



Научная статья
УДК 536:631.6:533

К РАСЧЕТУ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ МАЛЫХ РЕК КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВРЕМЯ ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ ПРИ ОТСУТСТВИИ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Н.Р. Ахмедова^{1,*}

¹ Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

*E-mail: isfendi@mail.ru

Аннотация. При выполнении инженерных гидрологических расчетов определяют значения максимальных расходов воды определенной обеспеченности. В практической деятельности, как правило, приходится выполнять расчеты для малых водотоков, на которых не проводят систематических наблюдений за основными характеристиками гидрологического режима. При этом чаще всего используют метод гидрологической аналогии. В Калининградской области для рек с площадью водосбора менее 200 км² наблюдается превышение значений максимальных расходов дождевых паводков (МРВД) над расходами весеннего половодья. Поэтому вопрос определения максимальных расходов воды малых неизученных водотоков во время дождевых паводков является актуальным. В работе представлены результаты. В статье выполнено сравнение результатов расчета МРВД по методике, изложенной в своде правил (СП) и по теоретическому распределению ряда наблюдений. Установлено, что близкие результаты можно получить, лишь вводя малообоснованные допущения. Необходимы изучение гидрологических особенностей региона и разработка региональных методов расчета. Причем на малых реках региона МРВ зимних паводков часто превышают расходы дождевых паводков теплого времени года.

Ключевые слова: дождевые паводки; максимальные расходы воды; расчет; теоретическое распределение; вероятность превышения; река Злая.

Для цитирования: Ахмедова Н.Р. К расчету максимальных расходов воды малых рек Калининградской области во время дождевых паводков при отсутствии систематических наблюдений // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2023. Т.9. №3. С. 43–51.

Original article

TOWARDS THE CALCULATION OF MAXIMUM WATER FLOWS OF THE KALININGRAD REGION SMALL RIVERS DURING RAIN FLOODS IN THE ABSENCE OF SYSTEMATIC OBSERVATIONS

N.R. Akhmedova^{1,*}

¹ Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

*E-mail: isfendi@mail.ru

Abstract. When performing engineering hydrological calculations, the values of the maximum water flows of a certain supply are determined. In practice, as a rule, it is necessary to perform calculations for small watercourses where systematic observations of the main characteristics of the hydrological regime are not carried out. In this case, the method of hydrological analogy is most often used. In the Kaliningrad region, for rivers with a catchment area

of less than 200 km², the maximum flow rates of rain floods (MRF) exceed the flow rates of spring floods. Therefore, the issue of determining the maximum water flows of small unstudied watercourses during rain floods is relevant. The paper presents the results. The article compares the results of calculating the MRV using the methodology set out in the set of rules (SP) and the theoretical distribution of a number of observations. It has been established that similar results can be obtained only by introducing unfounded assumptions. It is necessary to study the hydrological features of the region and develop regional calculation methods. Moreover, on small rivers in the region, the MRR of winter floods often exceeds the flow of rain floods in the warm season.

Keywords: rain floods; maximum water flows; calculation; theoretical distribution; probability of exceedance; Zlay river.

For citation: Akhmedova N.R. Towards the calculation of maximum water flows of the Kaliningrad region small rivers during rain floods in the absence of systematic observations. *Journal of Science and Education of North-West Russia*. 2023. Vol.9, No. 3, pp. 43–51.

Введение

Расчет гидрологических характеристик водотоков необходим для строительного проектирования и реконструкции, комплексного использования и охраны водных ресурсов, при решении многих других научных и практических задач. После принятия федерального нормативного документа¹ предполагалась разработка региональных нормативных документов или региональных научно-прикладных справочников. Подготовка указанных документов по отдельным регионам начата в последние годы [1-3]. Она невозможна без решения фундаментальной проблемы – исследования региональных особенностей гидрологического режима и разработки соответствующих методов определения расчетных гидрологических характеристик.

Калининградская область (КО) находится в зоне избыточного увлажнения, имеет существенные гидрологические особенности². В регионе насчитывается более 4000 водотоков протяженностью 12859 км, которые относятся к бассейнам рек Немана, Преголи и малых рек, впадающих в Куршский и Калининградский заливы Балтийского моря. Формирование стока рек Калининградской области наряду с закономерностями, присущими водотокам Северо-Западного Федерального округа России (СЗ ФОР), имеет свои особенности. Среди них: высокая густота речной сети, самый большой в России процент мелиорированных (осушаемых) земель, часть водоприемников спрямлена и канализована. Особенности природных условий КО обуславливают высокий процент мелиорированных земель, значительное число гидротехнических сооружений комплексного назначения, которые служат не только для защиты от затопления сельскохозяйственных угодий, но и населенных пунктов, объектов инфраструктуры.

Определение максимальных расходов воды во время дождевых паводков (МРВД) необходимо для планирования мероприятий по пропуску паводковых вод на мелиоративных осушительных системах [4]. Они заметно влияют на качество воды малых водотоков [5].

¹ Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Одобрен для применения в качестве нормативного документа постановлением Госстроя России № 218 от 26 декабря 2003 г.

² Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Неман и рек бассейна Балтийского моря (Российская часть в Калининградской области). Утверждена приказом Невско-Ладожского БВУ Федерального агентства водных ресурсов № 171 от 09.12.2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nord-west-water.ru/activities/ndv/page-2/> (дата обращения: 09.09.2023).

На реках КО с систематическими гидрометрическими наблюдениями максимальные годовые расходы воды определяют по единому ряду. Это связано с тем, что разделение максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков, зачастую, не представляется возможным. Подробно этот вопрос рассмотрен в [6, 7]. Но при отсутствии систематических наблюдений за расходами воды СП¹ предписывает рассчитывать их по отдельности для весеннего половодья и МРВД.

Цель данной статьи – оценить применимость метода расчета МРВД из СП для малых рек КО.

Метод расчета максимального расхода малой реки по действующему СП

Более половины всех инженерных гидрологических изысканий в КО проводится в бассейнах малых водотоков [8] при площади водосборного бассейна реки $A < 200 \text{ км}^2$. СП предписывает рассчитывать максимальный расход воды дождевого паводка (МРВД) заданной вероятности превышения по редуцированной формуле III (в СП опечатка: в табл. Б.7 эта формула называется (6.23), тогда как она имеет номер (7.23), формулы с номером (6.23) в СП нет):

$$Q_{p\%} = q'_{1\%} \varphi H_{1\%} \delta \lambda_{p\%} A, \quad (1)$$

где $q'_{1\%}$ – относительный модуль МРВД ежегодной вероятности превышения $P = 1 \%$, представляющий отношение

$$q'_{1\%} = q_{1\%} / \varphi H_{1\%}; \quad (2)$$

Величину $q'_{1\%}$ определяют для исследуемого района в зависимости от гидроморфометрической характеристики русла Φ_p и продолжительности склонового добега $\tau_{ск}$, мин; φ – сборный коэффициент стока; $H_{1\%}$ – максимальный суточный слой осадков вероятности превышения $P = 1 \%$, мм; определяют по данным ближайших метеорологических станций; A – площадь водосбора, км^2 ; $\lambda_{p\%}$ – переходный коэффициент от максимальных срочных расходов воды ежегодной вероятности превышения $P = 1 \%$ к значениям другой вероятности превышения δ – поправочный коэффициент, учитывающий для исследуемой реки и реки-аналога регулирующее влияние озер:

$$\delta = 1 / (1 + C_o A_{оз}). \quad (3)$$

где C_o – эмпирический коэффициент принимаемый равным 0,2 для лесной и лесостепной зон; $A_{оз}$ – озерность, %, параметр, рассчитываемый по формуле:

$$A_{оз} = \sum_{i=1}^n (100 S_i A_i / A^2), \quad (4)$$

где S_i – площадь зеркала i -го озера, расположенного на водосборе реки, км^2 ; A_i – площадь водосбора i -го озера, км^2 ;

Гидроморфометрическую характеристику русла исследуемой реки Φ_p определяют по формуле

$$\Phi_p = 1000 L / [m_p I_p^m A^{0,25} (\varphi H_{1\%})^{0,25}], \quad (4)$$

где m , m_p – гидравлические параметры, характеризующие состояние и шероховатость русла водотока (по СП для КО $m_p=11$; $m=0,33$); I_p – средневзвешенный уклон русла водотока, %.

Сборный коэффициент стока φ определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{\varphi_0}{(A+1)^{0,07}} \cdot \left(\frac{I_6}{50}\right)^{n_2}, \quad (5)$$

где c_2 — эмпирический коэффициент, который для тундры и лесной зоны принимают равным 1,2; φ_0 — сборный коэффициент стока для условного водосбора с площадью, равной 10 км^2 , и средним уклоном $I_в$, равным 50 ‰, определяется в зависимости от механического состава почв по таблице из СП; I_6 — средний уклон водосбора, ‰; n_2 — коэффициент, зависящий от типа и подтипа преобладающего почвенного слоя, принимается по расчетной таблице из СП.

Средний уклон склонов водосбора $I_{ск}$, ‰; определяют по картам в горизонталях по формуле

$$I_6 = \frac{1}{A} \cdot \left(h \cdot \sum_{i=1}^n l_i \right), \quad (6)$$

где $\sum_{i=1}^n l_i$ — сумма длин измеренных горизонталей в пределах водосбора, км; h — высота сечения рельефа, м;

МРВД реки Злой по данным наблюдений

Чтобы проверить применимость формулы (1) для определения МРВД в условиях КО, была поставлена задача: выполнить этот расчет для малой реки, в створе которой проводятся систематические гидрометрические измерения, и сравнить результат с величиной, получающейся по ряду наблюдений. Из водотоков КО, за которыми ведутся систематические гидрологические наблюдения до настоящего времени, только у реки Злой $A < 200 \text{ км}^2$. Для нее и выполним указанный расчет.

Чтобы сформировать ряд МРВД реки Злой, были рассмотрены результаты наблюдений за ежедневными расходами воды (ЕРВ). Такие результаты имеются гидрологических ежегодниках (с 1961 года — с пропусками), в Автоматизированной информационной системе государственного мониторинга водных объектов³ — с 2008 года.

Важно заметить, что формулы (1)-(6) предназначены для расчета МРВ в теплое время года. Тогда как в КО наибольшую опасность представляют зимние паводки (ЗП). Для примера рассмотрим гидрограф р. Злой во второй половине 1980 года (рис. 1).

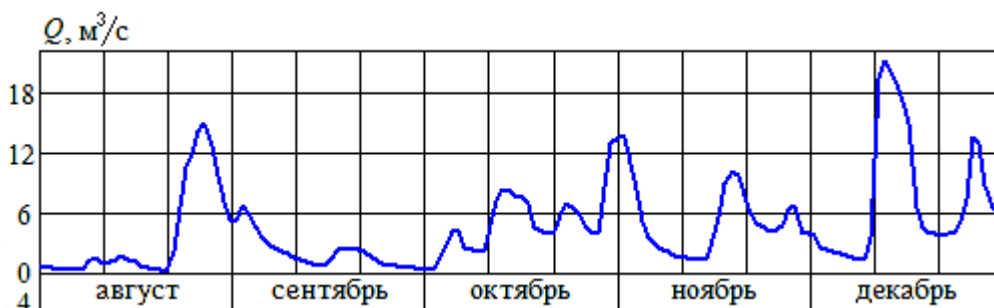


Рисунок 1 – ЕРВ р. Злой (ГП Приозерье) во второй половине 1980 года по данным⁴

³ Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс]. URL:<https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 28.08.2023).

⁴ Ежедневные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1980 г. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища. Том. 1. Выпуск 5,6. Бассейн рек Нямунас, Преголи и Вислы. Вильнюс: Гидрометеоздат, 1982. 284 с.

По рис. 1 в теплое время, 27 августа 1980 года на реке Злой наблюдался дождевой паводок; МРВД составил $15,1 \text{ м}^3/\text{с}$. Именно это значение включаем в ряд МРВД. Но в начале декабря 1980 наблюдался ЗП с большим расходом воды ($21,1 \text{ м}^3/\text{с}$). Это немногим меньше максимума расхода воды весеннего половодья 03.04.1980: $22,1 \text{ м}^3/\text{с}$.

По ряду МРВД были найдены числовые параметры теоретической кривой обеспеченности, в качестве которой было принято трехпараметрическое гамма-распределение (Крицкого-Менкеля) [9]:

$$f_{\Gamma}(k) := \frac{1}{b \cdot \Gamma(a)} \cdot \left(\frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)} \right)^{a/b} \cdot k^{a/b-1} \cdot \exp \left[- \left(\frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)} \cdot k \right)^{1/b} \right], \quad (7)$$

$k_i = Q_i/Q_s$ – модульный коэффициент; $Q_s = 5,35 \text{ м}^3/\text{с}$ – среднее многолетнее значение МРВД; Γ – гамма-функция; a, b – параметры распределения, найденные методом наибольшего правдоподобия, путем решения численным методом системы уравнений (8), (9) из [9]:

$$\lambda_2 + \ln \left(\frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)} \right) - \frac{b}{\Gamma(a)} \cdot \left(\int_0^{\infty} t^{a-1} \cdot \ln(t) \cdot \exp(-t) dt \right) = 0; \quad (8)$$

$$a \cdot \lambda_2 - \left(\frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)} \right)^{1/b} \cdot \left[\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n \left[\ln(k_i) \cdot (k_i)^{1/b} \right] \right] + b = 0; \quad (9)$$

где вспомогательный параметр рассчитывается по формуле (10):

$$\lambda_2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n \ln(k_i). \quad (10)$$

Решение системы уравнений (8)-(9): $a = 1,379$; $b = 0,652$. На рис. 2 представлена эмпирическая и теоретическая вероятность превышения МРВД реки Злой (ГП Приозерье). Теоретическая кривая хорошо согласуется с результатами наблюдений. Исключение – наибольшее значение МРВД в 1980 году.

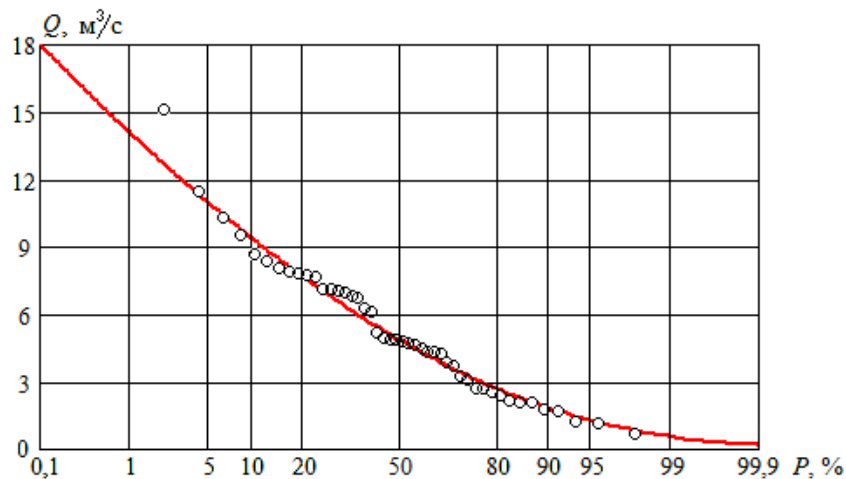


Рисунок 2 – Эмпирическая (точки) и теоретическая (линия) вероятность превышения МРВД реки Злой (ГП Приозерье)

Результаты и их обсуждение

По теоретической кривой найдено значение МРВД с вероятностью превышения 1%:
 $Q_{T1\%} = 14,0 \text{ м}^3/\text{с}$;

Примем, что рассматриваемый створ находится на р. Злой и имеет те же характеристики, что и в пункте наблюдений: $A = 142 \text{ км}^2$; $L = 50 \text{ км}$; $J = 0,9 \text{ ‰}$.

В бассейне р. Злой преобладающие почвы – глеево-болотные, подзолистые, лесные (суглинистый и глинистый). Для таких почв согласно [10] значения эмпирических коэффициентов такие: $\psi_0 = 0,38$, $n_2=0,65$. Средний уклон водосбора у реки Злой 9,7 ‰. При уклоне менее 15‰ по СП в расчете принимают $I_B = 15\text{‰}$.

Ближайшая к бассейну р.Злой – МС Советск. По данным Калининградского ЦГМС за все время наблюдений максимальный суточный слой осадков (вероятности превышения $P = 1 \text{ ‰}$) $H_{1\%} = 111 \text{ мм}$. По нашим расчетам (за период 1977-2021), он меньше – $H_{1\%} = 76,5 \text{ мм}$ – по суточным суммам атмосферных осадков, $H_{1\%} = 88,5 \text{ мм}$ – по 8-срочным измерениям сумм осадков.

Примем $H_{1\%} = 111 \text{ мм}$. тогда по формуле (4) $\Phi_p = 668,0$. Таблица для определения относительного модуля максимального срочного расхода воды (ежегодной вероятности превышения $P = 1 \text{ ‰}$) $q'_{1\%}$ в зависимости от продолжительности времени склонового добегания τ и Φ_p имеется в таблице приложения 21⁵ (в действующем СП¹ такая таблица отсутствует). Однако, в этой таблице наибольшее значение $\Phi_p=300$. Поэтому в инженерных расчетах либо принимают $\Phi_p=300$, либо экстраполируют зависимость $q'_{1\%}(\Phi_p)$ на меньшие значения аргумента. Например, по формуле (рис. 3):

$$q'_{1\%} = q_0 \cdot \Phi_p^{-\gamma}, \quad (11)$$

где значения эмпирических коэффициентов для малых рек КО: $q_0=3,21$; $\gamma=1,045$. Линия на рис. 3 хорошо согласуется с табличными значениями.

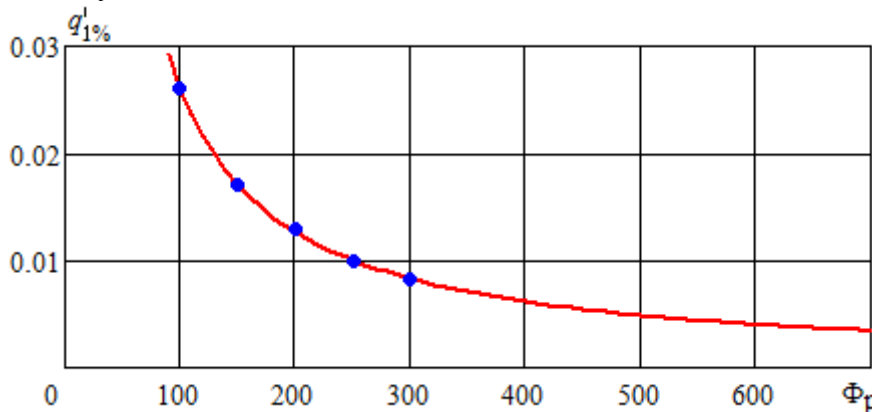


Рисунок 3 – Экстраполяция зависимости $q'_{1\%}(\Phi_p)$. Точки – значения из СНиП⁵, линия – результат расчета по формуле (11)

Примем для определенности предельное значение $\Phi_p=300$. Как указано в СП¹ время добегания для лесной зоны можно принять равной $\tau=60 \text{ мин}$. Тогда по таблице 21 из СНиП $q'_{1\%}=0,0082$. Подставляя названные значения эмпирических параметров в формулу (1), получим $Q_{1\%} = 19,0 \text{ м}^3/\text{с}$. Это заметно больше, чем значение, полученное по ряду наблюдений МРВД $Q_{T1\%}$.

⁵ СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. Издание официальное. Москва: Стройиздат, 1985. 36 с

Если принять $H_{1\%} = 76,5$ мм, то все равно получается $\Phi_p=744$, больше предельного значения. Повторяя расчет, получим значение $Q_{1\%} = 13,1$ м³/с, довольно близкое к $Q_{T1\%} = 14,0$ м³/с.

Заключение

По методике, предписываемой СП¹, можно получить расчетное значение МРВД обеспеченностью 1% (или другой вероятности превышения), близкое к значению, найденному по теоретическому распределению, если ввести ограничение $\Phi_p=300$. Но такое ограничение, как и экстраполяция на большие значения, не имеет теоретического обоснования. Получить такое обоснование для водотоков КО не представляется возможным, так как имеется ряд наблюдений только по одному малому водотоку. Использовать же результаты, полученные в других гидрологических условиях вряд ли целесообразно из-за гидрометеорологических особенностей КО.

В СП¹ предусмотрены формулы типа IV: объемные, генетические и другие формулы, основанные на расчете стока по осадкам, в том числе через индексы предшествующего увлажнения. Сделано примечание: «Структуру формул типа IV и методы определения параметров устанавливают в Территориальных строительных нормах». Таким образом, требуется изучение гидрологических особенностей территории (региона) и разработка региональных методов расчета. При этом следует учесть, что на малых реках КО максимальные расходы воды зимних паводков часто превышают расходы дождевых паводков теплого времени года.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта № 22-27-20016.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Основные гидрологические характеристики рек бассейна Верхней Волги: научно-прикладной справочник / под ред. В.Ю. Георгиевского. Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2015. 129 с.
2. Основные гидрологические характеристики рек бассейна Камы: научно-прикладной справочник / под ред. В.Ю. Георгиевского. Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2015. 135 с.
3. Основные гидрологические характеристики рек бассейна Нижней Волги: научно-прикладной справочник / под ред. В.Ю. Георгиевского. Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2015. 129 с.
4. Диваков О.В., Пунтусов В.Г. Особенности водного режима пойм Калининградской области // Инновации в науке и образовании. Труды IX Международной научной конференции (Калининград, 18–20.10.2011). В 2-х частях. Часть 1. Калининград: Изд-во КГТУ, 2011. С. 145-147.
5. Ахмедова Н.Р., Великанов Н.Л., Наумов В.А. Оценка качества воды малых водотоков Калининградской области // Вода: химия и экология. 2015. № 10. С. 20-25.
6. Ахмедова Н.Р., Наумов В.А. Анализ ряда максимальных годовых расходов воды реки Инструч (1901-2019) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. № 4(89). С. 170–179.
7. Наумов В.А. Максимальные годовые расходы воды малых рек Славского района Калининградской области // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 4. С.367-383.

8. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р. Инженерные изыскания в бассейне реки Преголи: монография. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. 183 с.
9. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 424 с.
10. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений / Под ред. А.В. Рождественского, А.Г. Лобановой. Санкт-Петербург: Нестор-История, 2009. 193 с.

REFERENCES

1. *Osnovnye gidrologicheskie harakteristiki rek bassejna Verhnej Volgi: nauchno-prikladnoj spravochnik* [Basic hydrological characteristics of the rivers of the Upper Volga basin: scientific and applied reference book]. / Pod red. V.Yu. Georgievskogo. Livny: Izdatel' Muhametov G.V., 2015. 129 p.
2. *Osnovnye gidrologicheskie harakteristiki rek bassejna Kamy: nauchno-prikladnoj spravochnik* [Basic hydrological characteristics of the rivers of the Kama basin: scientific and applied reference book]. Pod red. V.Yu. Georgievskogo. Livny: Izdatel' Muhametov G.V., 2015. 135 p.
3. *Osnovnye gidrologicheskie harakteristiki rek bassejna Nizhnej Volgi: nauchno-prikladnoj spravochnik* [Basic hydrological characteristics of the rivers of the Lower Volga basin: scientific and applied reference book]. Pod red. V.Yu. Georgievskogo. Livny: Izdatel' Muhametov G.V., 2015. 129 p.
4. Divakov O.V., Puntusov V.G. *Osobennosti vodnogo rezhima pol'derov Kaliningradskoj oblasti* [Features of the water regime of polders in the Kaliningrad region]. Innovacii v nauke i obrazovanii. Trudy IX Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (Kaliningrad, 18–20.10.2011). V 2-h chastyah. Chast' 1. Kaliningrad: Izd-vo KGTU, 2011, pp. 145-147.
5. Ahmedova N.R., Velikanov N.L., Naumov V.A. *Ocenka kachestva vody malyh vodotokov Kaliningradskoj oblasti* [Assessment of the water quality of small watercourses in the Kaliningrad region]. *Voda: himiya i ekologiya*. 2015. No. 10, p. 20-25.
6. Ahmedova N.R., Naumov V.A. *Analiz ryada maksimal'nyh godovyh raskhodov vody* [Analysis of a series of maximum annual water flows of the Instruch River (1901-2019)]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura*. 2022. № 4(89), pp. 170–179.
7. Naumov V.A. *Maksimal'nye godovye raskhody vody malyh rek Slavskogo rajona Kaliningradskoj oblasti* [Maximum annual water flows of small rivers in the Slavsky district of the Kaliningrad region]. *Melioraciya i gidrotehnika*. 2022. T. 12, No. 4, pp. 367-383.
8. Naumov V.A., Ahmedova N.R. *Inzhenernye izyskaniya v bassejne reki Pregoli: monografiya* [Engineering surveys in the Pregolya River basin: monograph]. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. 183 с.
9. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. *Statisticheskie metody v gidrologii* [Statistical methods in hydrology]. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 424 с.
10. *Metodicheskie rekomendacii po opredeleniyu raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik pri otsutstvii dannyh gidrometricheskikh nablyudenij* [Methodological recommendations for determining calculated hydrological characteristics in the absence of hydrometric observation data]. Pod red. A.V. Rozhdestvenskogo, A.G. Lobanovoj. Sankt-Peterburg: Nestor-Istoriya, 2009. 193 p.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ахмедова Наталья Равиловна – кандидат биологических наук, доцент, Калининградский государственный технический университет (236022, Россия, г. Калининград, Советский пр-т 1, e-mail: isfendi@mail.ru)

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Akhmedova Natalya Ravilovna – Ph.D. (Eng.), Assoc. Prof., Kaliningrad State Technical University (236022, Russia, Kaliningrad, Sovetsky Ave. 1, e-mail: isfendi@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 02.09.2023; одобрена после рецензирования 13.09.2023, принята к публикации 20.09.2023.

The article was submitted 02.09.2023; approved after reviewing 13.09.2023; accepted for publication 20.09.2023.