

УДК 627.1

**РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВОДОЗАБОРА НА РУЧЬЕ  
ПАРКОВОВОМ**

Е.А. Нелюбина, И.Б. Мартынова, Т.И. Черных

**WATER INTAKE CAPACITY CALCULATIONS THROUGH PARKOVYI  
STREAM**

E.A. Nelyubina, I.B. Martynova, T.I. Chernykh

**Аннотация.** Представлены некоторые результаты обследования водозаборного сооружения на пруду Верхнем в городе Калининграде, посредством которого вода поступает в ручей Парковый. Это определяет гидрологический и отчасти гидрохимический режим ручья. На основании полученных данных выполнены расчеты расходов воды в зависимости от напора на водосливе сооружения.

**Ключевые слова:** водозабор; водослив; расход воды; напор воды на пороге.

**Abstract.** Some results of water intake structure study on the Verchniy Crook in Kaliningrad through which the water flows into the Parkoviy Stream are presented. This defines hydrological and partly hydrochemical mode of the Stream. Due to the obtained results calculations of water consumption depending on the head on the structure spillway were established.

**Keywords:** water intake; stream; water consumption; structure spillway.

С 2014 года сотрудниками и студентами кафедры водных ресурсов и водопользования Калининградского государственного технического университета ведутся наблюдения за состоянием некоторых малых водотоков, протекающих в черте города Калининграда. К таким водным объектам относится и ручей Парковый. В [1, 2] представлены некоторые результаты мониторинга состояния ручья Паркового. В [3] измерения глубины, скорости и уклона водной поверхности ручья в трех створах были использованы для расчета коэффициента шероховатости русла.

В данной работе представлены результаты расчетов расходов воды ручья Паркового в зависимости от напоров на водосливе.

Если не считать ливневых стоков, питание ручья Паркового осуществляется за счет поступления воды из пруда Верхнего. Как показало обследование ручья, после засушливого и жаркого лета 2019 года уровень в пруду Верхнем опустился ниже порога водослива, в результате поступление воды в ручей прекратилось [4].

На ручье расположены гидротехнические сооружения, обеспечивающие его пересечение с городскими транспортными коммуникациями [5-7].

Главное гидротехническое сооружение представляет собой водозабор ковшового типа (рис. 1). Обследования с измерением параметров сооружения проводились летом-осенью 2021 года. Водосливная плотина криволинейного очертания длиной 21 м разделена бычками на три секции.

Порог водослива прямоугольной формы в плане шириной  $S = 0,2$  м и высотой с низовой стороны  $0,1$  м переходит в криволинейную водосливную грань. При напорах воды на водосливе в пределах  $H = 0,1 \dots 0,3$  м выполняется соотношение  $0,67 < S/H < 2$ , поэтому расчеты проводились как для водослива практического профиля прямоугольного очертания с неподтопленным истечением по формуле:

$$Q = m \cdot \varepsilon \cdot L \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}. \quad (1)$$



Рисунок 1 – Водозаборное сооружение на ручье Парковом (пруд Верхний).  
Фото авторов

Коэффициент расхода для водослива прямоугольного очертания:

$$m = 0,42 (0,7 + 0,185 H/S),$$

где коэффициент бокового сжатия:

$$\varepsilon = 1 - a_{сж} H/(B + H),$$

где  $a_{сж}$  – коэффициент, характеризующий форму быков;  $L$  – длина водосливной грани.

Результаты расчетов по формуле (1) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расходы воды через водослив практического профиля прямоугольного очертания в зависимости от напора ( $H=0,1...0,3$ ) м

H, м	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
m	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41
Q, м <sup>3</sup> /с	0,977	1,83	2,91	4,23	5,77

При напорах воды на водосливе в пределах  $H = 0,05...0,09$  м выполняется соотношение  $0,67 < S/H$ , поэтому в этом случае расчеты проводились как для водослива с широким порогом с неподтопленным истечением по формуле (1) при  $m = 0,327$ . Полученные данные отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Расходы воды через водослив с широким порогом в зависимости от напора ( $H=0,05...0,09$ ) м

H, м	0,01	0,02	0,03	0,05	0,09
m	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Q, м <sup>3</sup> /с	0,030	0,084	0,155	0,333	0,78

Результаты расчета пропускной способности выполнены для водослива с оголовком безвакуумного очертания, как часто применяемого. Они представлены в таблицах 3 и 4. Данных о расчетном профилирующем напоре не имеется. Поэтому в расчетах он принят равным 0,3 м, что позволяет пропускать расход до 6,0 м<sup>3</sup>/с.

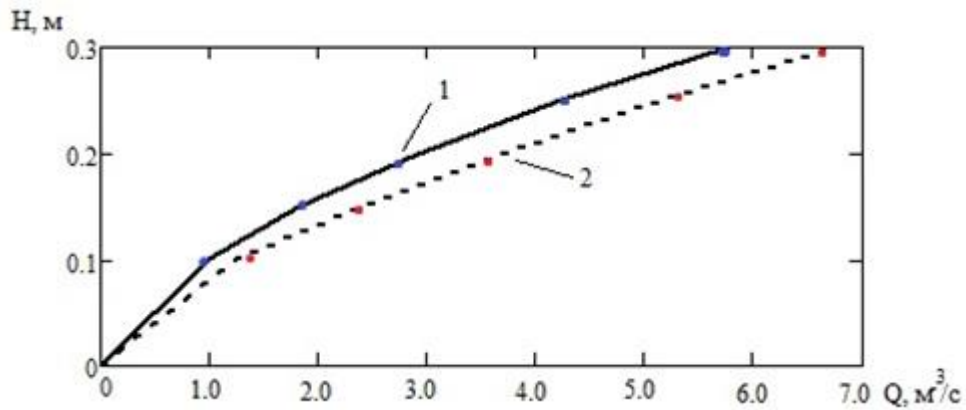
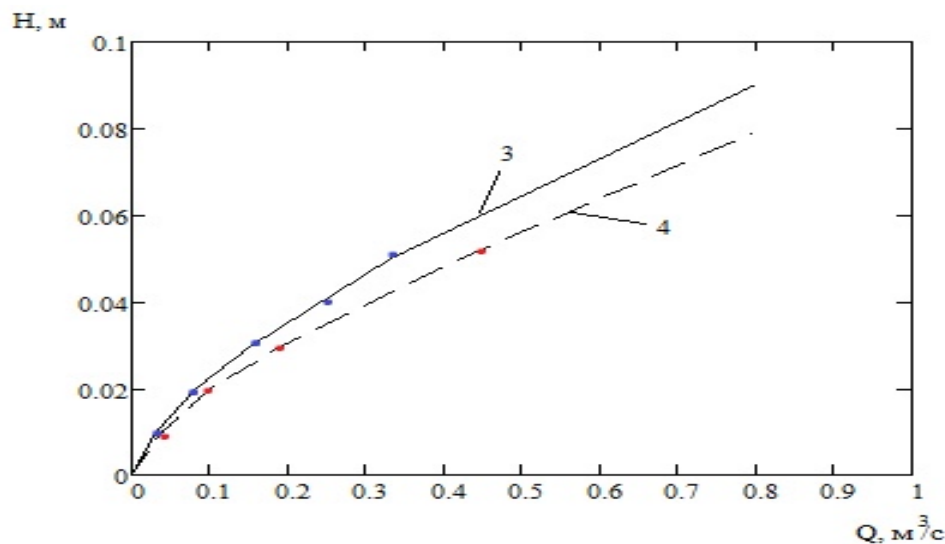
Таблица 3 – Расходы воды через водослив практического профиля безвакуумного очертания в зависимости от напора ( $H=0,1-0,3$ ) м

$H, м$	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
$m$	0,423	0,46	0,47	0,476	0,48
$Q, м^3/с$	0,977	1,83	2,91	4,23	5,77

Таблица 4 – Расходы воды через водослив практического профиля безвакуумного очертания в зависимости от напора

$H, м$	0,01	0,02	0,03	0,05	0,09
$m$	0,389	0,39	0,40	0,40	0,42
$Q, м^3/с$	0,036	0,102	0,194	0,42	1,06

Сравнение пропускной способности водосливов прямоугольного и криволинейного очертания приведено на рис. 2 и 3.

Рисунок 2 – Расходы воды через водослив при напорах  $H=(0,1 \dots 0,3)$  м  
1 – с широким порогом; 2 – практического профиляРисунок 3 – Расходы воды через водослив при напорах  $H=(0,01 \dots 0,08)$  м  
3 – с широким порогом; 4 – практического профиля

По рис. 2 и 3 видно, что расход воды через водослив криволинейного очертания больше во всем диапазоне рассматриваемых напоров.

При напоре на пороге водослива  $H=0,01$  м расход воды через водослив прямоугольного очертания оголовка на 20% меньше, чем на водосливе безвакуумного профиля. С увеличением напора до 0,09 м разница в расходах увеличивается, а при дальнейшем увеличении напора снова уменьшается, и при  $H=0,3$  м составляет 15%.

За всё время наблюдений (2019-2020 годы) напор на водосливе не превышал 0,05 м. Можно предположить, что прямоугольная форма верхней части оголовка водослива позволяет медленнее сбрасывать выпадающие летом осадки и обеспечивать более длительный и равномерный сток ручья Паркового.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Азаров Н.Л., Ахмедова Н.Р. Исследование геоэкологической обстановки ручья Паркового // Водопользование и задачи гидромеханики: сборник научных трудов. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. С.5-8.
2. Сулейманов С.Н., Наумов В.А. Наблюдение за состоянием ручья Паркового в 2017 году // Вестник молодежной науки. 2017. № 3 (10). С. 21.
3. Наумов В.А., Сулейманов С.Н. Определение шероховатости русла при расчете нормативов допустимых сбросов веществ в малые водотоки // Известия КГТУ. 2018. № 48. С. 29-38.
4. Мартынова И.Б., Нелюбина Е.А., Черных Т.И. Обследование ручья Паркового в июле–октябре 2019 года // Региональные проблемы природно-техногенных систем: сборник научных трудов. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. С. 46-52.
5. Мартынова И.Б., Нелюбина Е.А., Черных Т.И. Расчет пропускной способности дюкера на ручье Парковом. // Водохозяйственные проблемы региона: сборник научных трудов. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. С. 38-43.
6. Хуфенфрайграбен - ручей Парковый [Электронный ресурс]. Режим доступа - свободный: <https://www.sites.google.com/site/mojkenigsbergkaliningrad/home/progulki-po-keenigsbergu/hufenfrajgraben---rucej-parkovyj> (дата обращения 14.11.2020).
7. Губин, А.Б. Топонимика Калининграда. Реки и водоемы // Калининградские архивы. Калининград, 2007. - Вып. 7. С. 197-228.

#### REFERENCES

1. Azarov N.L., Ahmedova N.R. *Issledovanie geoekologicheskoy obstanovki ruch'ya Parkovogo* [Investigation of the geocological situation of the Park stream]. *Vodopol'zovanie i zadachi gidromekhaniki: sbornik nauchnyh trudov*. Kaliningrad: FGBOU VPO «KGTU», 2015, pp. 5-8.
2. Sulejmanov S.N., Naumov V.A. *Nablyudenie za sostoyaniem ruch'ya Parkovogo v 2017 godu* [Monitoring the condition of the Park stream in 2017]. *Vestnik molodezhnoj nauki*. 2017. No. 3 (10). p. 21.
3. Naumov V.A., Sulejmanov S.N. *Opreделение sherohovatosti rusla pri raschete normativov dopustimyh sbrosov veshchestv v malye vodotoki* [Determination of channel roughness when calculating standards for permissible discharges of substances into small watercourses]. *Izvestiya KGTU*. 2018. No. 48, pp. 29-38.
4. Martynova I.B., Nelyubina E.A., Chernyh T.I. *Obsledovanie ruch'ya Parkovogo v iyule-oktyabre 2019 goda* [Survey of the Park stream in July–October 2019]. *Regional'nye problemy prirodno-tekhnogennyh sistem: sbornik nauchnyh trudov*. Kaliningrad: Izd-vo FGBOU VO «KGTU», 2020, pp. 46-52.
5. Martynova I.B., Nelyubina E.A., Chernyh T.I. *Raschet propusknnoj sposobnosti dyukera na ruch'e Parkovom* [Calculation of the capacity of the duker on the Park stream]. *Vodohozayajstvennye problemy regiona: sbornik nauchnyh trudov*. Kaliningrad: Izd-vo FGBOU VO «KGTU», 2021, pp. 38-43.



«KGTU», 2021, pp. 38-43.

6. *Hufenfrajgraben - rucej Parkovyj* [Hufenfrayrabien - Park Stream] [Electronic resource].  
URL: <https://www.sites.google.com/site/mojkenigsbergkaliningrad/home/progulki-po-keenigsbergu/hufenfrajgraben---rucej-parkovyj> (accessed: 14.11.2020).

7. Gubin A.B. *Toponimika Kaliningrada. Reki i vodoemy* [Place names of Kaliningrad. Rivers and Water Bodies]. *Kaliningrad Archiv*. Kaliningrad, 2007. Issue 7, pp. 197-228.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Нелюбина Елена Андреевна*

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности и природообустройства

E-mail: [e.nelubina@gmail.com](mailto:e.nelubina@gmail.com)

*Nelubina Elena Andreevna*

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, PhD, Assistant Professor of the Department of the Technosphere Safety and Environmental Management,

E-mail: [e.nelubina@gmail.com](mailto:e.nelubina@gmail.com)

*Мартынова Ирина Борисовна*

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, кандидат технических наук, доцент кафедры теории механизмов и машин и деталей машин

E-mail: [i\\_martynova@mail.ru](mailto:i_martynova@mail.ru)

*Martynova Irina Borisovna*

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, PhD, Assistant Professor of the Department of the Theory of Mechanisms and Machines and Machine Parts,

E-mail: [i\\_martynova@mail.ru](mailto:i_martynova@mail.ru)

*Черных Тамара Ивановна*

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, ведущий инженер кафедры техносферной безопасности и природообустройства,

E-mail: [tamara\\_chernyh@mail.ru](mailto:tamara_chernyh@mail.ru)

*Chernyh Tamara Ivanovna*

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Lead Engineer of the Department of the Technosphere Safety and Environmental Management,

E-mail: [tamara\\_chernyh@mail.ru](mailto:tamara_chernyh@mail.ru)