

## СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ВОДЫ В БЕЗНАПОРНЫХ ПОТОКАХ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ КАНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СТАНДАРТНЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ЛОТКОВ И ВОДОСЛИВОВ

**И.В. Шенбергер,**  
магистр гидрологии  
**А.В. Ефименко,**  
магистр гидрологии  
г. Алматы, Казахстан

*Статья посвящена проблеме развития в Казахстане системы мониторинга (учета) водных ресурсов, забираемых для различных отраслей экономики, особенно для нужд орошения. В статье рассмотрен один из наиболее простых и, вместе с тем, эффективных, надежных, малозатратных и точных способов измерения расхода воды в открытых руслах и каналах в диапазоне от 0 до 95 м<sup>3</sup>/с – стандартные гидрометрические лотки и водосливы, которые характеризуются устойчивостью гидравлических характеристик.*

**Ключевые слова:** учет, мониторинг, лоток, водослив, расход воды, водный объект.

Как известно, антропогенное воздействие на окружающую среду приводит к возникновению масштабных трудно разрешимых противоречий между интересами развития производства и сохранением природы, поскольку в результате интенсивного использования природных ресурсов происходит разрушение природных систем и интенсивное загрязнение среды. Ещё в Стокгольме на Первой Международной конференции ООН по оценке состояния природной среды в 1972 г. было признано, что экологическое состояние природной среды в промышленных странах и регионах стало угрожать не только здоровью населения, но и са-

мому существованию человека. Решение этих проблем, возникающих в связи с катастрофическим ухудшением окружающей природной среды, занимает сейчас центральное место при выработке стратегии экологически устойчивого социально-экономического развития стран с развитой промышленной и сельскохозяйственной инфраструктурой, в том числе и Казахстана. Не является исключением в этом плане и такой компонент природной среды как водные объекты (водные экосистемы).

В целом, улучшение экологического состояния водотоков и водоемов, а также их водосборных бассейнов, предполагает наличие полной, достоверной и своевременной информации о состоянии и тенденциях изменения водных экосистем или их отдельных компонентов. Поэтому, системой, обеспечивающей все уровни

управления необходимой экологической информацией для определения стратегии природопользования и принятия оперативных решений, является мониторинг поверхностных вод.

Одной из важнейших задач в области мониторинга в бассейнах рек Казахстана является надлежащая организация системы учета водных ресурсов, забираемых для различных отраслей экономики, особенно для нужд орошения.

Правильный, отлаженный водоучет позволит обеспечить контроль использования водных ресурсов и составит основу для диспетчерского управления водораспределением и водоподачей на оросительных системах, а также позволит вести мониторинг на гидрологической сети.

Для реализации данной задачи конструкция гидрометрических постов и их оборудова-

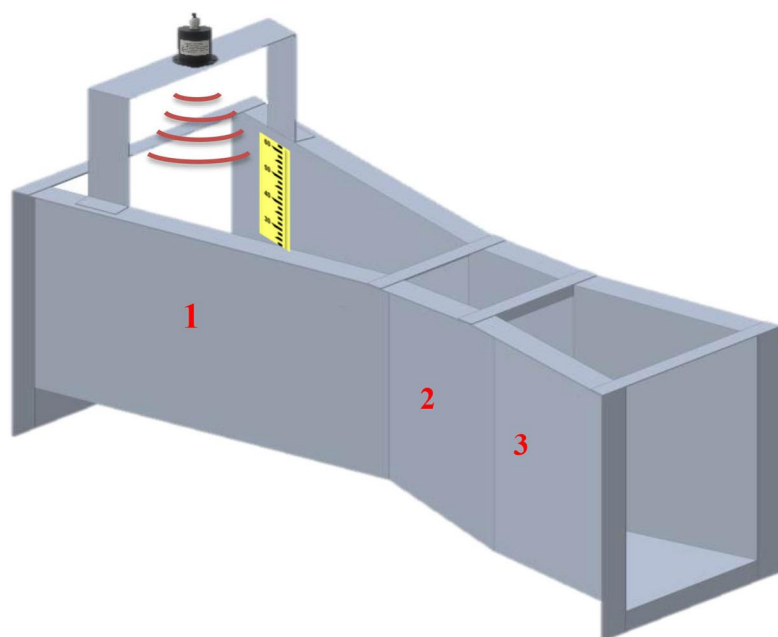


Рисунок 1. Основные части лотка Паршалла

Таблица 1. Типы гидрометрических устройств, применяемые для измерения расхода воды в открытых каналах и руслах [1-5]

№ п/п	Наименование	Диапазон измерений, м <sup>3</sup> /с	Общая погрешность измерений расхода воды, %	Измеряемая среда	Методики выполнения измерений
1	Лотки Паршалла	0,0008-95,0	±2-4	жидкость с содержанием твёрдых взвешенных частиц более 500 мг/л	ISO 9826-1992 СТ РК ISO 1438 МИ 2406-97 Наставление вып.6, ч.II
2	Лотки критической глубины (Вентури)	0,003-5,5			
3	Лотки САНИИРИ	0,003-2,2			
4	Водосливы с тонкой стенкой: - треугольные - прямоугольные - трапецеидальные	0,0005-5,0	±1-3	жидкость с содержанием твёрдых взвешенных частиц не более 500 мг/л	

ние должны соответствовать современным требованиям и при этом обеспечивать оперативное определение гидравлических показателей (уровень воды, скорость и расход потока, суммарный сток воды и т.д.).

Одним из наиболее экономичных, надежных и точных способов измерения расхода воды в открытых руслах и каналах, в диапазоне от 0 до 95 м<sup>3</sup>/с, являются стандартные гидрометрические лотки и водосливы, которые характеризуются устойчивостью гидравлических характеристик, не требующих индивидуальной градуировки.

Гидрометрические сооружения, на базе лотков и водосливов – достаточно надежные средства измерения и имеют высокие метрологические качества. Их общая погрешность измерений расхода воды, составляет ±2-4%, что в 1,5-2 раза меньше, чем при определении расхода воды методом «скорость-площадь».

Гидрометрические лотки и водосливы могут применяться для широкого круга областей: на оросительных системах, в гидрологической сети, для коммерческого или технического учета вод в промыш-

ленности, в системах водоотведения ливневых, дренажных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

Для измерения расхода воды в открытых каналах можно использовать следующие типы гидрометрических устройств, которые приведены в таблице 1.

Для измерения расходов воды применяют обычно стандартные гидрометрические лотки типа Паршалла, состоящие из трех основных частей:

приемного раструба 1, горловины 2 и отводящего раструба 3, рисунок 1.

В гидравлическом отношении работа гидрометрического лотка подобна работе водослива с широким порогом. Поднятие порога над дном делается незначительным, а в отдельных случаях вообще отсутствует; при этом перепад уровня воды получается за счет сужения потока боковыми стенками лотка. Для измерения расхода используется зависимость между

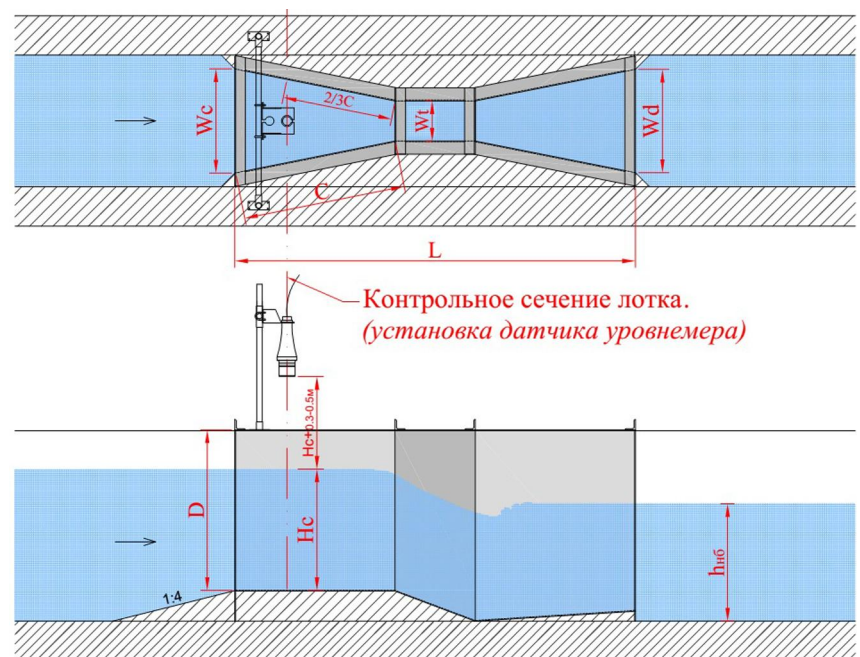


Рисунок 2. Схема гидрометрического лотка Паршалла

Таблица 2. Основные типоразмеры лотка Паршалла (ISO 9826)

Лоток	Измеряемый диапазон расхода воды, м³/с		Горловина, см	Подводящий раструб, см	Отводящий раструб, см	Длина лотка, см	Высота лотка, см
	Q min	Qmax					
П1-1	0.0001	0.0042	2.54	16.73	9.30	63.70	22.86
П2-2	0.0003	0.008	5.08	21.34	13.50	77.27	25.30
П3-3	0.001	0.05	7.62	25.88	17.77	91.44	60.96
П4-6	0.001	0.11	15.24	39.62	39.32	152.40	60.96
П5-9	0.003	0.25	22.86	57.30	38.10	162.46	76.20
П6-12	0.003	0.46	30.48	84.43	60.96	286.82	91.44
П7-18	0.004	0.70	45.72	102.41	76.20	294.44	91.44
П8-24	0.01	0.94	60.96	120.70	91.44	302.06	91.44
П9-36	0.02	1.43	91.44	157.28	121.92	316.99	91.44
П10-48	0.04	1.92	121.92	193.55	152.40	331.62	91.44
П11-60	0.05	2.42	152.40	230.12	182.88	361.49	91.44
П12-72	0.07	2.93	182.88	266.70	213.36	361.49	91.44
П13-84	0.08	3.44	213.36	303.28	243.84	376.43	91.44
П14-96	0.10	3.95	243.84	339.85	274.32	391.36	91.44
П15-120	0.17	8.50	304.80	475.49	365.76	701.04	121.92
П16-144	0.23	14.72	365.76	560.83	447.14	853.44	152.40
П17-180	0.23	25.49	457.20	762.00	558.70	1249.68	182.88
П18-240	0.28	37.94	609.60	914.40	731.52	1310.64	213.36
П19-300	0.42	47.01	762.00	1066.80	893.06	1341.12	213.36
П20-360	0.42	56.35	914.40	1231.39	1056.74	1402.08	213.36
П21-480	0.57	74.76	1219.20	1548.38	1381.66	1493.52	213.36
П22-600	0.71	92.88	1524.00	1853.18	1727.30	1615.44	213.36

напором и расходом воды. Лотки устанавливают на прямолинейном участке водотока длиной, равной примерно шести-восьмикратной ширине.

Более точное определение расхода возможно в случае незатопленного режима истечения, при этом расход определяется в зависимости от высоты уровня воды в верхнем бьефе, т.е.

$$Q = f(H_c),$$

где  $H_c$  – высота уровня верхнего бьефа над дном приемного раструба в контрольном сечении, рисунок 2.

Гидрометрические лотки имеют ряд преимуществ, к числу которых относятся:

- во-первых, свободный пропуск донных наносов, в связи с чем лотки применяют пре-

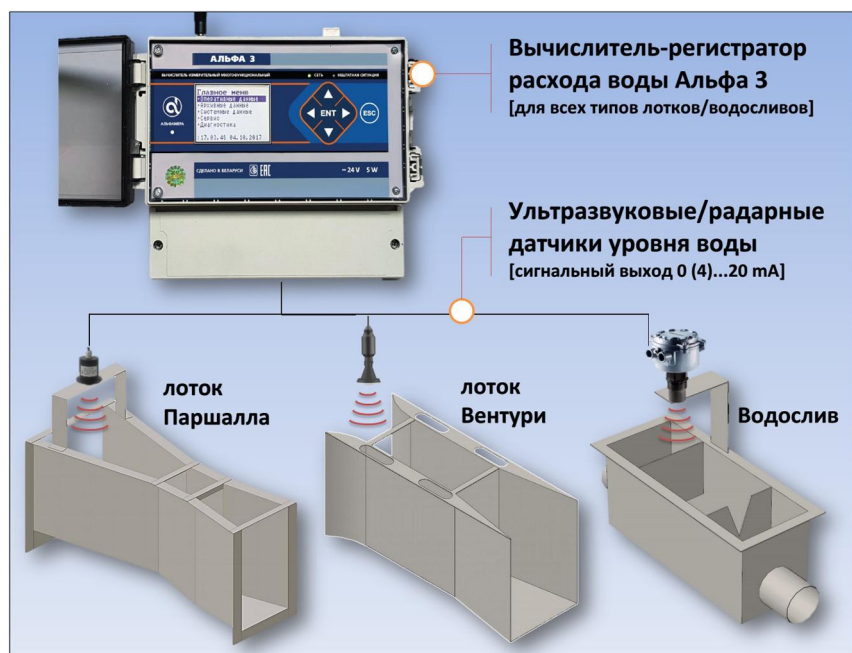


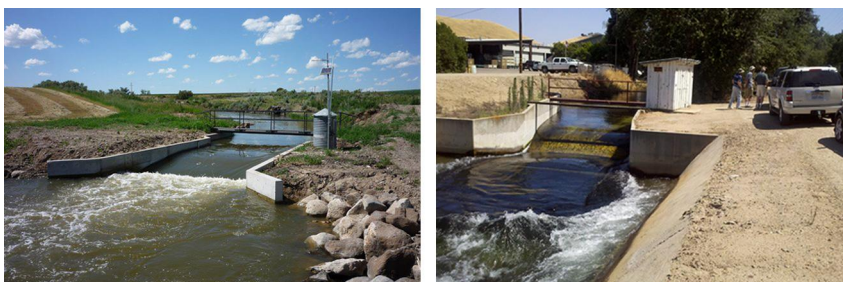
Рисунок 3. Схема конфигурации системы измерения и учета расхода воды



**Рисунок 4. Лотки Паршалла на оросительных каналах**



**Рисунок 5. Лотки Паршалла в бетонных прямоугольных каналах**



**Рисунок 6. Лотки Паршалла на реках**

имущественно на реках, водотоках и каналах с большим содержанием донных наносов;

➤ во-вторых, незначительный подпор воды в верхнем бьефе, благодаря чему лотки не нарушают естествен-

ного режима стока и установившегося соотношения между расходами поверхностного и подруслового (аллювиального) потоков.

Размеры гидрометрических лотков Паршалла стандарти-

зированы и регламентируются международным стандартом ISO 9826. Имеется 22 типоразмера лотков, рассчитанных на пропуск расходов воды в определенных диапазонах, таблица 2.

При устройстве лотков должны строго соблюдаться размеры. Лотки небольших размеров изготавливают из листовой стали, в заводских условиях, а более крупные – из железобетона.

Для автоматической фиксации и записи уровней, расходов воды, а также отображения и передачи информации по интерфейсным линиям связи, гидрометрические лотки и водосливы могут комплектоваться электронными самописцами, системами на базе ультразвуковых, радарных или поплавковых уровнемеров с использованием вычислителей-регистраторов, рисунок 3. [1]

Самописцы расходов устанавливаются только при условии гарантированного постоянства и однозначности зависимости высоты уровня от расхода воды, а именно: 1) при водосливах и гидрометрических лотках и 2) при контрольных руслах.

В мировой практике применение гидрометрических лотков нашло широкое распространение; на рисунках 4-6 представлены примеры установки лотков Паршалла в открытых каналах и руслах.

Гидрометрические сооружения на базе стандартных лотков или водосливов хотя и представляют собой простое гидравлическое устройство, но они требуют разработки точного проекта, учитывающего все гидравлические характеристики подводящего и отводящего участков. ■

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Водомерные устройства» [В Интернете]: <http://www.lotok-w.by>.
2. Международный стандарт ISO 9826:1992. Measurement of liquid flow in open channels - Parshall and SANIIRI flumes. - 17 с.

3. Международный стандарт ISO 1438:2017. Hydrometry - Open channel flow measurement using thin-plate weirs. - 60 с.

4. Международный стандарт. ISO 4359:2013. Flow measurement structures - Rectangular, trapezoidal and U-shaped flumes. - 75 с.

5. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам (ГУГМС) вып.6, ч.II - наблюдения на малых реках. Гидрометеоиздат, Ленинград -1978

#### **Новые правила для производителей питьевой воды вступают в силу с 1 января 2019 года**, сообщает Zakon.kz.

С 1 января 2019 года на бутылках питьевой воды для детского питания производителям нужно будет обязательно указывать «для детского питания», или другое указание предназначения питьевой воды для этой цели. Производитель или продавец должны будут дать сведения о возрасте детей, для которых предназначена питьевая вода (до или с трех лет), проинформировать об общей минерализации, ее основном составе с указанием химических элементов, условиях хранения и сроке годности после вскрытия емкости.

Как сообщили в пресс-службе Евразийской экономической комиссии, техрегламент Евразийского экономического союза (ЕАЭС) дополняет действующие с июля 2013 года отдельные обязательные требования к питьевой воде, расфасованной в емкости, и питьевой минеральной воде, установленные другим союзным техрегламентом – «О безопасности пищевой продукции». Новый документ ЕАЭС распространяется на природную минеральную воду, в том числе столовую, лечебно-столовую и лечебную, а также на купажированную, обработанную и природную питьевую воду, питьевую воду для детского питания, искусственно минерализованную питьевую воду.

Документ принят решением Совета Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) от 23 июня 2017 года, но начинает действовать только с 1 января 2019 года в связи с необходимостью плавного перехода производителей и продавцов на новые требования в законодательстве Союза.

В техрегламенте установлены специальные требования к производству, хранению, перевозке, реализации и утилизации упакованной питьевой воды.

В частности, предприниматели должны будут четко соблюдать нормы по химической, микробиологической и радиационной безопасности. Например, техрегламент ограничивает содержание в природной минеральной воде таких опасных веществ, как свинец – не более 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, ртуть – не более 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, кадмий – не более 0,003 мг/дм<sup>3</sup> и других. Удельная суммарная альфа-активность в столовой природной минеральной воде и купажированной питьевой воде не должна превышать 0,2 Бк/кг, в лечебно-столовой и лечебной природной минеральной воде – 0,5 Бк/кг, удельная суммарная бета-активность в природной минеральной воде и купажированной питьевой воде – 1,0 Бк/кг.

Для розлива природной минеральной воды в емкости обязательным является использование воды из защищенного от антропогенного воздействия источника или скважины, которая отнесена к природной минеральной воде по законодательству государства, где она извлекается из-под земли.

Упакованная питьевая вода, кроме питьевой воды для детского питания, лечебно-столовой и лечебной природной минеральной воды, перед выпуском в обращение должна быть задекларирована. Оценка соответствия питьевой воды для детского питания, лечебно-столовой и лечебной природной минеральной воды требованиям техрегламента проводится в форме государственной регистрации.

Для планомерного перехода участников рынка на выпуск упакованной питьевой воды, отвечающей новым требованиям, решением Коллегии ЕЭК от 7 ноября 2017 года утверждены переходные положения. В том числе установлено, что ранее выданные документы об оценке соответствия действительны до окончания срока их действия, но не позднее 1 июля 2020 года. При этом продукция с такими документами, оформленными на ранее действующие требования, может выпускаться до 1 июля 2020 года и обращаться до окончания срока годности.

Для выполнения требований техрегламента, а также в целях проведения испытаний при оценке соответствия объектов технического регулирования Коллегия комиссии 5 декабря 2017 года утвердила соответствующие перечни стандартов. В них включены межгосударственные стандарты и национальные стандарты стран Союза, в том числе разработанные на основе международных стандартов ISO и европейских стандартов EN.

<http://www.zakon.kz/4952097-novyj-tehreglament-eaes-po-pitevoy-vode.html>