Научная статья
УДК 519.25:556.53

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЕЖЕДНЕВНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ В РЕКАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2022 ГОДУ

В.А. Наумов[1,*]

[1] Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия
[*] E-mail: van-old@mail.ru

Аннотация. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов предоставила полные данные о ежедневных расходах воды (ЕРВ) 2022 года только на 7-ми гидрологических постах (ГП) Калининградской области (КО). Были построены эмпирические и теоретические кривые обеспеченности гидрологических рядов рек КО. Они позволили отнести 2022 год к группе очень маловодных лет. Средний годовой расход воды реки Преголи (ГП Гвардейск) равен 60 м^3/с, что соответствует вероятности превышения 85,5%. Годовой слой стока в 2022 году уменьшается с 302,2 мм (река Злая) до 139,1 (река Преголя – Гвардейск) с увеличением площади водосборного бассейна. Матрица коэффициентов парной корреляции (КПК) ЕРВ рек КО 2022 года была рассчитана. Наиболее тесная стохастическая связь между ЕРВ двух ГП реки Преголи, реки Преголи (ГП Гвардейск) и рукава Дейма. Мамоновка – единственная река КО, у которой КПК ЕРВ с другими реками ниже 0,7.

Ключевые слова: *реки Калининградской области; ежедневные расходы воды 2022 года; внутригодовое распределение стока; корреляционный анализ.*

Для цитирования: Наумов В.А. Статистический анализ ежедневных расходов воды рек Калининградской области в 2022 году // *Вестник науки и образования Северо-Запада России*. 2024. Т.10. № 4. С. 37–49.

Original article

STATISTICAL ANALYSIS OF THE DAILY RIVERS DISCHARGE OF THE KALININGRAD REGION IN 2022

V.A. Naumov [1,*]

[1] Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia
[*]E-mail: van-old@mail.ru

Abstract. The Automated Information System of the Water Bodies State Monitoring was provided complete data on daily water discharge (DWD) in 2022 only at 7 hydrological posts (HP) of the Kaliningrad Region (KR). Empirical and theoretical curves of the availability of hydrological data series were constructed. They made it possible to classify 2022 as a group of very low-water years. The average annual water discharge of the Pregol River (HP Gvardeysk) is 60 m^3/s, which corresponds to a probability of exceeding 85.5%. The annual runoff layer in 2022 decreases from 302.2 mm (Zlaya River) to 139.1 mm (Pregolya River – Gvardeysk) with an increase in the catchment area. The matrix of the pair correlation coefficients (PCC) of the DWD In the river of 2022 has been calculated. The closest stochastic relationship between the DWD is in two HP of the Pregol River, the Pregol River (HP Gvardeysk) and the Deima arm. Mamonovka is the only KR river that has an PCC with other rivers below 0.7.

Keywords: *Kaliningrad Region Rivers; daily water discharge in 2022; intra-annual*

© Наумов В.А. 2024

distribution of runoff; correlation analysis.

For citation: Naumov V.A. Statistical analysis of the daily rivers discharge of the Kaliningrad region in 2022. *Journal of Science and Education of North-West Russia*. 2024. Vol. 10, No. 4, pp. 37–49.

Введение

Исследование внутригодового распределения стока рек (ВРСР) является важной научно-практической задачей. Без знания ВРСР невозможно экономически эффективное использование вод [1-3]. Планирование водохозяйственных мероприятий в бассейнах рек опирается на результаты систематических гидрометрических наблюдений [4, 5], которые обеспечиваются сетью гидрологических постов (ГП) Росгидромета. Обоснованность планирования зависит от достаточности и надежности работы этой сети.

Статистические методы широко применяются для исследования ВРСР. Так в [5] статистический анализ современных особенностей ВРСР Европейской равнинной территории России показал уменьшение стока половодья в бассейнах Волги и Дона до 50 %. При этом меженный сток увеличился на 40–60 %. Отчетливых тенденций изменения ВРСР на севере Европейской части России не было обнаружено, как и в [6]. Заметим, что в [6] приняты расчетные обеспеченности в виде равенств (P = 5, 25, 50, 75 и 95% – соответственно, для очень многоводного года, многоводного года, года средней водности, маловодного года и очень маловодного года). Тогда как Свод правил[1] при продолжительности наблюдений более 30 лет определяет группы водности с помощью неравенств: P<16,7% – очень многоводные годы; 16,7%≤P<33,3% – многоводные годы; 33,3%≤P≤66,7% – средние по водности годы; 66,7%<P≤83,3% – маловодные годы; P>83,3% – очень маловодные годы. Статистический анализ влияния ландшафтно-географических факторов на динамику ВРСР малых рек выполнен в [7] на примере южно-таежного района Вологодской возвышенности.

Одним из статистических методов изучения ВРСР является корреляционный анализ ежедневных расходов воды (ЕРВ) [8]. Впервые корреляционный анализ для сравнения ВРСР малых рек КО был применен в [9]. Но были использованы не ЕРВ, а средние месячные расходы воды (СМРВ) рек Нельма, Немонинка, Мамоновка, Злая за 7 лет (с 1965 по 1977 г.). Выводы [9]: коэффициенты парной корреляции (КПК) СМРВ не зависят от площади и типа ландшафта водосборного бассейна; КПК СМРВ малых рек снижаются в маловодные годы. Однако объем выборки не позволяет считать сделанные выводы достоверными.

В [10], как и в [9], был выполнен корреляционный анализ СМРВ четырех рек КО (Преголя, Писса, Инструч, Анграпа), но объем выборки был заметно больше с 1924 по 1985 год, за которые имеются совместные наблюдения. Расчет КПК показал тесную стохастическую связь между СМРВ рек КО и значимую – с СМРВ рек Литвы и Польши. Но использование СМРВ не позволяет уловить все особенности ВРСР.

В [11] был предложен усовершенствованный метод анализа ВРСР. Он был применен для массива ЕРВ на 12 ГП рек КО (2008-2018 годы). Исходные данные были получены из Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО)[2]. Значения КПК для всех рек получились выше 0,7. Исключение – ЕРВ реки Мамоновки 2013 года, для которых КПК оказались ниже 0,7. В исследованный период, самые высокие средние значения КПК получилось у реки Преголи (ГП Черняховск), а из малых рек – у реки Злой.

[1] Свод правил СП 529.1325800.2023. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Издание официальное. Москва: Росстандарт, 2023. 103 с.

[2] Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс]. URL: https://gmvo.skniivh.ru/ (дата обращения: 25.08.2024).

Цель данной статьи – используя разработанный ранее метод корреляционного анализа, сравнить ЕРВ рек КО по новым данным, полученным за 2022 год.

Исходные данные

АИС ГМВО[2] летом 2024 года разместила на своих Интернет-ресурсах массивы ЕРВ российских рек за 2022 год. По АИС ГМВО на водотоках КО действующими считаются 13 ГП (см. рис. 1 и табл. 1). Но полные данные о ЕРВ имеются только по семи ГП, сведения о которых показаны в табл. 1. По остальным ГП имеются данные об уровнях воды. Тогда как в [11] удалось провести корреляционный анализ ЕРВ на 12 ГП рек КО. Уменьшение количества региональных ГП повышает роль и значение статистического анализа ВРСР.

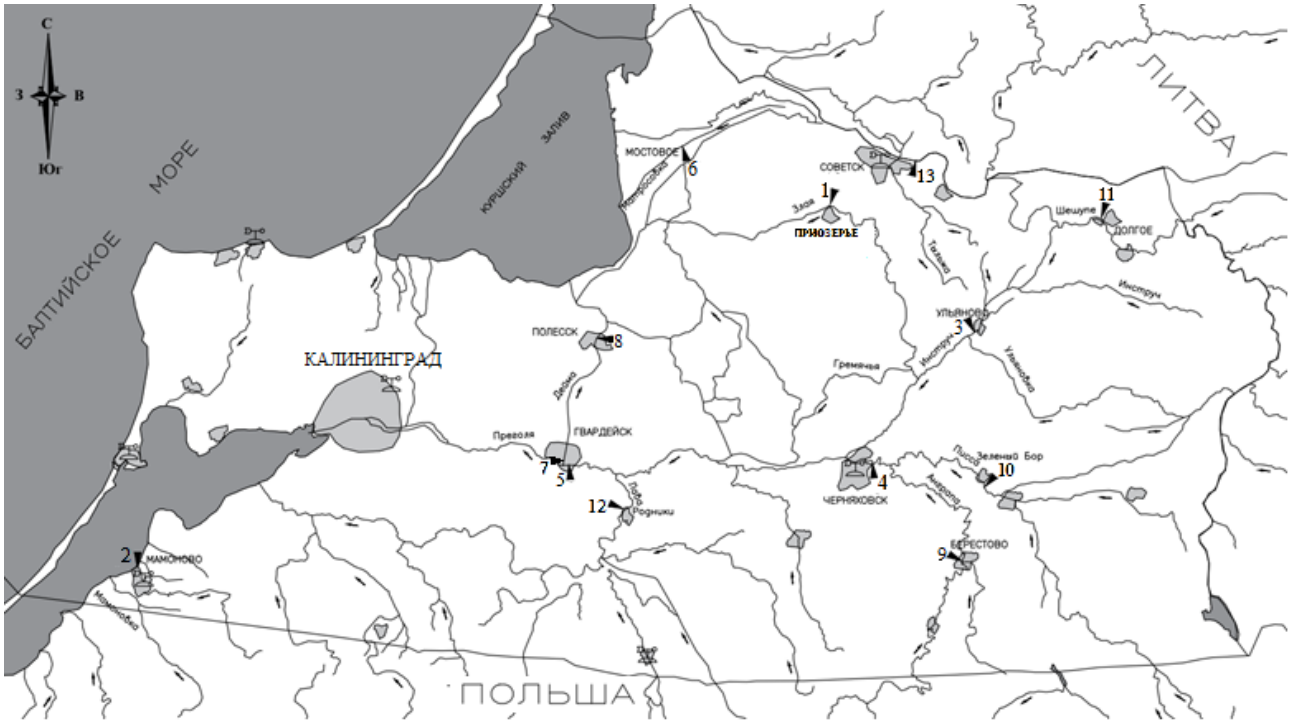


Рисунок 1 – Схема расположения ГП на реках Калининградской области (2022 г.)

Таблица 1 – ГП, действующие на реках КО в 2022 году

№	Водоток	ГП	Расстояние (км) от		*A*, км^2	*L*, км	Наличие ЕРВ в АИС ГМВО
			истока	устья			
1	река Злая	Приозерье	50,0	12,0	142	62,0	Есть
2	река Мамоновка	Мамоново	45,0	6,20	300	51,2	Есть
3	река Инструч	Ульяново	51,0	50.0	587	101	Есть
4	река Преголя	Черняховск	1.00	122	5210	123	Есть
5	река Преголя.	Гвардейск	67,0	56.0	13600	123	Есть
6	рукав Матросовка	Мостовое	19,0	24.0	-	43,0	Есть
7	рукав Дейма	Гвардейск	0.00	37.0	-	37,0	Есть
8	рукав Дейма	Полесск	32,0	5.00	-	37,0	Нет
9	река Анграпа	Берестово	139	30,0	2460	169	Частично
10	река Писса	Зеленый Бор	87,0	11,0	1360	98,0	Нет
11	река Шешупе	Долгое	265	43,0	5830	308	Нет
12	река Лава	Родники	271	18,0	7020	289	Нет
13	река Неман	Советск	878	59,0	91800	937	Нет

По реке Анграпа (ГП Берестово) имеются результаты наблюдений за ЕРВ только за полгода (с 01.07.2022 по 31.12.2022).

На рис. 2-9 по данным из АИС ГМВО[2] построены гидрографы рек КО 2022 года. Видно, что гидрографы разных рек имеют сходство: несколько пиков в первые два месяца года, дождевые паводки в июне-июле, подъем в конце года. Но имеются и заметные различия.

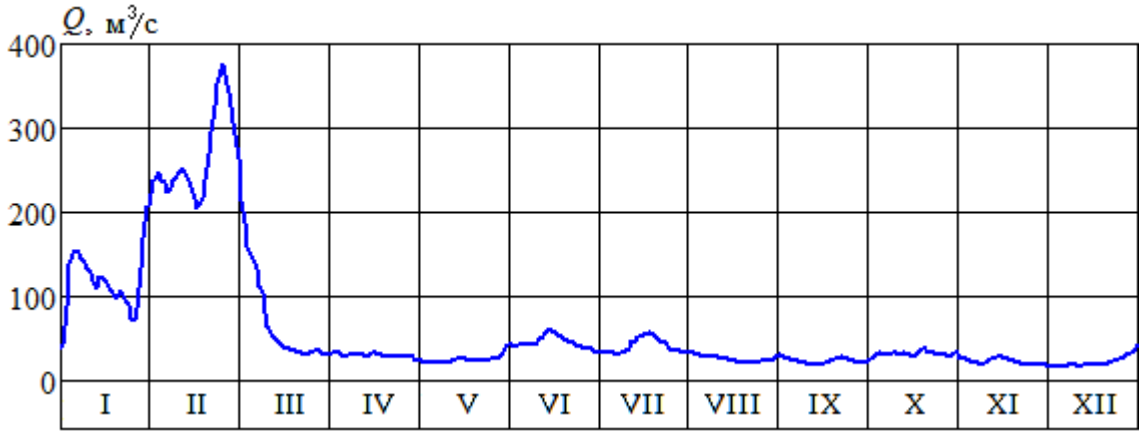


Рисунок 2 – ЕРВ реки Преголи (ГП Гвардейск) в 2022 году

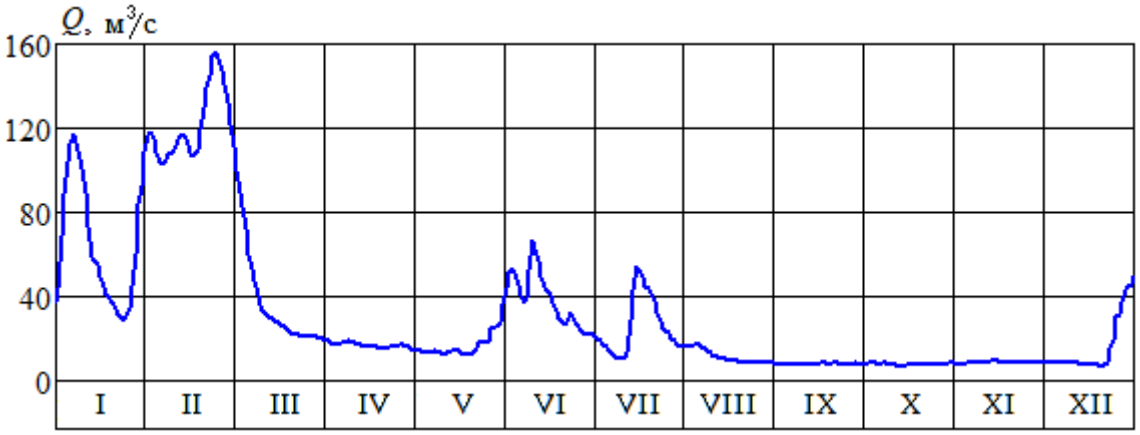


Рисунок 3 – ЕРВ реки Преголи (ГП Черняховск) 2022 году

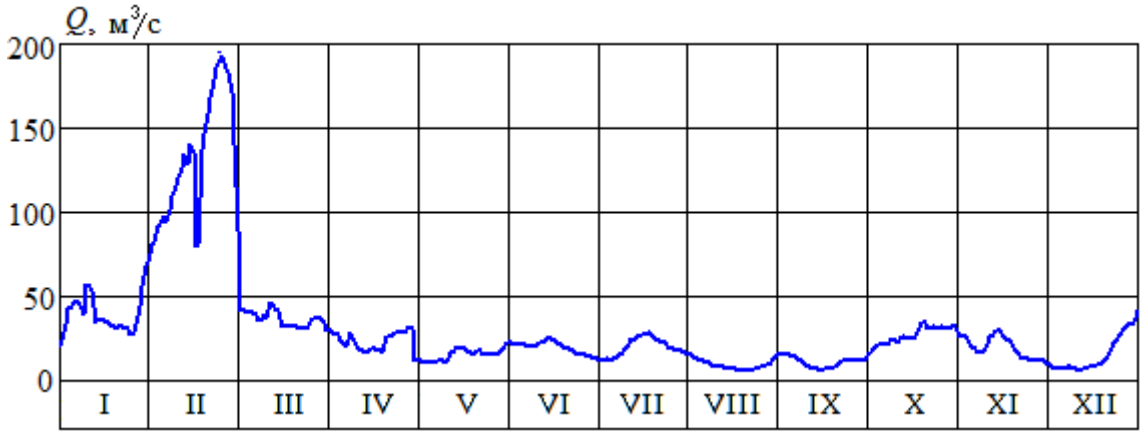


Рисунок 4 – ЕРВ Деймы – рукав реки Преголи (ГП Гвардейск) в 2022 году

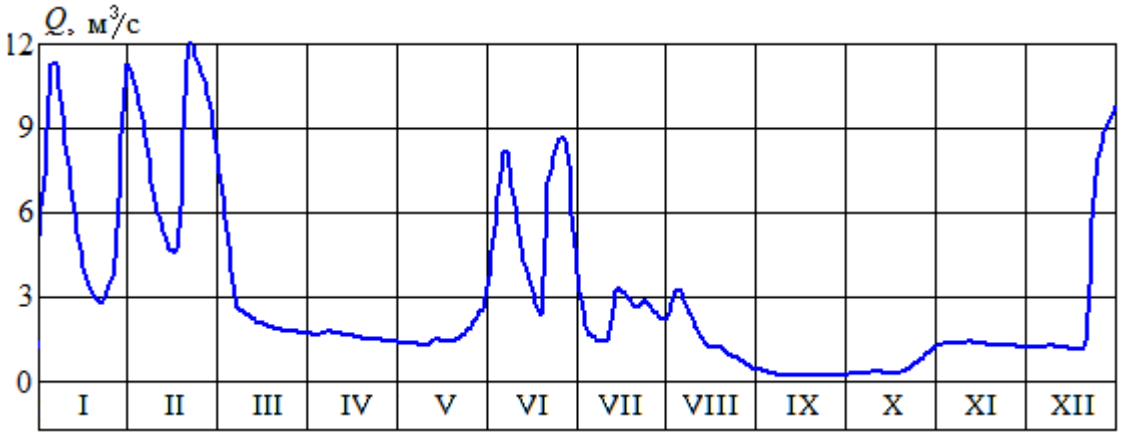


Рисунок 6 – ЕРВ реки Инструч (ГП Ульяново) в 2022 году

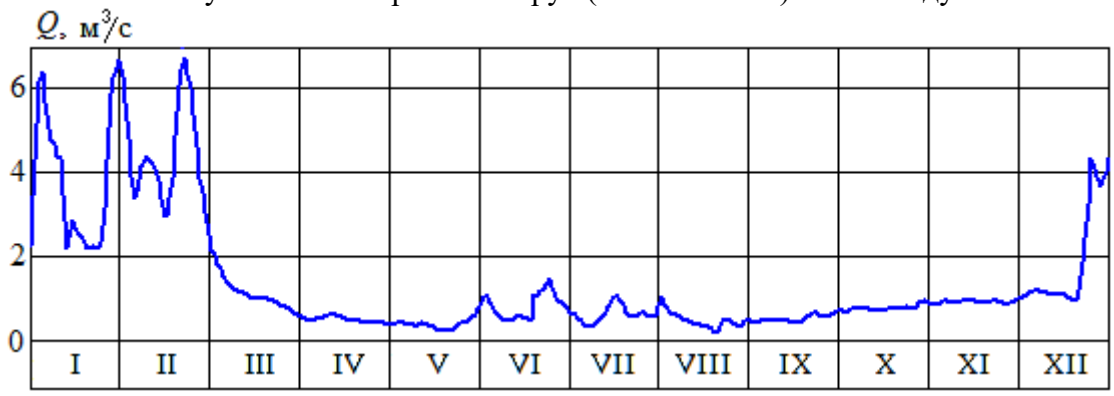


Рисунок 7 – ЕРВ реки Злой (ГП Приозерье) в 2022 году

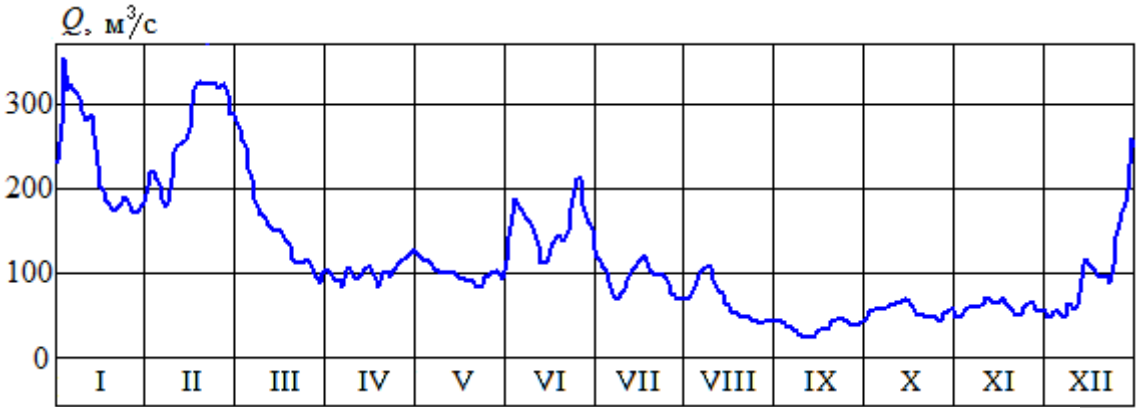


Рисунок 8 – ЕРВ Матросовки – рукав реки Неман (ГП Мостовое) в 2022 году

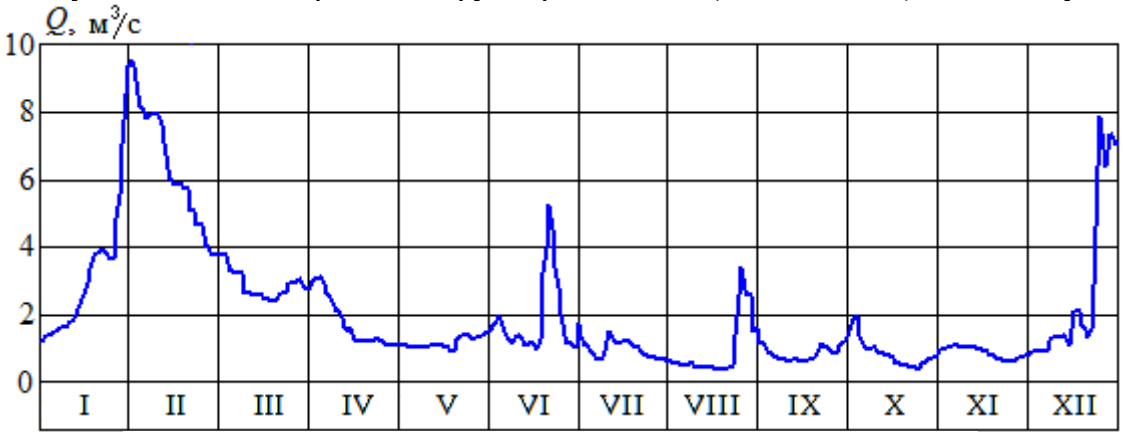


Рисунок 9 – ЕРВ реки Мамоновки (ГП Мамоново) в 2022 году

Оценка водности рек и климатических условий КО 2022г.

На рис. 10 представлен гидрологический ряд реки Преголи (ГП Гвардейск) [11, 12] с учетом данных последних лет. Видно, что линейный тренд очень слабо убывающий, линия 1 мало отклоняется от среднего многолетнего расхода *Qs* = 85,9 м^3/с. Наибольший средний годовой расход был зафиксирован в 2017 году (167 м^3/с). После чего 5 лет отмечалась невысокая водность, в том числе средний расход 2022 года составил 60 м^3/с.

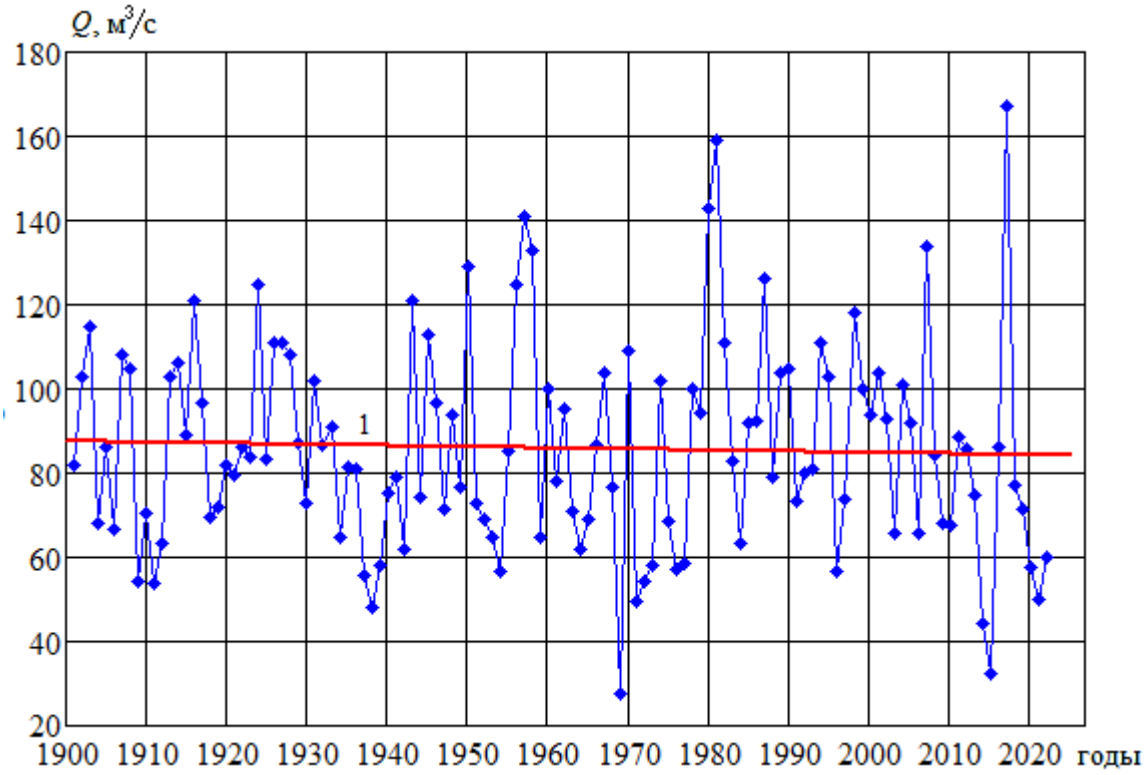


Рисунок 10 – Гидрологический ряд реки Преголи (ГП Гвардейск), 1 – линейный тренд

Для определения вероятности превышения среднего расхода реки Преголи 2022 года была построена эмпирическая (точки 2 на рис. 11) и теоретическая (Крицкого-Менкеля – линия 1 на рис. 11) кривые обеспеченности. Эмпирическая обеспеченность рассчитывалась по формуле из Свода правил[1]:

$$P_j = 100 \cdot j / (n + 1), \quad (1)$$

где P_j – вероятность (в процентах) превышения j-го элемента гидрологического ряда, расположенного по убыванию; n = 122 – длина восстановленного ряда.

Как известно, трехпараметрическое гамма-распределение (Крицкого-Менкеля) имеет плотность вероятности [13]:

$$f_\Gamma(k) := \frac{1}{\beta \cdot \Gamma(\alpha)} \cdot \left(\frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)} \right)^{\alpha/\beta} \cdot k^{\alpha/\beta-1} \cdot exp\left[-\left(\frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)} \cdot k \right)^{1/\beta} \right], \quad (2)$$

где $k_j = Q_j/Qs$ – модульные коэффициенты годового расхода; Γ – гамма-функция; α, β – параметры распределения, которые можно найти методом наибольшего правдоподобия, с помощью численного решения системы уравнений (3), (4) [13]:

$$\lambda_2 + ln\left(\frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(a)} \right) - \frac{\beta}{\Gamma(\alpha)} \cdot \left(\int_0^\infty t^{\alpha-1} \cdot ln(t) \cdot exp(-t)\, dt \right) = 0\,; \quad (3)$$

$$\alpha \cdot \lambda_2 - \left(\frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)}\right)^{\frac{1}{\beta}} \cdot \left[\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n}\left[ln(k_i) \cdot (k_i)^{1/\beta}\right]\right] + \beta = 0; \quad (4)$$

где вспомогательный параметр λ_2 рассчитывается по формуле (5):

$$\lambda_2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} ln(k_i). \quad (5)$$

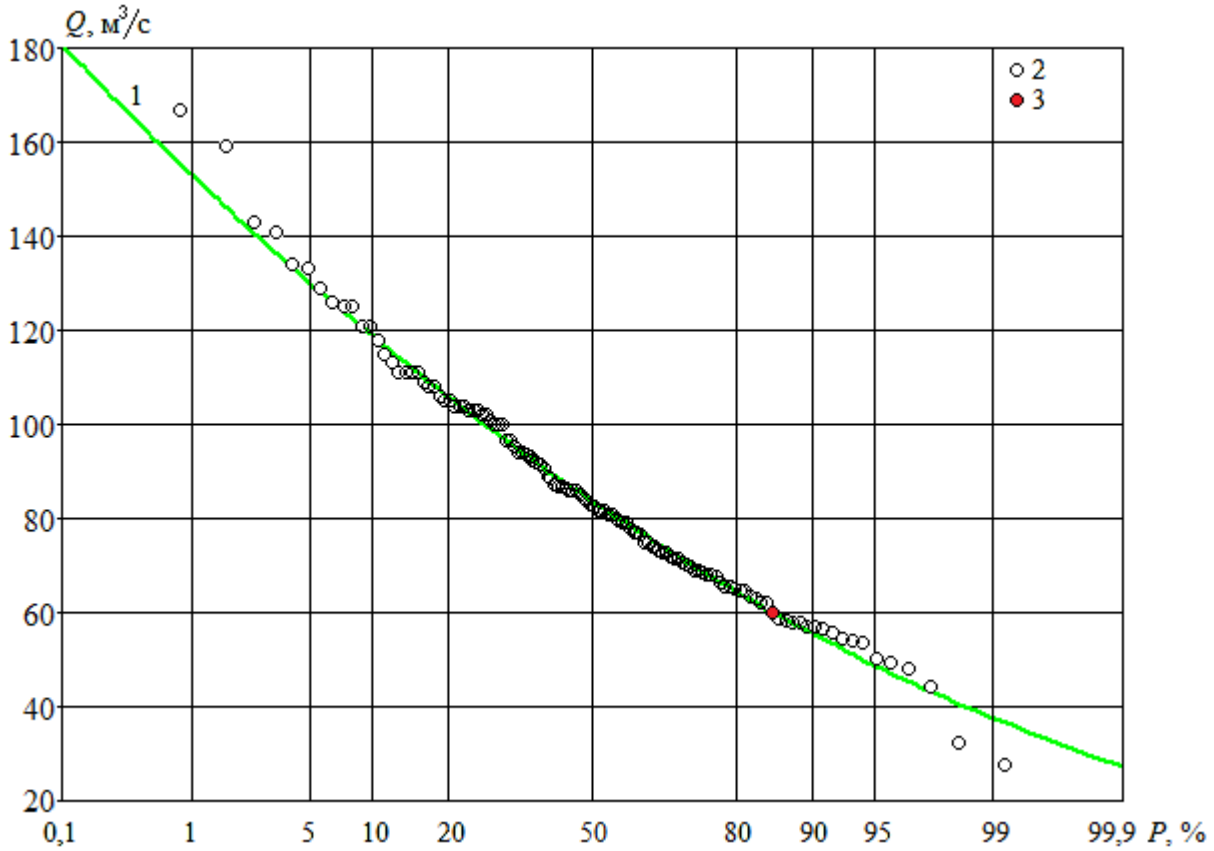


Рисунок 11 – Кривая обеспеченности средних годовых расходов реки Преголи (ГП Гвардейск, 1901-2022), 1 – теоретическая (Крицкого-Менкеля), 2 – эмпирическая, 3 – отметка 2022 года

Отметка 2022 года на рис. 11 (точка 3) соответствует вероятности превышения P=85,5%. По действующему Своду правил[1] при продолжительности наблюдений более 30 лет годы относятся к группе очень маловодных, если P>83,3%. Следовательно, 2022 год для рек КО был очень маловодным, как и два предыдущих года.

На рис. 12 показан ряд средних годовых температур (метеостанция Кенигсберг/Калининград). Заметный рост температур начался с 80-х годов прошлого века. В 2022 году средняя температура составила 8,8°С.

Распространенным является мнение, что суммы годовых атмосферных осадков (САОГ) на территории КО за последние 100 лет заметно возросли (см., например, [14]). Это, казалось бы, подтверждает рис. 13, построенный по данным ФГБУ ВНИИ гидрометеорологической информации[3]; линейный тренд – показывает тенденцию роста САОГ. Но рис. 13 построен без учета корректировки показаний осадкомеров. Если учесть

[3] ФГБУ ВНИИ гидрометеорологической информации. Специализированные массивы данных для климатических исследований. http://aisori-m.meteo.ru/waisori/index.xhtml (дата обращения: 28.08.2024).

такую корректировку, как это сделано в [15], то линейный тренд получается слабо снижающимся (рис. 14).

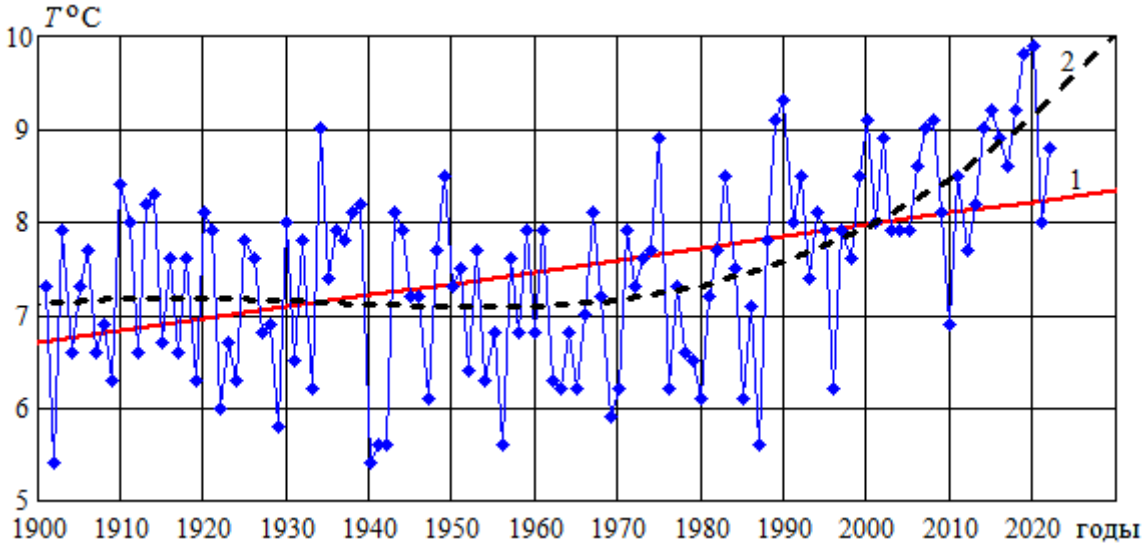


Рисунок 12 – Ряд средних годовых температур (метеостанция Кенигсберг/Калининград);
1 – линейный тренд, 2 – кубический тренд

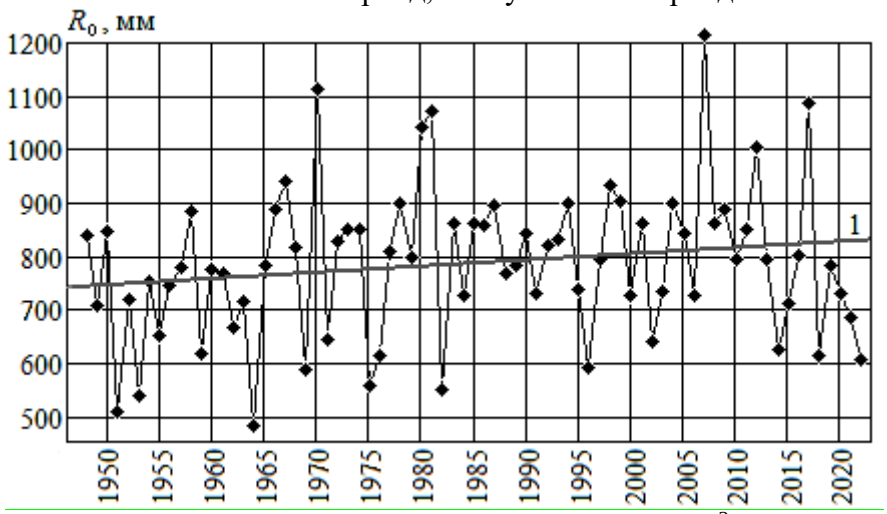


Рисунок 13 – САОГ на метеостанции Калининград по данным[3] (без корректировки),
1 – линейный тренд

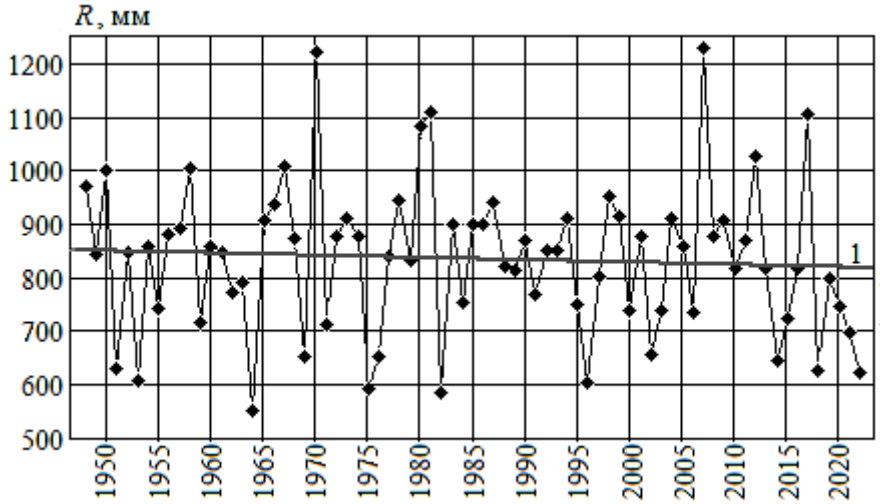


Рисунок 14 – САОГ на метеостанции Калининград по данным[3] (с корректировкой)
1 – линейный тренд

Следовательно, 2022 год, как и предыдущие годы, характеризовался невысоким уровнем САОГ при повышенной интенсивности испарения из-за высоких температур.

Зимой (декабрь 2021 – февраль 2022) устойчивый снежный покров не образовывался. Хотя в каждом зимнем месяце снег выпадал, но частые оттепели приводили к его быстрому таянию. По этому признаку условия 2022 года были подобны условиям 2020 года, когда также отсутствовал устойчивый снежный покров и лед на реках [16]. Пики расхода на реках КО в январе-феврале 2022 года в большей степени обусловлены атмосферными осадками в виде дождя при плохой проницаемости грунта. Что привело к высоким коэффициентам стока в начале года, как и в 2020 году.

Обработка и анализ гидрографов

На первый взгляд, гидрографы на рис. 2-9 весьма похожи. Видны пики расхода воды в январе-феврале и в последний месяц года. Летняя межень прерывается в июне дождевым паводком. Но имеются и некоторые различия .

В табл. 2 представлены средние Q_S, максимальные Q_{max} и минимальные Q_{min} расходы рек КО в 2022 году, а также рассчитанный слой годового стока h и отношения $\delta=Q_{max}/Q_S$, $\gamma=Q_{min}/Q_S$.

Таблица 2 – Средние, максимальные и минимальные расходы рек КО в 2022 году

№	Река	Q_S, м^3/с	Q_{max}, м^3/с	Дата	Q_{min}, м^3/с	Дата	h, мм	δ	γ
1	Злая	1,36	6,75	22.02	0,17	20-21.08	302,5	4,96	0,125
2	Мамоновка	2,03	9,52	01.02	0,33	20.08	213,1	4,69	0,163
3	Инструч	3,02	12,2	21.02	0,12	12-21.09	162,0	4,04	0,040
4	Преголя-Чер.	31,0	156	24.02	9,67	13-14.10	187,7	5,03	0,312
5	Преголя-Гв.	60,0	377	25.02	15,3	07.12	139,1	6,28	0,255
6	Матросовка	120	369	04.01	24,3	13-14.09	-	3,07	0,202
7	Дейма	30,7	193	25.02	6,02	20-21.08	-	6,28	0,196

По табл. 2 видно, как различаются отношения δ у малых и средних рек. У малых рек величины δ ниже. Экстремальные показатели у реки Преголи (ГП Гвардейск) и ее рукава Деймы δ=6,28. Наименьшее γ=0,04 у реки Инструч. Годовой слой стока уменьшается с ростом площади водосборного бассейна h. Выпадает из этого ряда лишь река Инструч.

В табл. 3 представлены результаты расчета КПК ЕРВ рек КО: выше главной диагонали в 2020 году, ниже – в 2022 году.

Таблица 3 – КПК ССРВ рек КО в 2020 и 2022 годах

№ по табл. 2	Номер ГП по таблице 2						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	0,869	0,913	0,929	0,871	0,820	0,802
2	0,752	1	0,833	0,863	0,846	0,778	0,774
3	0,831	0,674	1	0,966	0,935	0,909	0,873
4	0,840	0,693	0,849	1	0,940	0,928	0,894
5	0,808	0,695	0,741	0,951	1	0,888	0,934
6	0,786	0,617	0,857	0,888	0,807	1	0,892
7	0,739	0,656	0,654	0,874	0,934	0,724	1

В 2022 г. наибольшие значения КПК: $r_{4\text{-}5}$=0,951 (два ГП реки Преголи), $r_{5\text{-}7}$=0,934 (Преголя-Гвардейск и Дейма); наименьшие значения КПК у рек КО с ЕРВ реки Мамоновки $r_{2\text{-}6}$=0,617; $r_{2\text{-}7}$=0,654. Между ЕРВ других рек значения КПК больше 0,7. В 2020 году наблюдались те же тенденции, но значения КПК были выше. Это же подтверждается и средними значениями КПК ЕРВ каждой реки по отношению к семи другим рекам региона (табл. 4), рассчитанным по формуле:

$$rs_j = (\sum_{i=1}^{7} r_{i,j} - 1) / 6 . \quad (5)$$

Таблица 4 – Средние значения КПК ЕРВ рек КО в 2020 и 2022 годах

Год	Номер ГП по таблице 1							
	1	2	3	4	5	6	7	Среднее
2020	0,867	0,827	0,905	0,920	0,902	0,869	0,861	0,879
2022	0,793	0,681	0,768	0,849	0,822	0,780	0,763	0,778

Самые высокие значения средник КПК у реки Преголи – ГП Черняховск. Указанный ГП характеризуется ВРСР, наиболее типичным для региона. Впрочем, в табл. 4 все значения средних КПК достаточно высокие и в 2020, и в 2022 году. Лишь средние КПК реки Мамоновки несколько ниже в 2020 году и меньше 0,7 в 2022 году. Следовательно, условия формирования ВРСР в бассейне реки Мамоновки в 2022 году несколько отличались от условий в бассейнах других рек КО.

Заключение

Количество ГП на реках КО, по которым АИС ГМВО предоставила полные данные о ЕРВ, в 2022 году снизилось до 7. Уменьшение числа ГП на реках региона повышает роль и значение статистического анализа имеющегося гидрометрического материала для обоснованного планирования водохозяйственных мероприятий. Анализ гидрологических рядов рек КО позволил отнести 2022 год к группе очень маловодных лет. Обеспеченность среднегодового расхода воды у реки Преголи (1901-2022) равна 85,5%. Годовой слой стока уменьшается с 302,2 мм (река Злая) до 139,1 (река Преголя – Гвардейск) с увеличением площади водосборного бассейна. Лишь река Инструч (ГП Ульяново) выпадает из этого ряда. Матрица КПК ЕРВ рек КО 2022 года была рассчитана. Наиболее тесная стохастическая связь между ЕРВ двух ГП реки Преголи и река, Преголя (ГП Гвардейск) и рукав Дейма. Мамоновка – единственная река КО, у которой КПК ЕРВ с другими реками ниже 0,7. Следовательно, условия формирования стока в бассейне реки Мамоновки в 2022 году несколько отличались от условий в бассейнах других рек КО.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гидрологический режим водотоков и проблемы водоснабжения населения в Республике Калмыкия / О.М. Пахомова, В.Ю. Григорьев, А.А. Сазонов и др. // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. 2024. Т. 79. № 1. С. 3–21.
2. Природообустройство: учебник для вузов / А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, Д.В. Козлов, И.В. Корнеев. Москва: Изд-во «Лань», 2022. 560 с.
3. Наумов В.А. Основы природообустройства и водопользования: учебное пособие. Калининград: Изд-во КГТУ, 2012. 96 с.
4. Рождественский А.В., Лобанова А.Г. Современная проблема инженерных гидрологических расчетов по обобщению гидрологической информации в России и пути ее решения // Метеорология и гидрология. 2011. № 7. С. 81-95.

5. Внутригодовое распределение стока равнинных рек европейской территории России и его изменение / Н.Л. Фролова, М.Б. Киреева, С.А. Агафонова и др. // Водное хозяйство России. 2015. № 4. С.4-20.

6. Винокуров И.О., Коротыгина У.Г. Современные изменения внутригодового распределения стока реки Северная Двина // Науки о Земле: вчера, сегодня, завтра : материалы III Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2017 г.). Санкт-Петербург: Свое издательство, 2017. С. 38-41.

7. Бортновский З.В. Влияние ландшафтно-географических факторов на динамику внутригодового распределения стока малых рек (на примере южнотаежного района Вологодской возвышенности) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2019. № 1. С. 44-52.

8. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии: монография. Москва: Академия, 2010. 304 с.

9. Нагорнова Н.Н., Берникова Т.А., Цупикова Н.А. Гидрогеохимическая характеристика малых рек Калининградской области // Вестник БФУ им. И. Канта. 2011. Вып. 7. С. 160-166.

10. Наумов В.А., Маркова Л.В. Корреляционный анализ внутригодового распределения стока рек региона // Известия КГТУ. 2012. № 26. С. 40-46.

11. Наумов В.А. Корреляционный анализ ежедневных расходов рек региона // Вестник научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. 2020. № 20. С. 48-54.

12. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р. Корреляционный анализ ежедневных уровней воды в реках Калининградской области по результатам наблюдений в 2008–2021 годах // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. № 8. С. 1343–1355. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.8.1343-1355.

13. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1974. 424 с.

14. Баринова Г.М. Калининградская область: Климат. Калининград: Изд-во «Янтарный сказ», 2002. 196 с.

15. Ахмедова Н.Р., Наумов В.А. Анализ рядов годовых сумм атмосферных осадков метеостанций Калининградской области с учетом корректировки показаний осадкомеров // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2023. Т. 33, вып. 3. С. 299-311.

16. Akhmedova N.R., Naumov V.A. Study of floods on the rivers of the Kaliningrad region at the beginning of 2020 in the absence of snow cover and ice // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 463. Paper No. 02009. DOI: 10.1051/e3sconf/202346302009.

REFERENCES

1. *Gidrologicheskij rezhim vodotokov i problemy vodosnabzheniya naseleniya v Respublike Kalmykiya* /[Hydrological regime of watercourses and problems of water supply to the population in the Republic of Kalmykia]. O.M. Pahomova, V.Yu. Grigor'ev, A.A. Sazonov i dr. *Vestnik Moskovskogo un-ta. Ser. 5. Geografiya*. 2024. Vol. 79, No. 1, pp. 3-21.

2. *Prirodoobustrojstvo: uchebnik dlya vuzov* [Environmental management: textbook for universities]. A.I. Golovanov, F.M. Zimin, D.V. Kozlov, I.V. Korneev. Moscow: Izd-vo «Lan'», 2022. 560 p.

3. Naumov V.A. *Osnovy prirodoobustrojstva i vodopol'zovaniya: uchebnoe posobie* [Fundamentals of environmental management and water use: a textbook]. Kaliningrad: Izd-vo KGTU, 2012. 96 p.

4. Rozhdestvenskij A.V., Lobanova A.G. *Sovremennaya problema inzhenernyh gidrologicheskih raschetov po obobshcheniyu gidrologicheskoj informacii v Rossii i puti ee resheniya* [The modern problem of engineering hydrological calculations for the generalization of

hydrological information in Russia and ways to solve it]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2011. No. 7, pp. 81-95.

5. *Vnutrigodovoe raspredelenie stoka ravninnyh rek evropejskoj territorii Rossii i ego izmenenie* [Intra-annual distribution of the flow of lowland rivers of the European territory of Russia and its change]. N.L. Frolova, M.B. Kireeva, S.A. Agafonova et al. *Vodnoe hozyajstvo Rossii*. 2015. No. 4, pp. 4-20.

6. Vinokurov I.O., Korotygina U.G. *Sovremennye izmeneniya vnutrigodovogo raspredeleniya stoka reki Severnaya Dvina* [Modern changes in the intra-annual distribution of the flow of the Severnaya Dvina River]. Nauki o Zemle: vchera, segodnya, zavtra: materialy III Mezhdunar. nauch. konf. (Sankt-Peterburg, 2017). Sankt-Peterburg: Svoe izdatel'stvo, 2017, pp. 38-41.

7. Bortnovskij Z.V. *Vliyanie landshaftno-geograficheskih faktorov na dinamiku vnutrigodovogo raspredeleniya stoka malyh rek (na primere yuzhnotaezhnogo rajona Vologodskoj vozvyshennosti)* [The influence of landscape-geographical factors on the dynamics of the intra-annual distribution of the runoff of small rivers (on the example of the Southern Taiga district of the Vologda Upland)]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*. 2019. No. 1, pp. 44-52.

8. Vinogradov Yu.B., Vinogradova T.A. *Matematicheskoe modelirovanie v gidrologii: monografiya* [Mathematical modeling in hydrology: monograph]. Moscow: Academy, 2010. 304 p.

9. Nagornova N.N., Bernikova T.A., Cupikova N.A. *Gidrogeohimicheskaya harakteristika malyh rek Kaliningradskoj oblasti* [Hydrogeochemical characteristics of small rivers of the Kaliningrad region]. *Vestnik BFU im. I. Kanta*. 2011. Iss. 7, pp. 160-166.

10. Naumov V.A., Markova L.V. *Korrelyacionnyj analiz vnutrigodovogo raspredeleniya stoka rek regiona* [Correlation analysis of intra-annual distribution of river runoff in the region]. *Izvestiya KGTU*. 2012. No, 26, pp. 40-46.

11. Naumov V.A. *Korrelyacionnyj analiz ezhednevnyh raskhodov rek regiona* [Correlation analysis of daily river flows in the region]. *Vestnik nauchno-metodicheskogo soveta po prirodoobustrojstvu i vodopol'zovaniyu.* 2020. No. 20, pp. 48-54.

12. Naumov V.A., Ahmedova N.R. *Korrelyacionnyj analiz ezhednevnyh urovnej vody v rekah Kaliningradskoj oblasti po rezul'tatam nablyudenij v 2008–2021 godah* // Vestnik MGSU. 2024. T. 19. № 8. S. 1343–1355. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.8.1343-1355.

13. Rozhdestvenskij A.V., Chebotarev A.I. *Statisticheskie metody v gidrologii* [Statistical methods in hydrology]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974. 424 p.

14. Barinova G.M. *Kaliningradskaya oblast': Klimat*. [Kaliningrad region: Climate]. Kaliningrad: Izd-vo Yantarnyj skaz, 2002. 196 p.

15. Ahmedova N.R., Naumov V.A. *Analiz ryadov godovyh summ atmosfernyh osadkov meteostancij Kaliningradskoj oblasti s uchetom korrektirovki pokazanij osadkomerov* [Analysis of the series of annual precipitation amounts of weather stations in the Kaliningrad region, taking into account the correction of precipitation meter readings]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle*. 2023. Vol. 33, No. 3, pp. 299-311.

16. Akhmedova N.R., Naumov V.A. Study of floods on the rivers of the Kaliningrad region at the beginning of 2020 in the absence of snow cover and ice // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 463. Paper No. 02009. DOI: 10.1051/e3sconf/202346302009.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ	INFORMATION ABOUT THE AUTHOR
Наумов Владимир Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, Калининградский государственный технический университет (236022, Россия, г. Калининград, Советский пр-т 1, e-mail: van-old@mail.ru)	*Naumov Vladimir Arkad'evich* – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Kaliningrad State Technical University (236022, Russia, Kaliningrad, Sovetsky ave. 1, e-mail: van-old@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 10.09.2024; одобрена после рецензирования 21.09.2024, принята к публикации 30.10.2024.
The article was submitted 10.09.2024; approved after reviewing 21.09.2024; accepted for publication 30.10.2024.