

Гидрологические исследования

УДК 556.53(470.26)(045)

Н.Р. Ахмедова, А.С. Кочкарева, В.А. Наумов

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РЯДЫ МАЛЫХ РЕК СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

В статье представлены результаты гидрологических расчетов для малых водотоков, расположенных в Славском районе Калининградской области. Эта территория представляет значительный интерес, т. к. на ней расположен самый крупный в регионе массив полейдерных земель. В определенные периоды на изучаемом участке проводились систематические наблюдения за гидрологическими характеристиками некоторых водных объектов: р. Злая – п. Приозерье, р. Оса – п. Краснознаменское, р. Немонинка – п. Тимирязево, в настоящее время действует только один гидрологический пост. В данной работе с учетом требований нормативных документов обоснован выбор рек-аналогов: для р. Злой – р. Инстроч, для рек Осы и Немонинки – р. Злая. По данным гидрологических наблюдений и восстановленных значений построены теоретические кривые обеспеченности среднегодовых расходов исследуемых рек и определены значения среднегодовых расходов различной обеспеченности. Полученные данные могут быть использованы при выполнении инженерных изысканий, разработке мероприятий, направленных на устойчивое функционирование водохозяйственных систем, определении экологического стока.

Ключевые слова: Славский район, река-аналог, река Инстроч, река Злая, река Оса, река Немонинка, малые реки, восстановление ряда, гидрология.

DOI: 10.35634/2412-9518-2022-32-3-335-343

Малые реки наиболее чувствительны к различным антропогенным воздействиям. Строительство гидротехнических сооружений, осушение болот, введение в эксплуатацию мелиоративных систем, сброс сточных вод могут заметно повлиять на экологическое состояние и гидрологические характеристики таких водотоков. Поэтому изучению различных вопросов состояния бассейнов малых рек посвящено много публикаций [1-4]. Так в [1] показано, что утвержденный норматив допустимого сброса очищенных сточных вод в малую реку Нерпу составляет 2301,6 тыс. м³ в год, откуда средний допустимый расход стоков 0,1306 м³/с. По данным наблюдений ОАО «Гусев-КОС», расход воды в реке Нерпе варьировался от 0,07 до 0,15 м³/с, т. е. он может оказаться меньше расхода сточных вод.

Наряду с общими закономерностями, присущими малым рекам Северо-Западного федерального округа России, водотоки Калининградской области имеют существенные особенности. Эти особенности связаны с деятельностью за период нескольких веков в Восточной Пруссии переселенцев из Нидерландов. Было построено большое количество осушительных систем с механическим подъемом воды – полейдеров. Часть малых рек стала водоприемниками вод с осушаемых земель, их русла были углублены и спрямлены. В настоящее время на территории Калининградской области расположено около 20 % всех мелиорированных земель и 70 % полейдеров России.

Как известно, в 60–70-е гг. прошлого века в нашей стране было развернуто строительство большого количества осушительных мелиоративных систем. В Калининградской области также вкладывались значительные средства в эту отрасль, включая расширение и реконструкцию уже существующих осушительных систем. Весьма интересным представляется анализ влияния осушительных мероприятий на гидрологические характеристики водотоков (обзор приведен в [5]). Но, к сожалению, он, практически, не применим к водотокам Калининградской области, т. к. осушительные системы были созданы раньше начала систематических гидрологических наблюдений.

Самый крупный в Калининградской области (и в России) массив полейдерных земель, площадь которого составляет примерно 68 тыс. гектар, расположен в Славском районе. Этим объясняется повышенный научный интерес к состоянию водотоков этой территории [6–9].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта № 22-27-20016.

Для анализа состояния бассейнов малых рек важно иметь многолетнюю, достоверную гидрологическую информацию. Во время интенсивных работ по осушению на малых реках Славского района действовало три гидрологических поста (ГП): на р. Злой – п. Приозерье (с 1961 г. по настоящее время), р. Осе – п. Краснознаменское (1962–1972 гг.), р. Немонинке – п. Тимирязево (1962–1986 гг.). В настоящее время на малых реках Славского района действует только один ГП на реке Злой. В связи с этим представляется весьма актуальной работа [8], в которой была предпринята попытка восстановления гидрологических рядов на ГП малых рек Славского района. Однако весьма спорным является выбор рек в Польше, Германии и Шотландии в качестве аналогов для малых рек в Славском районе Калининградской области. Нарушено требование географической близости расположения водосборов, а также ряд условий гидрологического подобия. Допущенные в [8] неточности и ошибки могут привести к заметному искажению результатов расчетов.

Цель работы – определить основные гидрологические характеристики малых водотоков, протекающих по территории польдерных земель Славского района Калининградской области: р. Злой, р. Осы, р. Немонинки, которые можно использовать в практической деятельности.

Материалы и методы исследований

В данной работе исследовались гидрологические ряды среднегодовых расходов р. Злой, р. Осы и р. Немонинки, которые относятся к бассейну реки Немонин, впадающей в Куршский залив Балтийского моря, и р. Инструч, являющейся притоком р. Преголи. Основные сведения о ГП на изучаемых водотоках представлены на рис. 1 (за основу взята схема, подготовленная Д.А. Домниним [10]) и в табл. 1.

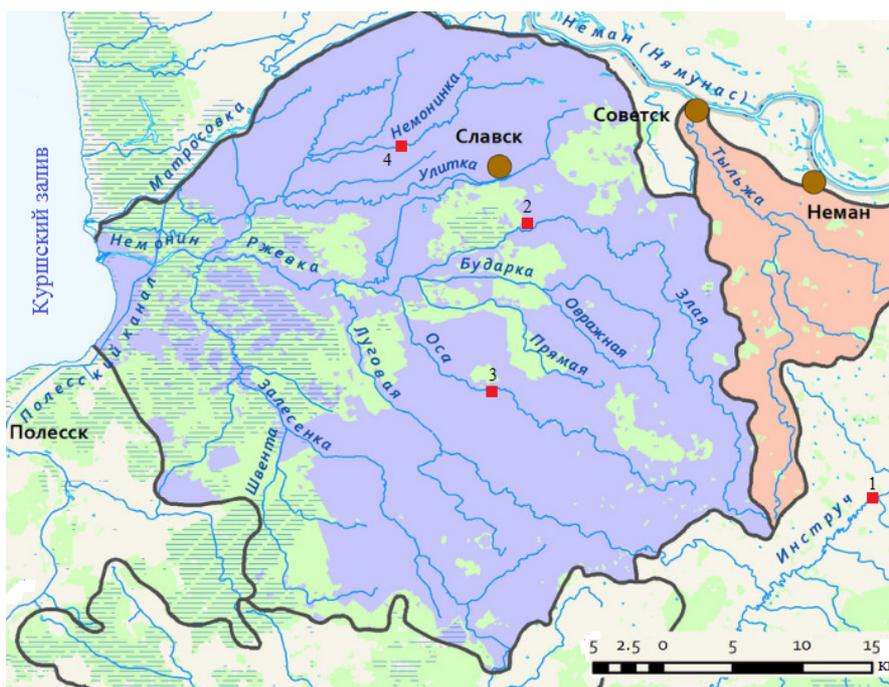


Рис. 1. Схема расположения гидрологических постов: 1 – р. Инструч (Ульяново), 2 – р. Злая (Приозерье), 3 – р. Оса (Краснознаменское), 4 – р. Немонинка (Тимирязево)

Таблица 1

Сведения о гидрологических постах [11]

№ п/п	Река – ГП	Площадь до ГП, км ²	Расстояние от истока, км	Годы наблюдений	<i>t</i> , лет*
1	Инструч – п. Ульяново	587	51	1885 – наст. время	42
2	Злая – п. Приозерье	142	50	1961 – наст. время	42
3	Оса – п. Краснознаменское	68,5	26	1962–1972	11
4	Немонинка – п. Тимирязево	75	25	1962–1986	25

Примечание: *t*, лет* – объем имеющихся наблюдений, совместных с ГП на реке Злой.

Исходные данные до 1986 г. были взяты из гидрологических ежегодников ([12-14] и др.), за последующие годы из [11; 15]. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [15] в настоящее время предоставляет данные наблюдений по 2019 г.

ГП на реке Злой действует с 1961 г., по данному посту отсутствуют наблюдения за следующие семь лет: 1987–1989, 1992, 2005–2007. В работе [8] для восстановления значений расходов за указанные годы в качестве аналога для р. Злой была использована река Вотерлейт (Water of Leith), протекающая через Эдинбург. Однако фазы водности Среднешотландской низменности и Калининградской области не совпадают.

Авторы данной работы считают, что в качестве аналога для восстановления гидрологического ряда р. Злой целесообразно выбрать р. Инструч, которая является средней рекой и относится к бассейну р. Преголи, но действующий на р. Инструч ГП в п. Ульяново расположен всего в 51 км от ее истока в непосредственной близости бассейна р. Немонин (рис. 1). Учитывая, что за некоторые годы данные неполные (например, ГП р. Инструч в 1965 г. в [14] – только с 1 мая), на указанных двух ГП имеются совместные наблюдения за $m=42$ года. Тогда как в [8] использовано всего $m=10$.

Для восстановления пропущенных данных использовался метод, описанный в [16]. Так как статистическая связь средних годовых расходов рек Инструч (Q_1) и Злой (Q_2) формируется за счет присутствия случайной составляющей в структуре обеих сравниваемых величин, то за ее оценку нужно принимать линию, соответствующую центральной оси эллипса рассеяния переменных [16]. Эта линия занимает среднее положение между регрессиями Q_2 по Q_1 (1) и Q_1 по Q_2 и описывается уравнением (3):

$$Q_2 = Q_{s2} + r \cdot (Q_1 - Q_{s1}) \cdot \sigma_2 / \sigma_1, \quad (1)$$

$$Q_1 = Q_{s1} + r \cdot (Q_2 - Q_{s2}) \cdot \sigma_1 / \sigma_2, \quad (2)$$

$$Q_2 = Q_{s2} + (Q_1 - Q_{s1}) \cdot \sigma_2 / \sigma_1, \quad (3)$$

где r – коэффициент парной корреляции; Q_{s1} , Q_{s2} – средние значения модулей стока за годы совместных наблюдений; σ_1 , σ_2 – средние квадратичные отклонения.

Особенность приведенного уравнения (3) заключается в том, что в указанных условиях оно характеризует связь не исходных величин, а их детерминированных составляющих.

Результаты и их обсуждение

На рис. 2 показана связь между модулями годового стока р. Злой и р. Инструч, которая была выбрана в качестве аналога для восстановления рядов. Все требования нормативного документа (СП 33-101-2003²) к статистическим характеристикам выполнены, в том числе значение коэффициента парной корреляции $r = 0,721 > 0,7$. Таким образом, для восстановления гидрологических данных р. Злой целесообразно использовать в качестве реки-аналога р. Инструч.

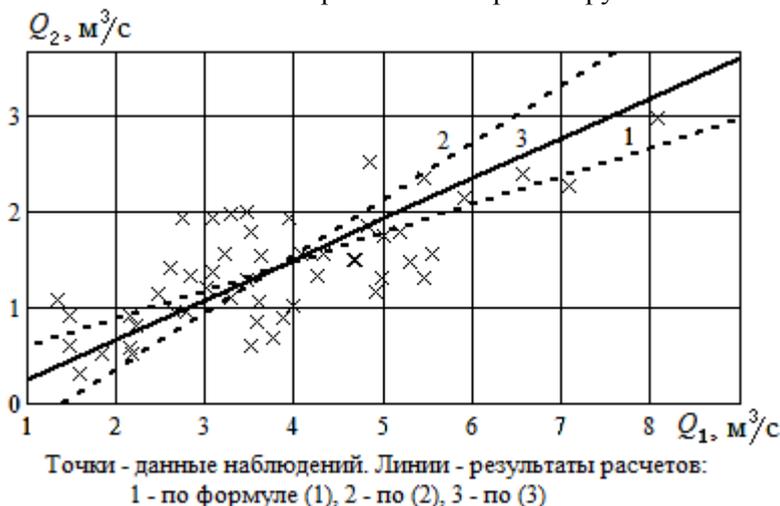


Рис. 2. Связь между модулями годового стока реки Инструч Q_1 и реки Злой Q_2 .

² Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М.: Госстрой России, 2004. 74 с.

При рассмотрении возможности использования для восстановления значений среднегодовых расходов р. Осы данных реки-аналога р. Ягст (Jagst, Германия), установлено, что в статье [8] были приведены среднегодовые расходы реки Осы за некоторые годы, отличающиеся от значений, приведенных в Гидрологических ежегодниках (ГЕ) [12–14] (табл. 2). Особенно большое искажение (почти в три раза больше) было допущено в значении 1965 г. После исправления коэффициент корреляции между среднегодовыми расходами (1963–1972) рек Осы и Ягст оказался всего 0,357, а не 0,752, как указано в [8]. Уже по этому показателю нельзя принимать реку Ягст в качестве аналога для восстановления гидрологического ряда реки Осы.

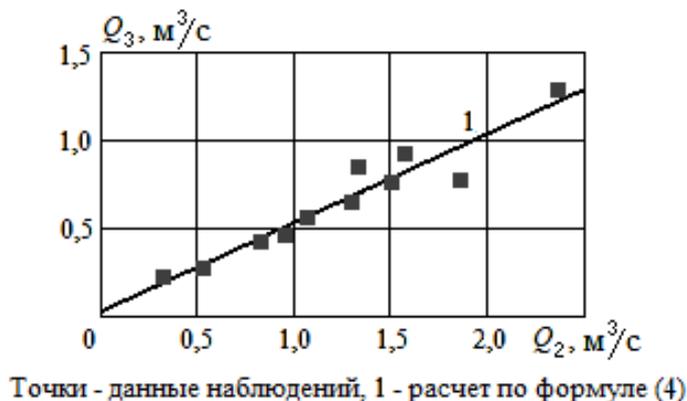
Таблица 2

Среднегодовые расходы реки Осы, м³/с (1963–1966 гг.)

Источники	Годы			
	1963	1964	1965	1966
По ГЕ [12-14]	0,92	0,28	0,46	0,85
В статье [8]	1,04	0,39	1,37	0,85
Отклонение, %	+13,0	+39,3	+197	0

Река Оса является притоком реки Ржевки, как и река Злая (рис. 1), поэтому возможность использования р. Злой в качестве аналога для р. Осы рассматривалась в первую очередь. Коэффициент корреляции между их среднегодовыми расходами (0,956) очень высок. На рис. 3, подобном рис. 2, линии 1, 2, 3, практически сливаются. Уравнение линейной регрессии:

$$Q_3 = 0,027 + 0,505 \cdot Q_2 \quad (4)$$

Рис. 3. Связь между среднегодовыми расходами реки Злой Q_2 и реки Осы Q_3 (1962–1972 гг.).

Восстановленный гидрологический ряд реки Осы, представленный на рис. 4, заметно отличается от такового в [8]. Кроме уже названной ошибки в данных наблюдений (1965 г.), наиболее многоводными в бассейне реки Немонин были 1980 и 2012 годы, тогда как река Ягст имела наибольшие годовые расходы 1988, 2016, 2017. Очень маловодными годами реки Ягст были 1994 и особенно 1993, тогда как в бассейне реки Немонин это были годы средней водности, а наименьший годовой сток наблюдался в 2006 г.

Аналогичные расхождения выявлены с восстановленным рядом реки Немонинки, показанным на рис. 5. В [8] в качестве аналога была принята река Царна (Czarna) в Польше – левый приток Вислы. Самыми многоводными у этой реки были 1988, 1994 и 2002 годы, тогда как в бассейне реки Немонин в указанные годы наблюдалась средняя водность. Не совпадают также и годы малой водности.

Для исправленных таким образом гидрологических рядов малых рек Славского района нами были построены теоретические кривые обеспеченности. Была использована ранее разработанная в среде Mathcad программа для расчета трехпараметрического гамма-распределения (Крицкого-Менкеля) [17]. Эмпирические данные и теоретическая кривая обеспеченности (вероятности превышения) среднегодовых расходов реки Осы показаны на рис. 6.

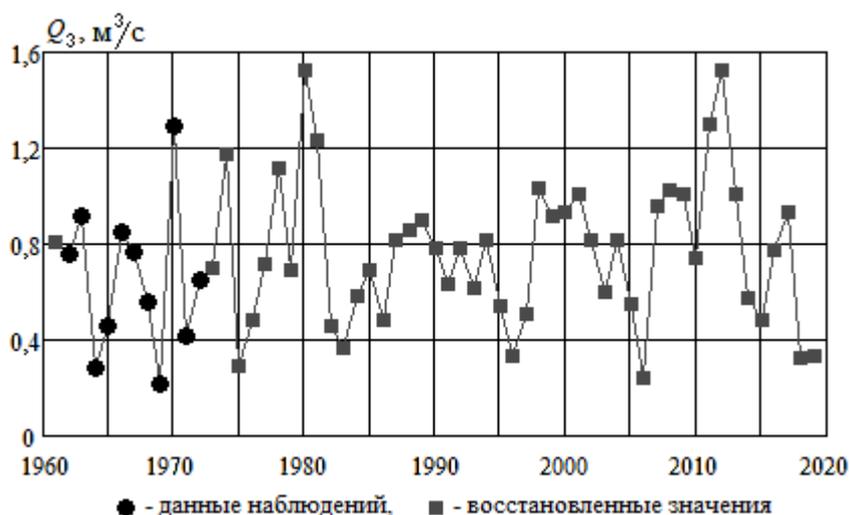


Рис. 4. Ряд среднегодовых расходов реки Осы (1961–2019 гг.)

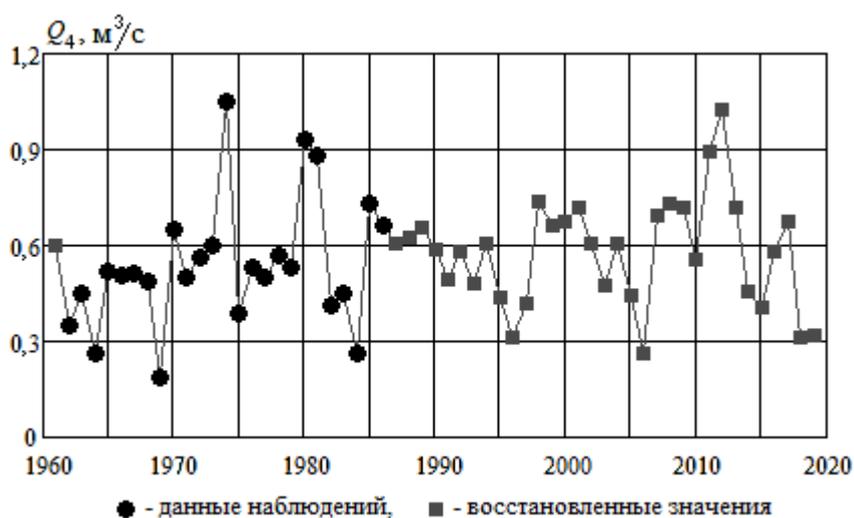


Рис. 5. Ряд среднегодовых расходов реки Немонинки (1961–2019 гг.)

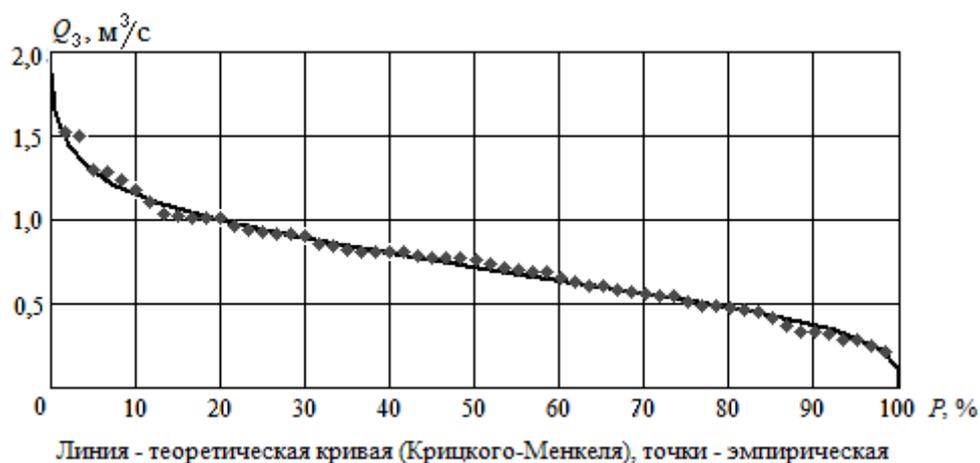


Рис. 6. Кривая обеспеченности среднегодовых расходов реки Осы (1961–2019 гг.).

В табл. 3 представлено сравнение параметров распределения Крицкого-Менкеля среднегодовых расходов в данной статье и в [8]: C_v – коэффициент вариации, C_s – коэффициент асимметрии, ϵ_K – отклонение параметра K из-за неточностей и ошибок в [8]:

$$\varepsilon = 100 \cdot (K_0 - K_p) / K_p, \quad (5)$$

где K_p – значение параметра K , рассчитанное в данной статье, K_0 – значение того же параметра в [8].

Видно, что наименьшее отклонение многолетней нормы расходов и коэффициента вариации получилось у параметров, рассчитанных для реки Злой. Это связано с тем, что для реки Злой было восстановлено всего 7 членов из 59. Ошибки в [8] заметно повлияли лишь на C_s .

Так же в табл. 3 представлено сравнение полученных расчетных значений расходов трех малых рек различной обеспеченности в данной статье и в [8]. Отклонения, обусловленные ошибками и неточностью расчета в [8] определялись по формуле:

$$\varepsilon = 100 \cdot (Q_0 - Q_p) / Q_p, \quad (6)$$

где Q_p – расход заданной обеспеченности, рассчитанный в данной статье, Q_0 – расход той же обеспеченности в [8].

Более всего в [8] были искажены параметры гидрологического ряда реки Немонинки (коэффициент вариации – больше на 52 %).

Таблица 3

Сравнение параметров распределения Крицкого-Менкеля среднегодовых расходов в данной статье и в [9]

Река	$Q_s, \text{ м}^3/\text{с}$		$\varepsilon_Q, \%$	C_v		$\varepsilon_v, \%$	C_s		$\varepsilon_s, \%$
	расчет	в [8]		Расчет	в [8]		расчет	в [8]	
Злая	1,42	1,45	1,9	0,420	0,40	-4,9	0,445	0,58	30,2
Оса	0,765	0,71	-4,8	0,408	0,46	12,7	0,466	0,40	-14,2
Немонинка	0,562	0,47	-16,3	0,322	0,49	52,1	0,472	0,71	50,4

Теоретическое распределение на практике используется для определения расчетных расходов заданной обеспеченности. В табл. 4 представлено сравнение результатов расчета среднегодовых расходов заданной обеспеченности в данной статье и в [8]. Из табл. 4 видно, что при малой вероятности превышения P погрешность, вносимая неточным определением параметров теоретического распределения, невелика (наибольшая – всего 6,4 %), однако при определении расчетных расходов большой обеспеченности отклонение превышает 30 % ($P = 90\%$) и даже 40 % (при $P = 95\%$). Заметим, что для реки Злой погрешность остается сравнительно небольшой и при высокой вероятности превышения. Причина уже была указана – малое количество восстановленных членов гидрологического ряда этой реки.

Таблица 4

Сравнение результатов расчета среднегодовых расходов заданной обеспеченности в данной статье и в [8]

Река	$Q_{1\%}, \text{ м}^3/\text{с}$		$\varepsilon_{1\%}, \%$	$Q_{90\%}, \text{ м}^3/\text{с}$		$\varepsilon_{90\%}, \%$	$Q_{95\%}, \text{ м}^3/\text{с}$		$\varepsilon_{95\%}, \%$
	расчет	в [8]		расчет	в [8]		расчет	в [8]	
Злая	2,99	3,01	0,6	0,685	0,76	11,0	0,532	0,61	14,7
Оса	1,56	1,50	-3,8	0,374	0,26	-30,5	0,298	0,17	-42,9
Немонинка	1,03	1,13	6,4	0,338	0,20	-39,9	0,287	0,15	-46,0

Заключение

Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что использование в качестве аналогов рек в Польше, Германии и Шотландии, как предлагается в работе [8], для восстановления гидрологических рядов р. Злой, р. Осы, р. Немонинки может привести к заметному искажению результатов расчетов.

В работе доказано, что для восстановления гидрологического ряда среднегодовых расходов р. Злой в качестве реки-аналога целесообразно принимать р. Инструч, которая удовлетворяет требованиям, изложенным в нормативных документах. Так же в работе обосновано использование р. Злой в качестве реки-аналога для р. Осы и р. Немонинки.

Определены значения среднегодовых расходов различной обеспеченности для исследуемых водотоков в месте расположения гидрологических постов: р. Злая – п. Приозерье, р. Оса – п. Краснознаменское, р. Немонинка – п. Тимирязево.

Результаты работы могут быть использованы при выполнении гидрологических и экологических исследований, в практической деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Великанов Н.Л., Наумов В.А. Сброс сточных вод в малые водотоки // Вода: химия и экология. 2017. № 10. С. 86–93.
2. Чалов Р.С., Ботавин Д.В., Варенов А.Л., Завадский А.С., Тарбеева А.М. Формирование русел малых рек Приволжской возвышенности в условиях многовекового сельскохозяйственного освоения // География и природные ресурсы. 2018. № 3. С. 86–94.
3. Faiz M.A., Liu D. Fu Q., Khan M.I., Li T. Cui S. Assessment of characteristics and distinguished hydrological periods of a river regime. *Environmental Earth Sciences*. 2018. Vol. 77. Pp. 1–12.
4. Sagdeev N.Z., Yunusov G.Kh., Khamzaeva J.T. On the problem of calculation of water resources of small low-mountain rivers. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*. 2020. Vol. 24. Iss. 8. pp. 6276–6291.
5. Назаров Н.Н. Гидрологические последствия осушительной мелиорации и русловые процессы // Географический вестник. 2014. № 1 (28). С. 4–9.
6. Нагорнова Н.Н., Берникова Т.А., Цупкиова Н.А. Гидрогеохимическая характеристика малых рек Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2011. № 7. С. 160–166.
7. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Маркова Л.В., Смирнова А.А. Результаты натурных исследований малых водотоков на мелиорированных землях региона // Вода: химия и экология. 2013. № 7. С. 18–26.
8. Спиринов Ю.А. Гидрологические характеристики речного стока в геоэкологических исследованиях поверхностных вод Славского района Калининградской области // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2021. Т. 31, вып. 2. С. 185–197.
9. Спиринов Ю.А., Пунтусов В.Г. Тенденции и перспективы развития гидромелиоративного комплекса Славского района Калининградской области // Овощи России. 2021. № 2. С. 86–92.
10. Схема бассейнов рек побережья Куршского залива // Некоммерческий фонд «Исток». URL: https://istok39.ru/shema_kurcsh (дата обращения: 30.04.2022).
11. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Неман и рек бассейна Балтийского моря (Российская часть в Калининградской области): утв. приказом Невско-Ладужского БВУ Федерального агентства водных ресурсов № 171 от 09.12.2014. URL: <http://www.nord-west-water.ru/activities/ndv/page-2/> (дата обращения: 28.04.2022).
12. Гидрологический ежегодник 1963 г. Т. 1. Бассейн Балтийского моря / Под ред. Д.И. Абрайтене. Л.: Гидрометеоздат, 1965. Вып. 5, 6. 237 с.
13. Гидрологический ежегодник 1964 г. Т. 1. Бассейн Балтийского моря / Под ред. Д.И. Абрайтене. Л.: Гидрометеоздат, 1966. Вып. 5, 6. 264 с.
14. Гидрологический ежегодник 1965 г. Т. 1. Бассейн Балтийского моря / Под ред. Д.И. Абрайтене. Л.: Гидрометеоздат, 1967. Вып. 5, 6. 241 с.
15. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 29.04.2022).
16. Иванов Е.Г. Об особенностях формирования и способах описания статистических зависимостей в гидрологии // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2007. № 2. С. 22–27.
17. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р. Инженерные изыскания в бассейне реки Преголи: монография. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. 183 с.

Поступила в редакцию 12.07.2022

Ахмедова Наталья Равиловна, кандидат биологических наук,
доцент кафедры техносферной безопасности и природообустройства
E-mail isfendi@mail.ru

Наумов Владимир Аркадьевич, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры техносферной безопасности и природообустройства
E-mail van-old@mail.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
236022, Россия, г. Калининград, Советский пр., 1

Кочкарева Анастасия Сергеевна, инженер-проектировщик
ГБУ КО «Калининградмелиорация»
236022, Россия, г. Калининград, ул. Д. Донского, 11
E-mail ya.nst-395@yandex.ru

N.R. Akhmedova, A.S. Kochkareva, V.A. Naumov

**HYDROLOGICAL SERIES OF SMALL RIVERS IN THE SLAVSK DISTRICT
OF THE KALININGRAD REGION**

DOI: 10.35634/2412-9518-2022-32-3-335-343

The article presents the results of hydrological calculations for small watercourses located in the Slavsk district of the Kaliningrad region. This territory is of considerable interest, as it contains the largest array of polder lands in the region. At certain periods, systematic observations of the hydrological characteristics of some water bodies were carried out on the studied territory: Zlaya river – Krasnoznamenskoye village, Osa river – Priozerye village, Nemoninka river – Timiryazev village; currently there is only one hydrological post. In this work, taking into account the requirements of regulatory documents, the choice of analogous rivers is justified: for Zlaya river – Instruch river, for Osa and Nemoninka rivers – Zlaya River. According to the data of hydrological observations and the restored values, theoretical probability curves of average annual discharge of the studied rivers are constructed and the values of average annual discharge of various probability are determined. The data obtained can be used in the performance of engineering surveys, the development of measures aimed at the sustainable functioning of water management systems, the determination of ecological runoff.

Keywords: Slavsk district, analogue river, Instruch river, Zlaya river, Osa river, Nemoninka river, small rivers, series restoration, hydrology.

REFERENCES

1. Velikanov N.L., Naumov V.A. [Discharge of sewage into streams], in *Voda: himiya i ekologiya [Water: chemistry and ecology]*, 2017, no. 10, pp. 86–93 (in Russ.).
2. Chalov R.S., Botavin D.V., Varyonov A.L., Zavadskij A.S., Tarbeeva A.M. [Formation of small river channels of the Volga upland in conditions of centuries-long agricultural development], in *Geografiya i prirodnye resursy [Geography and natural resources]*, 2018, no. 3, pp. 86–94 (in Russ.).
3. Faiz M.A., Liu D. Fu Q., Khan M.I., Li T. Cui S. Assessment of characteristics and distinguished hydrological periods of a river regime, in *Environmental Earth Sciences*, 2018, vol. 77, pp. 1–12.
4. Sagdeev N.Z., Yunusov G.Kh., Khamzaeva J.T. On the problem of calculation of water resources of small low-mountain rivers, in *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 2020, vol. 24, iss. 8, pp. 6276–6291.
5. Nazarov N.N. [Hydrological consequences of drying land improvement and channel processes], in *Geograficheskiy vestnik [Geographical Bulletin]*, 2014, no. 1(28), pp. 4–9 (in Russ.).
6. Nagornova N.N., Bernikova T.A., Tsupikova N.A. [The geocological description of minor rivers of the Kaliningrad region], in *Vestn. Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Estestvennye i meditsinskie nauki [IKBFU's Vestnik. Natural and medical sciences]*, 2011, no. 7, pp. 160–166 (in Russ.).
7. Velikanov N.L., Naumov V.A., Markova L.V., Smirnova A.A. [Results of natural researches of small water flows on reclaimed soils], in *Voda: himiya i ekologiya [Water: chemistry and ecology]*, 2013, no. 7, pp. 18–26 (in Russ.).
8. Spirin Yu.A. [Hydrological characteristics of river runoff in geocological studies of surface water in the Slavsky district, Kaliningrad region], in *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle [Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences]*, 2021, vol. 31, no. 2, pp. 185–197 (in Russ.).
9. Spirin Yu.A., Puntusov V.G. [Trends and prospects for the development of the irrigation and drainage complex of the Slavsky district of the Kaliningrad region], in *Ovoshchi Rossii [Vegetable crops of Russia]*, 2021, no. 2, pp. 86–92 (in Russ.).
10. Skhema basseynov rek poberezh'ya Kurshskogo zaliva, Sayt Nekommercheskiogo fonda “Istok” [Scheme of river basins of the Curonian Lagoon coast / Website of the Non-profit foundation “Istok”], Available at: https://istok39.ru/shema_kurcsh (accessed: 30.04.2022) (in Russ.).
11. *Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh ob'ektov basseyna reki Neman i rek basseyna Baltiyskogo morya (Rossiyskaya chast' v Kaliningradskoy oblasti)* [Scheme of integrated use and protection of water bodies of the basin of the Neman River and the rivers of the Baltic Sea basin (the Russian part in the Kaliningrad region)], Available at: <http://www.nord-west-water.ru/activities/ndv/page-2/> (accessed: 28.04.2022) (in Russ.).
12. *Gidrologicheskiy ezhegodnik 1963 g. T. 1. Basseyn Baltiyskogo morya* [Hydrological Yearbook 1963. Vol. 1. Baltic Sea basin], Abraitene D.I. (ed), Leningrad: Hydrometeoizdat, 1965, iss. 5, 6, 237 p. (in Russ.).

13. *Gidrologicheskiy ezhegodnik 1964 g. T. 1. Basseyn Baltiyskogo morya* [Hydrological Yearbook 1964. Vol. 1. Baltic Sea basin], Abraitene D.I. (ed), Leningrad: Hydrometeoizdat, 1966, iss. 5, 6, 264 p. (in Russ.).
14. *Gidrologicheskiy ezhegodnik 1965 g. T. 1. Basseyn Baltiyskogo morya* [Hydrological Yearbook 1965. Vol. 1. Baltic Sea basin], Abraitene D.I. (ed), Leningrad: Hydrometeoizdat, 1967, iss. 5, 6, 241 p. (in Russ.).
15. *Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob"ektov* [Automated information system of state monitoring of water bodies], Available at: <https://gmvo.skniivh.ru/> (accessed: 29.04.2022) (in Russ.).
16. Ivanov E.G. *Ob osobennostyakh formirovaniya i sposobakh opisaniya statisticheskikh zavisimostey v gidrologii* [On the peculiarities of the formation and methods of describing statistical dependencies in hydrology], in *Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie* [Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management], 2007, no. 2, pp. 22–27 (in Russ.).
17. Naumov V.A., Akhmedova N.R. *Inzhenernye izyskaniya v bassejne reki Pregoli* [Engineering surveys in the Pregol River basin], Kaliningrad: Kaliningrad. Gos.Tekhn.Univ., 2017, 183 p. (in Russ.).

Received 12.07.2022

Akhmedova N.R., Candidate of Biology, Associate Professor of the Department of
Technosphere Safety and Environmental Engineering

E-mail: isfendi@mail.ru

Naumov V.A., Doctor of Technical Science, Professor of the Department
of Technosphere Safety and Environmental Engineering

E-mail: van-old@mail.ru

Kaliningrad State Technical University
Sovetsky ave. 1, Kaliningrad, Russia, 236022

Kochkareva A.S., Design engineer

State Budgetary Institution of the Kaliningrad region “Kaliningradmelioration”

D. Donskogo st., 11, Kaliningrad, Russia, 236022

E-mail: ya.nst-395@yandex.ru