

УДК 626

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ШЛЮЗА–РЕГУЛЯТОРА В ИСТОКЕ РЕКИ ПИССЫ

Т.В. Шамонина, Е.А. Нелюбина

## DEFINITION OF CAPACITY OF GATEWAY CONTROLLER TO THE SOURCE OF THE RIVER PISSA

T.V. Schamonina, E.A. Nelyubina

**Аннотация.** В данной статье объектом исследования является шлюз-регулятор на реке Писсе. Истоком реки является озеро Виштынецкое. Исследуемый шлюз находится в нескольких метрах от истока. Установлено, что конструктивно шлюз выполнен как водослив с широким порогом. В результате полевых изысканий были определены конструктивные особенности и размеры сооружения. Определена пропускная способности шлюза в зависимости от уровня воды в озере Выштынецком.

**Ключевые слова:** река Писса; шлюз-регулятор; расходы; уровни.

**Abstract.** In this article, the object of study is the gateway regulator on the river Pissa. The source of the river is lake Vishtynetskoye. The studied gateway is located a few meters from the source. Found that structurally, the gateway is made like the broad-crested Weir. As a result of field surveys were determined design features and dimensions of the structure. Determined the bandwidth of the gateway depending on the water level in the lake Vestenicka.

**Keywords:** Fluss Pissa; gateway-regulator; flow rates; levels.

### Введение

Река Писса является правым притоком реки Анграпы и впадает в неё ниже города Гусева на расстоянии 14 км от устья Анграпы. Истоком Писсы является озеро Выштынецкое, самое большое озеро Калининградской области. Длина реки составляет 98 км, площадь водосбора - 1440 км<sup>2</sup> [1, 2]. Перед войной (1941-45гг.), на реке работало несколько электростанций, небольшой мощности. Напоры для них создавали шлюзы–регуляторы. Они же использовались для регулирования стока реки. Один из таких шлюзов находится у истоков реки [3]. Возможность мониторинга расхода воды вблизи устья озерной реки весьма важна для исследования ее гидрологических характеристик [4].

Целью данной статьи является расчёт пропускной способности шлюза-регулятора и установление зависимости расхода от уровней воды в озере Виштынецком.

### Шлюз-регулятор

В результате обследования проведенного в октябре 2018 года установлено, что шлюз представляет собой водослив с широким порогом. Центральная часть – лоток шириной 2,4 м с вертикальными стенами высотой 3,2 метра. Над шлюзом проходит дорога. Сопряжение лотка с руслом реки в верхнем и нижнем бьефах выполнено в виде бетонных подпорных стенок. Перед сооружением и за ним русло реки канализировано и имеет поперечное сечение приближённое к трапецеидальному (рис.1).



Рисунок 1 – Шлюз-регулятор реки Писсы

Для регулирования пропускаемых через шлюз расходов воды он разделён на два пролёта, оборудованные затворами. Конструктивно подвижная часть затворов представляет собой металлическую раму с обшивкой. До аварии, которая произошла в марте 2018 года, обшивка была в виде металлического щита. Впоследствии её заменили деревянными досками (рис.2).



Рисунок 2 – Шлюз-регулятор со стороны верхнего бьефа

Со стороны нижнего бьефа водобойная плита имеет порог высотой 0,2 м (рис. 3).



Рисунок 3 – Шлюз-регулятор со стороны нижнего бьефа

### Определение расхода в зависимости от глубины воды в русле за шлюзом

Для расчёта пропускной способности шлюза необходимо иметь зависимость глубины воды за ним от пропускаемого расхода.

При обследовании было установлено, что русло реки чистое, имеет поперечное сечение приближённое к трапециевидному с параметрами: ширина по дну равна 2,4 м, заложение откосов – 1,5. Уклон дна на этом участке равен 0,5‰.

Расчёт выполнен по формуле Шези для установившегося равномерного режима течения [5]:

$$Q = B \cdot h_k \cdot C \cdot \sqrt{Ri}, \quad (1)$$

где  $B$  – ширина канала по дну;  $h_k$  – глубина воды на пороге водослива;  $C$  – коэффициент Шези;  $R$  – гидравлический радиус;  $i$  – уклон дна. Расчёт выполнен в табличной форме (табл. 1).

Таблица 1 – Расчёт зависимости расходов от уровней воды в канале

$h_k, \text{м}$	$b, \text{м}$	$m$	$\omega, \text{м}^2$	$\chi, \text{м}$	$R, \text{м}$	$n$	$C, \text{м}^{0.5}/\text{с}$	$i, \text{‰}$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$
0,6	2,4	1,5	1,98	4,56	0,43	0,025	33,50	0,5	1
0,9	2,4	1,5	3,37	5,64	0,604	0,025	36,07	0,5	2
1,1	2,4	1,5	4,46	6,37	0,70	0,025	37,26	0,5	3

Максимальная глубина воды принята равной 0,9 метров исходя из высоты берегов. По

результатам расчётов построена кривая зависимости  $Q = f(h_k)$  (рис. 4).

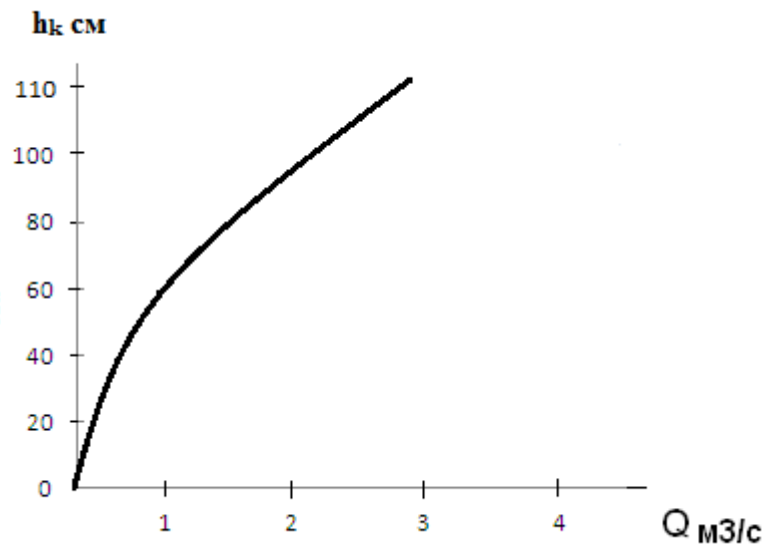


Рисунок 4 – Зависимость расходов от глубины воды в русле

#### Определение пропускной способности шлюза

Пропускная способность шлюза определяется при условии полностью открытых водосливных отверстий при потопленном истечении по формуле [6, 7]:

$$Q = \delta \cdot \varepsilon \cdot \varphi \cdot B \cdot h \cdot \sqrt{2gZ}, \quad (2)$$

где  $\delta$  – коэффициент, учитывающий характер подвода воды к водосливу и зависящий от угла  $\alpha$  ( $\alpha$  – угол между водосливом и осью потока);  $\varepsilon$  – коэффициент, учитывающий боковое сжатие потока;  $\varphi$  – коэффициент скорости;  $B$  – ширина водослива, м;  $h$  – глубина воды на пороге водослива, м;  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ .

Расчёты выполнялись в соответствии с расчётной гидравлической схемой (рис.5). Отметка  $\square$  УВ на схеме соответствует уровню воды в озере Виштынецком;  $H$  – глубина воды перед шлюзом;  $p$  – высота порога.

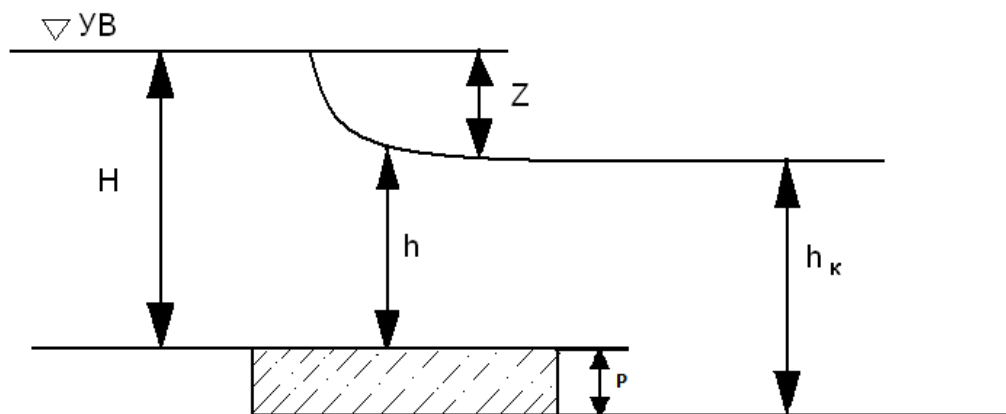


Рисунок 5 – Расчётная гидравлическая схема шлюза

Результаты расчётов приведены в табл.2.

Таблица 2 – Расчёт пропускной способности шлюза-регулятора

$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$h_k, \text{м}$	$h, \text{м}$	$B, \text{м}$	$Z, \text{м}$	$H$
1,0	0,60	0,40	2,4	0,03	0,43
1,5	0,75	0,55	2,4	0,04	0,59
2,0	0,91	0,71	2,4	0,05	0,76

### Заклучение

В результате обследования установлены основные размеры и конструктивные особенности шлюза-регулятора и параметры русла. Составлена гидравлическая схема шлюза-регулятора и рассчитана его пропускная способность в зависимости от уровней воды в озере Виштынецком. Расчётным путём получена зависимость расходов и глубин воды в русле. Полученная зависимость может быть использована при обработке результатов инженерно-гидрометеорологических изысканий в бассейне реки Писсы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 4. Прибалтийский район. Вып.3. Литовская ССР и Калининградская область РСФСР / Под ред. М.В. Силича. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 172 с.
2. Domnin, D., Chubarenko, B., Lewandowski A. Vistula Lagoon Catchment: Atlas of water use. Moscow: Exlibris Press, 2015. 106 p.
3. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Маркова Л.В., Смирнова Л.В. Результаты натурных исследований малых водотоков на мелиорированных землях региона // Вода: химия, экология. 2013. № 7. С. 18-26.
4. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р. Инженерные изыскания в бассейне реки Преголи: монография. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. 183 с.
5. Агроскин И.И. Гидравлика: учебное пособие. Москва: Госэнергоиздат, 1950. 439 с.
6. Киселёв П.Г. Справочник по гидравлическим расчётам. Москва: Энергия, 1972. 312 с.
7. Свод правил СП 58.13330.2012. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Утверждён приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. N 623 и введен в действие с 1 января 2013 г.

### REFERENCES

1. *Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Hidrologicheskaja izuchennost'* [Surface water resources of the USSR. Hydrologic knowledge]. T.4. *Pribaltijskij rajon. Vyp.3. Litovskaja SSR i Kaliningradskaja oblast' RSFSR / Pod red. M.V. Silicha*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1963. 172 p.
2. Domnin, D., Chubarenko, B., Lewandowski A. Vistula Lagoon Catchment: Atlas of water use. Moscow: Exlibris Press, 2015. 106 p.
3. Velikanov N.L., Naumov V.A., Markova L.V., Smirnova L.V. *Rezultaty naturnyh issledovanij malyh vodotokov na meliorirovannyh zemljah regiona* [Results of field studies of small waterways on reclaimed land in the region]. *Voda: himija, jekologija*. 2013. No 7, pp. 18-26.
4. Naumov V.A., Akhmedova N.R. *Inzhenernye izyskaniya v bassejne reki Pregoli: monografiya* [Engineering surveys in the basin of the Pregel river]. Kaliningrad: Izd-vo FGBOU VO «KGTU», 2017. 183 p.
5. Agroskin I. I. *Hydraulics* [Gidravlika]. Moscow: Gosenergoizdat, 1950. 439 p.
6. Kisel'ov P.G. *Spravochnik po gidravlicheskim raschjotam* [Handbook of hydraulic calculations]. Moscow: Energija, 1972. 312 p.



7. *Svod pravil SP 58.13330.2012. Gidrotehniicheskie sooruzhenija.Osnovnye polozhenija* [The set of rules SP 58.13330.2012. Waterworks.Fundamentals.] *Utverzhdjon prikazom Ministerstva regional'nogo razvitija Rossijskoj Federacii (Minregion Rossii) ot 29 dekabnja 2011 g. N 623 i vveden v dejstvie s 1 janvarja 2013 g.*

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Шамонина Татьяна Владимировна*

Калининградский государственный технический университет, студент магистратуры направления «Природообустройство и водопользование»,

E-mail: [shamonina-95@mail.ru](mailto:shamonina-95@mail.ru)

*Shamonina Tatyana Vladimirovna*

Kaliningrad State Technical University, The master's student «Environmental engineering and Water management»

E-mail: [shamonina-95@mail.ru](mailto:shamonina-95@mail.ru)

*Нелюбина Елена Андреевна*

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, доцент, кандидат технических наук.

E-mail: [elena.nelyubina@klgtu.ru](mailto:elena.nelyubina@klgtu.ru)

*Nelyubina Elena Andreevna*

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences.

E-mail: [elena.nelyubina@klgtu.ru](mailto:elena.nelyubina@klgtu.ru)

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:  
236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, КГТУ, ГУК, каб. 322. Нелюбина Е.А.  
8(4012)99-53-37