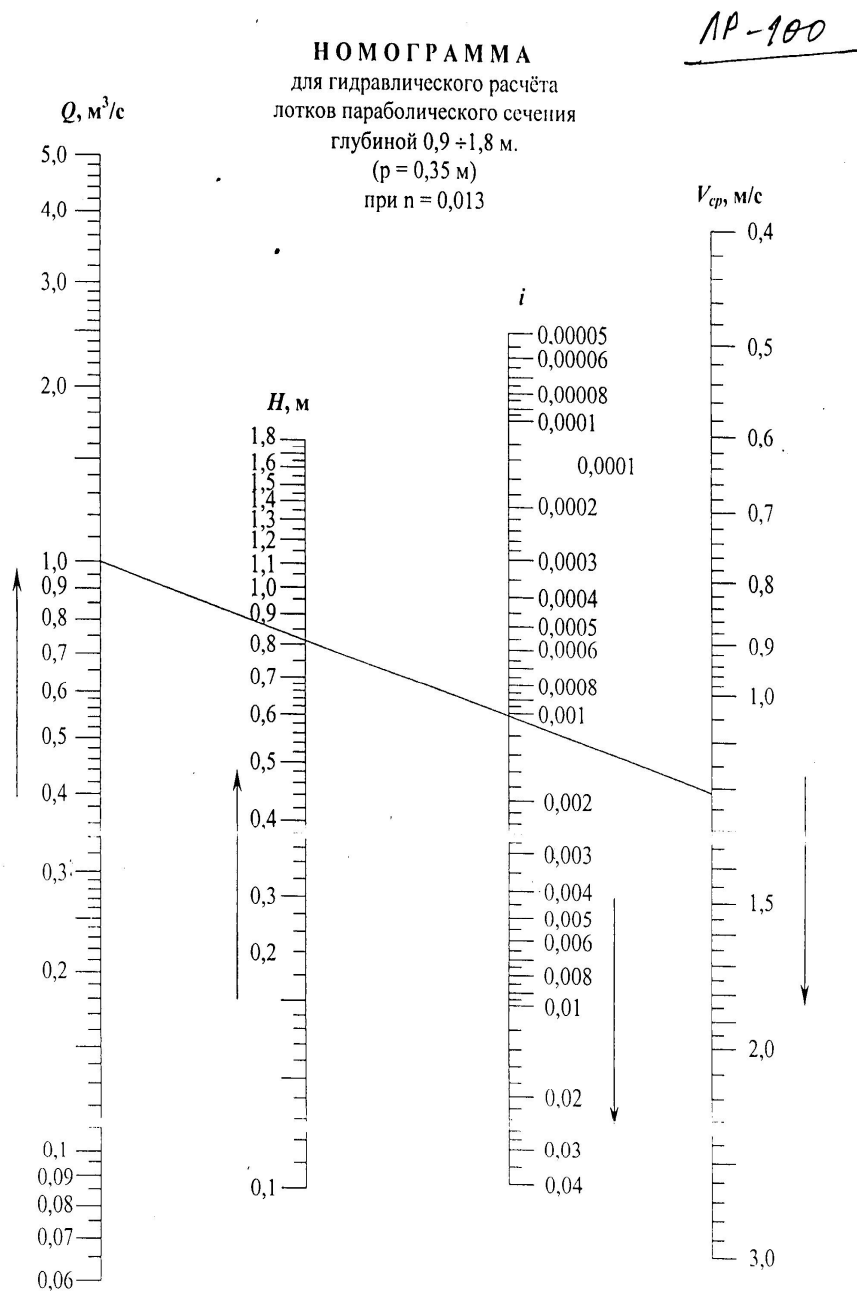


Рис 7

Номограмма для гидравлического расчета параболических лотков ЛР-100

## 2. Учет воды в АВП

### 2.1 Определение объема воды, поданного в хозяйство

Как известно, взаиморасчет количества воды ведется не по расходам ( $\text{м}^3/\text{с}$  или  $\text{л}/\text{с}$ ) воды в единицу времени (за одну секунду), а по суммарным объемам в кубических метрах ( $\text{м}^3$ ) за продолжительность периода полива. Поэтому для получения значения суммарного объема ( $W$ ) воды за продолжительность период полива, необходимо расход ( $Q$ ) воды гидропоста умножить на количество ( $T$ ) секунд этого периода:

$$W(\text{м}^3) = Q(\text{м}^3/\text{с}) \times T(\text{с}) \quad (3)$$

Например, если продолжительность периода полива составила один час, то для получения суммарного объема (стока) воды необходимо расход гидропоста умножить на 3600, так как один час равен 3600 секундам. Соответственно, если период полива составил одни сутки, то для получения объема воды, необходимо расход гидропоста умножить на 86400 (в одних сутках –  $3600 \times 24 = 86400$  секунд) и т.п.

Для контроля количества воды подаваемого водопользователю, анализа водопотребления и водообеспеченности, необходима регулярная регистрация расходов воды и продолжительности полива (в часах), для возможности определения суммарного объема воды в кубических метрах. В практике водохозяйственных организаций для этих целей разработан специальный журнал регистрации суточных расходов воды и инструкция по ведению водоучета.

### 2.2 Ведение журнала учета воды

Измерение расходов воды должно производиться утром - в 8.00; в полдень - 13.00; вечером - в 20.00, а также при каждом нештатном изменении уровня воды в створе гидропоста на канале и его водоотводах.

Определение расходов воды на водоотводах в фермерские хозяйства, оснащенных простейшими типами водомерных устройств, производится по показаниям уровнемерной рейки и расходных таблиц.

Значения измеренных расходов воды должны заноситься в специальный журнал, который будет являться основным документом при взаиморасчете между потребителем и поставщиком воды.

Журнал должен заполняться лицами, непосредственно производившими замеры расходов воды (гидрометры АВП), и согласоваться с потребителями (фермерами).

Журнал должен быть прошит, а его страницы пронумерованы. Не допускается производить исправления в журнале. При корректировке расходов воды должны быть указаны причины и обоснование изменений.

В случаях неправильного заполнения или исправлений в журнале значений расходов и объемов воды, должны быть указаны причины и ответственные лица, допустившие ошибку в записях. При необоснованности причин исправлений и систематического неправильного заполнения журнала руководством должен ставиться вопрос об ответственности этих лиц.

В Приложении приведен образец журнала учета (приёма-передачи) воды.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Министерство сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан

Главное управление водного хозяйства

\_\_\_\_\_ бассейновое управление ирригационных систем

За \_\_\_\_\_ период орошения

(осенне-зимний или летний)

### ЖУРНАЛ

приема-передачи воды

между

Ассоциацией водопользователей \_\_\_\_\_

и водопользователем (фермерским хозяйством)

\_\_\_\_\_

из канала \_\_\_\_\_

Название канала, питающего

(фермерское хозяйство) \_\_\_\_\_

Место (точка) забора воды \_\_\_\_\_

Тип водомерного устройства \_\_\_\_\_

Площадь, подвешенная к данной точке водозабора (га) \_\_\_\_\_



Площадь фермерского хозяйства, подвешенного к данной точке

водозабора (га) \_\_\_\_\_

Зарегистрирован \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Настоящий журнал:

Примечание:

Данный журнал ведется в двух экземплярах для каждой точки водозабора. Один экземпляр его хранится у представителя АВП, а второй – у представителя фермерского хозяйства.

Уполномоченные лица, производящие прием-передачу воды

| Стороны                           | Фамилия, имя и отчество | Должность | Образец подписи |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------|-----------------|
| Поставщик воды                    |                         |           |                 |
| Потребитель<br>(водопользователь) |                         |           |                 |

Примечание:

Уполномоченные лица, ведущие приём-передачу воды, должны быть оформлены приказами.

Уточнения, вводимые в таблицу

| №  | Время измерения | Н. (см) | Q (л/с) | Поправка +/- (см) | Фамилия, имя и отчество лица, введившего уточнение | Причина поправки | Подпись |
|----|-----------------|---------|---------|-------------------|--|------------------|---------|
| 1  |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 2  |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 3  |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 4  |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 5  |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 6  |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 7  |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 8  |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 9  |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 10 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 11 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 12 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 13 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 14 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 15 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 15 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 16 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 17 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 18 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 19 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 20 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 21 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 22 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 23 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 24 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 25 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 26 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 27 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 28 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 29 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 30 |                 |         |         |                   |  |                  |         |
| 31 |                 |         |         |                   |  |                  |         |

\_\_\_\_\_ месяц 20\_\_ года

| День                                     | Уровень воды, см |           |           | Время закрытия воды | Время закрытия воды | Средний уровень воды, см | Средний расход воды, л/с | Продолжительность забора воды, час | Объем забранной воды за этот период, м <sup>3</sup> всего. | Подписи        |                  |
|--|------------------|-----------|-----------|---------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|----------------|------------------|
|  | 8:00 час         | 14:00 час | 20:00 час |                     |                     |                          |                          |                                    |  | Поставщик воды | Потребитель воды |
| 1  |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 2  |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 3  |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 4  |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 5  |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 6  |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 7  |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 8  |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 9  |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 10                                       |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| По плану лимитированного водопользования |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| Фактически                               |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| Всего в первой декаде                    |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 11                                       |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 12                                       |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| 13                                       |                  |           |           |                     |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |

| День                                     | Время открытия воды |           |           | Уровень воды, см |                  |  | Время закрытия воды | Средний уровень воды, см | Средний расход воды, л/с | Продолжительность забора воды, час | Объем забранной воды за этот период, м <sup>3</sup> | Подписи |  |
|--|---------------------|-----------|-----------|------------------|------------------|--|---------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|---|---------|--|
|  | 8:00 час            | 14:00 час | 20:00 час | Поставщик воды   | Потребитель воды |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 14                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 15                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 16                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 17                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 18                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 19                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 20                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| По плану лимитированного водопользования |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| Всего во второй декаде                   |                     |           |           | Фактически       |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 21                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 22                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 23                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 24                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 25                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 26                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 27                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 28                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 29                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |
| 30                                       |                     |           |           |                  |                  |  |                     |                          |                          |                                    |   |         |  |

| День   | Время открытия воды | Уровень воды, см |           |           | Время закрытия воды | Средний уровень воды, см | Средний расход воды, л/с | Продолжительность забора воды, час | Объем забранной воды за этот период, м <sup>3</sup> всего. | Подписи        |                  |
|--|---------------------|------------------|-----------|-----------|---------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|----------------|------------------|
|  |                     | 8:00 час         | 14:00 час | 20:00 час |                     |                          |                          |                                    |  | Поставщик воды | Потребитель воды |
| 31   |                     |                  |           |           |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| По плану лимитированного водопользования<br>Фактически |                     |                  |           |           |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| По плану лимитированного водопользования<br>Фактически |                     |                  |           |           |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| Всего в третьей декаде                                 |                     |                  |           |           |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |
| Всего за месяц   |                     |                  |           |           |                     |                          |                          |                                    |  |                |                  |



**Гидропост «Фиксированное русло» с уровнемерной рейкой в нише.**



**Разбивка створа гидропоста**



**Гидропост на градуированном параболическом лотке:**

- а) с успокоительным колодцем**
- б) с расходной шкалой.**





Успокоительный колодец с уровнемерной рейкой:

- а) гидротехническая рейка
- б) успокоительный колодец

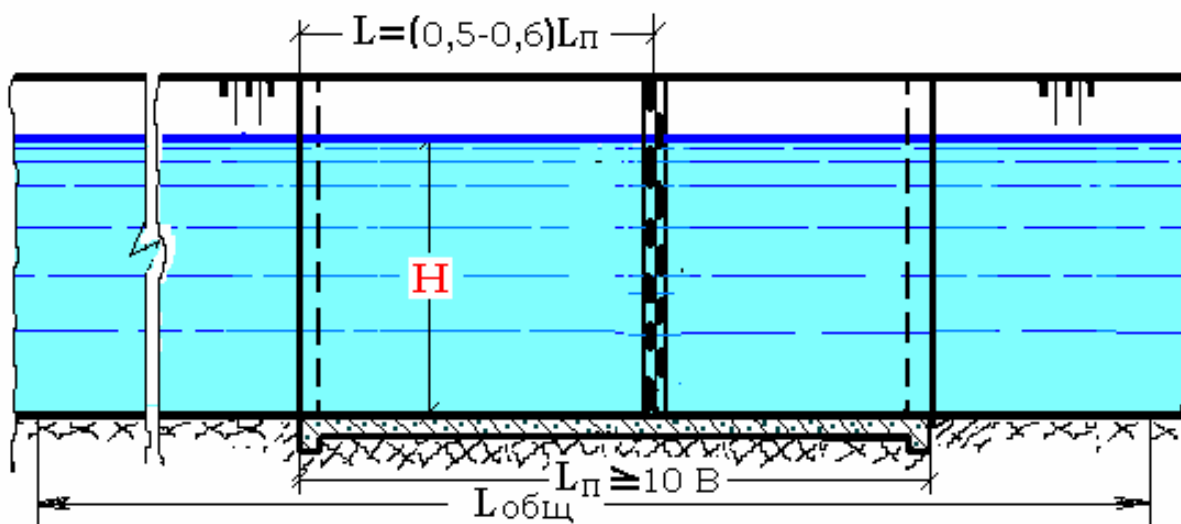


Схема оформления гидропоста фиксированное русло.



Подготовлено к печати  
в Научно-Информационном Центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,  
г. Ташкент, массив Карасу-4, д. 11  
Тел. (998 71) 265 92 95, 266 41 96  
Факс (998 71) 265 27 97  
Эл. почта: [dukh@icwc-aral.uz](mailto:dukh@icwc-aral.uz); [dukh@rol.uz](mailto:dukh@rol.uz);