

УДК 556.537

СРЕДНЕСУТОЧНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ МАЛЫХ РЕК КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

В.А. Наумов

SMALL RIVERS AVERAGE COST OF WATER IN THE KALININGRAD REGION FROM THE AUTOMATED INFORMATION SYSTEM

V.A. Naumov

Аннотация. Компьютерная обработка данных, предоставленных автоматизированной информационной системой, позволила установить значимую стохастическую связь между среднесуточными расходами воды малых рек региона (Злая, Мамоновка, Писса). Внутригодовое распределение стока малых рек в целом имеет сходный характер, но наблюдаются различия в количестве пиков весеннего половодья. Рассчитаны минимальные расходы воды малых рек в 2015 году. На реке Злой они имели аномально низкое значение.

Ключевые слова: малые реки; регион; расход воды; половодье; стохастическая связь.

Abstract. Computer processing of data provided by the automated information system allowed to establish a significant stochastic relationship between the average daily water consumption of small rivers in the region (Zlaya, Mamonovka, Pissa). The annual distribution of small river runoff is generally similar, but there is a difference in the number of spring flood peaks. The minimum water consumption of small rivers in 2015 was calculated. They had abnormally low value for the Zlaya River.

Keywords: small rivers; region; water flow; flood; stochastic connection.

Введение

В Калининградской области из-за разветвленной сети рек, ручьев и каналов инженерные изыскания для строительства практически всегда включают инженерно-гидрологические изыскания [1]. По территории области протекает примерно 4,5 тысячи водотоков. Неман относится к большим рекам, Преголя, Анграпа, Лава – к средним, а все остальные – к малым. Малые водотоки наиболее чувствительны к антропогенному воздействию [2]. Опыт участия сотрудников кафедры водных ресурсов и водопользования Калининградского государственного технического университета в обработке результатов изысканий [3] показал, что примерно в 90 % случаях приходится иметь дело с малыми водотоками, на которых не проводились систематические гидрометрические наблюдения. Согласно [4] в таких условиях требуется подобрать реку-аналог со сходными гидрологическими условиями и близкими значениями параметров:

$$L / A^{0,56} \approx L_a / A_a^{0,56}; \quad J \cdot A^{0,5} \approx J_a \cdot A_a^{0,5}, \quad (1)$$

где L и L_a – длина исследуемой реки и реки-аналога соответственно, км; J и J_a – уклон водной поверхности исследуемой реки и реки-аналога, ‰; A и A_a – площади водосборов исследуемой реки и реки-аналога соответственно, км².

Обязательное требование свода правил [4] – учет данных гидрометрических наблюдений последних десятилетий. Последнее частичное обобщение гидрологических данных по водотокам региона вышло в 1988 году [5]. Полные данные еще более устаревшие [6]. В статье проведен анализ среднесуточных расходов малых рек Калининградской области последних лет, в частности 2015 года.

Исходные данные

В табл. 1 представлены все гидропосты, действовавшие когда-либо на малых реках Калининградской области. Гидропосты 1-9 выделим в 1-ю группу ($200 \text{ км}^2 < A < 2000 \text{ км}^2$), гидропосты 10-13 отнесем ко второй группе, в которой площадь бассейна не превышает 200 км^2 . В первой группе на 01.05.2018 действующих постов осталось 4 (река Писса – Зеленый Бор, река Инструч – Ульяново, река Голубая – Угрюмово, река Мамоновка - Мамоново), во второй группе – 2 поста (река Нельма – Кострово, река Злая - Приозерье). По этим постам есть возможность учесть данные гидрометрических наблюдений последних лет.

Таблица 1 – Гидропосты на малых реках Калининградской области [7]

№ пп	Название водного объекта и пункта наблюдений	Расстояние (км), от		$A, \text{ км}^2$	Период действия число, месяц, год		Отметка нуля поста, м БС
		истока	устья		открыт	Закрыт	
1	р.Писса – д.Зеленый Бор	87.0	11.0	1360	01.08.1894	Действ.	20.90
2	р.Писса – г. Гусев	63.0	35.0	1300	14.09.1950	01.08.1956	37.74
3	р.Писса – с.Илюшино	36.0	62.0	328	19.09.1954	01.07.1994	51.58
4	р.Инструч - с.Тимирязево	99.0	2.00	1220	01.01.1886	31.07.1914	8.96
5	р.Инструч - с.Ульяново	51.0	50.0	587	01.01.1885	Действ.	13.23
6	р.Прохладная - д.Светлое	63.0	14.0	941	01.12.1889	18.02.1958	0.33
7	р.Красная - д.Токаревка	45.0	38.0	412	01.07.1961	01.01.1988	112.45
8	р.Голубая - д.Угрюмово	36.0	23.5	395	01.10.1983	Действ.	18.00
9	р.Мамоновка - г.Мамоново	45.0	6.20	300	01.10.1959	Действ.	5.50
10	р.Нельма - пос.Кострово	26.0	4.00	163	27.09.1963	Действ.	0.03
11	р.Злая - с.Приозерье	50.0	12.0	142	31.01.1961	Действ.	-2.31
12	р.Немонинка - с.Тимирязево	25.0	21.0	75.0	12.09.1962	01.01.1988	-0.10
13	р.Оса - с.Краснознаменское	26.0	12.0	68.5	01.01.1962	31.12.1972	6.00

С 2001 года функционирует федеральный портал [8], на котором предоставляются ежедневные уровни воды на многих российских гидропостах, практически, в реальном времени. Такие данные важны при проведении измерений глубин водотоков, скоростей и расходов во время инженерно-гидрометеорологических изысканий. Они позволяют оценить текущий период стока и фазу водности. Однако [8] содержит информацию только о пяти постах на территории Калининградской области: Преголя (Гвардейск), Преголя (Черняховск), Дейма (Полесск), Неман (Советск), Матросовка (Мостовое). Ни одна из этих рек не относится к малым.

В 2008 году начала работу автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [9]. Администрацией [9] был учтен негативный опыт предыдущего ресурса. Публикуются только проверенные и исправленные данные двухлетней давности. Информации о водных объектах гораздо больше, чем в [8] (табл. 2); разделы АИС ГМВО показаны на рис. 1.

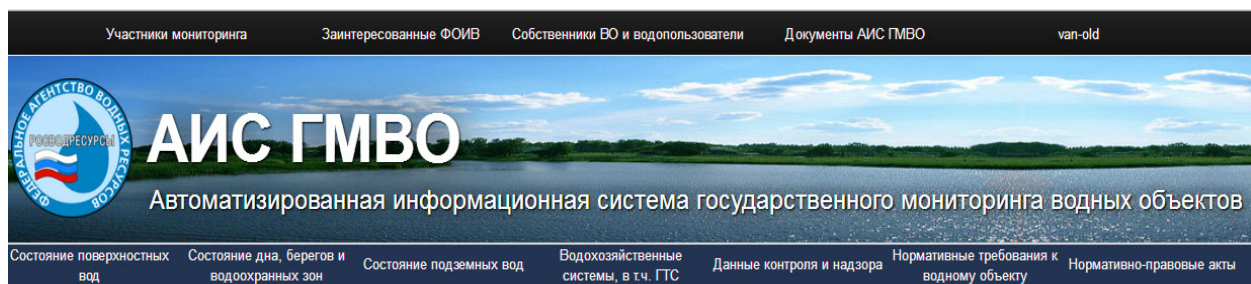


Рисунок 1 – Начальная страница АИС ГМВО [9]

Таблица 2 – Данные АИС ГМВО [9] на 01.05.2018

№ пп	Название водного объекта и пункта наблюдений	Годы, за которые имеются данные ежедневных наблюдений	
		Уровни, Н	Расходы, Q
1	река Писса – деревня Зеленый Бор	2008-2015	2015
2	река Инстроч – село Ульяново	2008-2015	2008-2015
3	река Голубая - деревня Угрюмово	2008-2013	2008-2013
4	река Мамоновка – город Мамоново	2008-2015	2008-2015
5	река Нельма – поселок Кострово	2008-2013	2008-2013
6	река Злая – село Приозерье	2008-2015	2008-2015

Анализ расходов малых рек региона в 2015 г.

Как видно из табл. 2, в настоящее время доступны данные о среднесуточных расходах в 2015 г. только трех малых рек региона (Писса, Мамоновка, Злая), по которым построены графики на рис. 2.

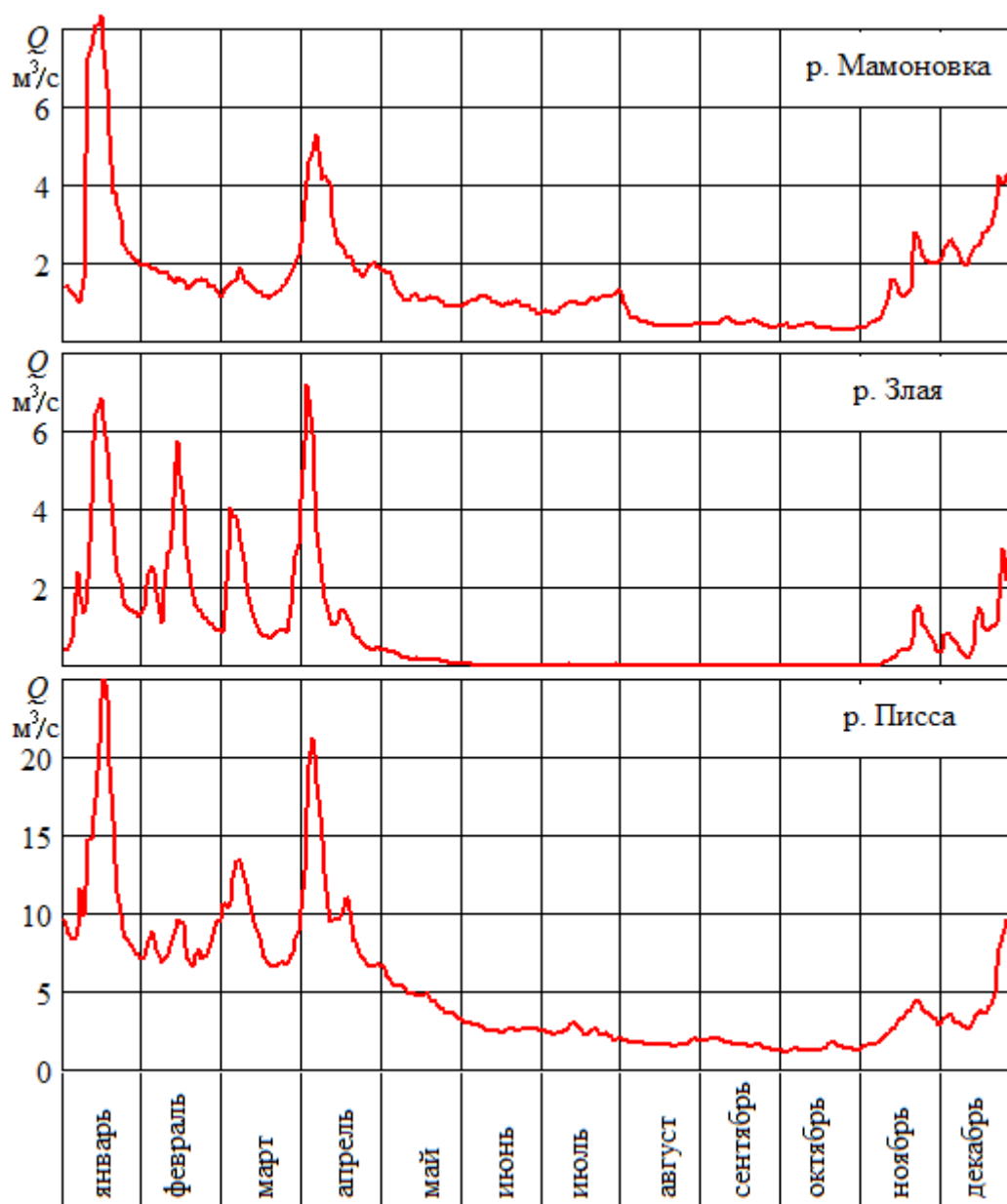


Рисунок 2 – Среднесуточные расходы малых рек в 2015 г.

Было показано [10], что с конца девятнадцатого века по настоящее время рост суммы годовых осадков в Калининградской области компенсируется увеличением испарения из-за увеличения среднегодовой температуры воздуха. Видимо, поэтому норма среднегодовых расходов на реках региона за весь период инструментальных наблюдений практически не изменились. Чего нельзя сказать о внутригодовом распределении стока.

Данные АИС ГМВО могут быть получены в одном из распространенных электронных форматов (Word или Excel), что позволяет непосредственно использовать их в разработанных компьютерных программах обработки гидрологической информации [11].

В 2015 году по рис. 2 на всех малых реках наблюдались паводковые явления в ноябре-декабре. В протекании весеннего половодья имеются различия. На реке Злой в начале 2015 года наблюдалось четыре характерных пика расхода воды, тогда как на реке Мамоновке их было только два.

Тем не менее, величина коэффициентов парной корреляции между среднесуточными расходами является значимой:

$$\text{Злая} - \text{Писса } r_{ЗП} = 0,873;$$

$$\text{Мамоновка} - \text{Писса } r_{МП} = 0,811;$$

$$\text{Злая} - \text{Мамоновка } r_{ЗМ} = 0,769.$$

С учетом сходных гидрологических условий эти реки могут рассматриваться при подборе рек-аналогов для малых водотоков.

По ежедневным расходам Q_i рассчитаем скользящие 10-суточные и 30-суточные средние расходы в 2015 году (на рис. 3 показаны начальные даты интервалов):

$$Q_{30j} = \frac{1}{30} \sum_{i=j}^{j+29} Q_i, \quad Q_{10j} = \frac{1}{10} \sum_{i=j}^{j+9} Q_i. \quad (1)$$

Рассчитанные массивы позволяют найти важные гидрологические характеристики – наименьшие 30-суточные и 10-суточные расходы за 2015 год (табл. 2):

$$Q_{30\min} = \min(Q_{30}), \quad Q_{10\min} = \min(Q_{10}). \quad (2)$$

Таблица 2 – Минимальные расходы малых рек в 2015 г.

Название водного объекта	Минимальные средние расходы			
	30-суточные		10-суточные	
	Величина, м ³ /с	День начала	Величина, м ³ /с	День начала
река Писса	1,353	262	1,260	268
река Злая	0,00167	260	0,001	266
река Мамоновка	0,360	277	0,306	293

Минимальные расходы используются при определении нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водотоки, а также при изучении влияния гидрологических условий на естественное воспроизводство рыбных запасов в реках. Обращает на себя внимание минимальный расход в реке Злой в 2015 году – 1 л/с, тогда как она является водным объектом рыбохозяйственного значения первой категории. Такой низкий расход негативно влияет на естественное воспроизводство рыбных запасов.

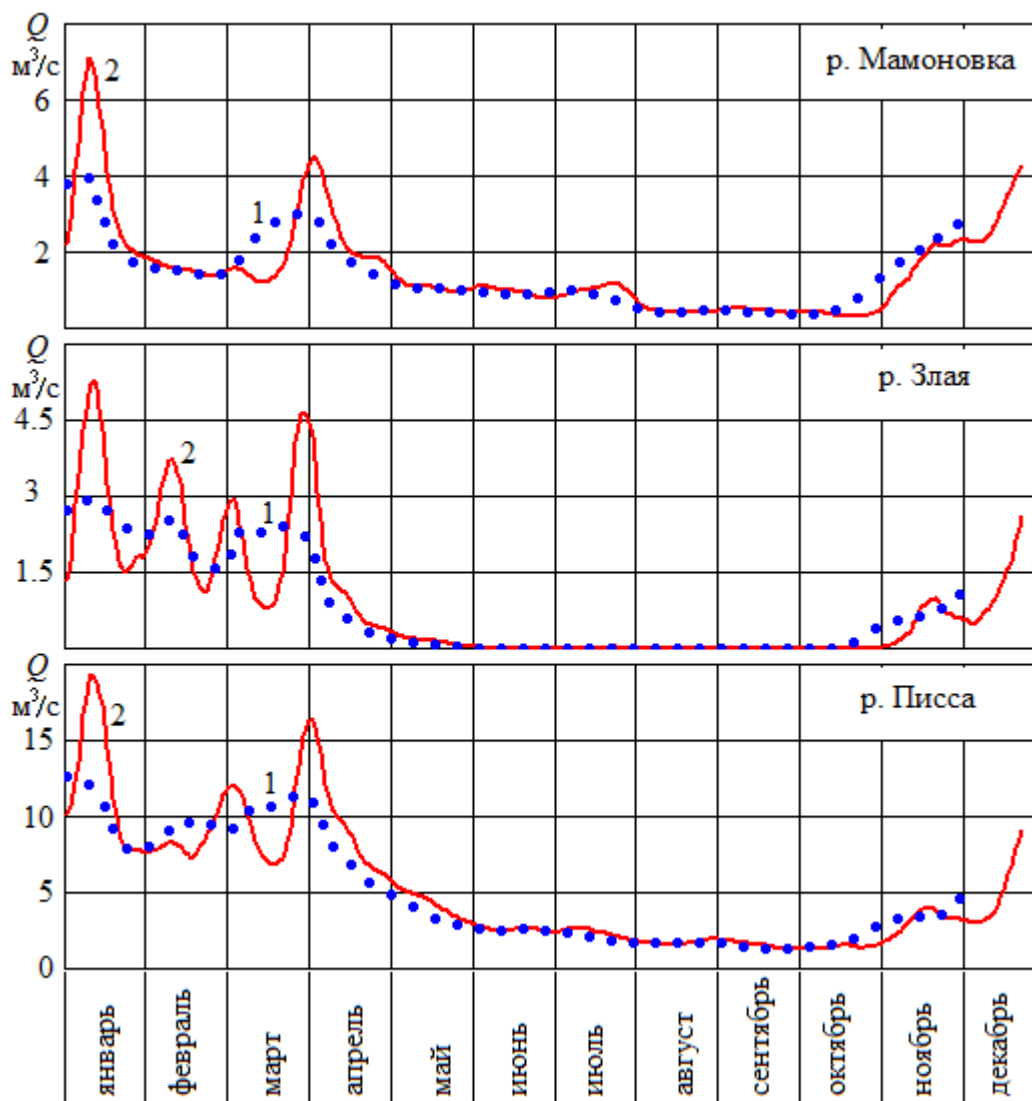


Рисунок 2.2.2 – Средние скользящие расходы малых рек в 2015 г.:
1 – 30-суточные, 2 – 10-суточные

Заключение

Компьютерная обработка данных, предоставленных АИС ГМВО, позволила установить значимую стохастическую связь между среднесуточными расходами малых рек региона (Злая, Мамоновка, Писса). Внутригодовое распределение стока малых рек в целом имеет сходный характер, но наблюдаются различия в количестве пиков весеннего половодья. Рассчитаны средние минимальные 10-суточные и 30-суточные расходы малых рек региона в 2015 году. На реке Злой они имели аномально низкое значение.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания НИОКР 2018 года по теме: «Разработка базы данных, алгоритма и методики расчета гидрологических характеристик малых рек рыбохозяйственного значения при отсутствии систематических наблюдений».

ЛИТЕРАТУРА

1. Свод правил СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Утвержден приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой России) от 10 декабря 2012 г., № 83/ГС.

2. 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.

3. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р. Инженерные изыскания в бассейне реки Преголи: монография. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. 183 с.

4. 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.

5. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1. РСФСР. Вып. 4. Бассейны рек Калининградской области / Под ред. Н. Шаблиевой. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. 88 с.

6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 4. Вып. 3. Литовская ССР и Калининградская область РСФСР / Под ред. В.Е. Водограцкого. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. 508 с.

7. 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 от 9 декабря 2014, № 171 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nord-west-water.ru/activities/ndv/page-2/> (дата обращения: 01.05.2018).

8. ГИС-портал Центра регистра и кадастра [Электронный ресурс]. – URL: <http://gis.vodinfo.ru/hydrographs/> (дата обращения: 01.05.2018).

9. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 01.05.2018).

10. Наумов В.А. Результаты статистического анализа региональных гидрологических и климатических рядов // Вестник науки и образования Северо-Запада России: электронный журнал. 2016. Т.2, №3. С. 46-56. URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2016/08/2016-N3-Naumov.pdf>.

11. Наумов В.А. Методы обработки гидрологической информации // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. 2015. № 7. С. 144-150.

REFERENCES

1. *Svod pravil SP 47.13330.2012. Inzhenernye izyskaniya dlya stroitel'stva* [Code of rules SP 47.13330.2012. Engineering surveys for construction]. Utverzhden prikazom Federal'nogo agentstva po stroitel'stvu i zhilishchno-kommunal'nomu hozyajstvu (Gosstroj Rossii) ot 10 dekabrya 2012, № 83/GS.

2. Velikanov N.L., Naumov V.A., Markova L.V., Smirnova L.V. *Rezultaty naturnykh issledovaniy malyh vodotokov na meliorirovannykh zemljah regiona* [the Results of field studies of small waterways on reclaimed land in the region]. *Voda: himiya, jekologiya*. 2013. No 7. pp. 18-26.

3. Naumov V.A., Ahmedova N.R. *Inzhenernye izyskaniya v bassejne reki Pregoli: monografiya* [Engineering surveys in the basin of the Pregel river: monograph]. Kaliningrad: KGTU Publ. 2017. 183 p.

4. *Svod pravil SP 33-101-2003. Opredelenie osnovnykh raschetnykh gidrologicheskikh harakteristik* [Code of rules SP 33-101-2003. Determination of basic design hydrological characteristics]. Odobren dlya primeneniya v kachestve normativnogo dokumenta postanovleniem Gosstroya Rossii № 218 ot 26 dekabrya 2003.

5. *Gosudarstvennyj vodnyj kadastr. Mnogoletnie dannye o rezhime i resursah poverhnostnykh vod sushi* [State water cadastre. Long-term data on the regime and resources of surface waters of the land]. V. 1. RSUSR. No. 4. Bassejny rek Kaliningradskoj oblasti / Edit. N. Shablieva. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. 88 p.



6. *Resursy poverhnostnyh vod SSSR* [Surface water resources of the USSR]. V. 4. No. 3. Litovskaya SSR i Kaliningradskaya oblast' RSFSR / Edit. V.E. Vodogrecky. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1969. 508 p.

7. *Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i ohrany vodnyh ob'ektov bassejna reki Neman i rek bassejna Baltijskogo morya (Rossijskaya chast' v Kaliningradskoj oblasti)* [Scheme of integrated use and protection of water bodies of the Neman river basin and rivers of the Baltic sea basin (Russian part in the Kaliningrad region)]. Utverzhdena prikazom Nevsko-Ladozhskogo BVU Federal'nogo agentstva vodnyh resursov ot 9 dekabrya 2014, № 171 Available at: <http://www.nord-west-water.ru/activities/ndv/page-2/> (data: 01.05.2018).

8. GIS-portal Centra registra i kadastra [GIS portal of the center of register and cadaster]. [Electronic resource]. URL: <http://gis.vodinfo.ru/hydrographs/> (data: 01.05.2018).

9. Avtomatizirovannaya informacionnaya sistema gosudarstvennogo monitoringa vodnyh ob'ektov [Automated information system for state monitoring of water bodies]. Available at: <https://gmvo.skniivh.ru/> (data: 01.05.2018).

10. Naumov V.A. *Rezultaty statisticheskogo analiza regional'nyh gidrologicheskikh i klimaticheskikh ryadov* [Results of statistical analysis of regional hydrological and climatic series]. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii: ehlektronnyj zhurnal*. 2016. V. 2, No. 3. pp. 46-56. URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2016/08/2016-N3-Naumov.pdf>.

11. Naumov V.A. *Metody obrabotki gidrologicheskoy informacii* (Methods of hydrological information processing). *Vestnik uchebno-metodicheskogo ob"edineniya po obrazovaniyu v oblasti prirodoobustrojstva i vodopol'zovaniya*. 2015. No. 7. pp. 144-150.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Наумов Владимир Аркадьевич

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водных ресурсов и водопользования, действительный член Российской инженерной академии, действительный член Российской академии естественных наук,

E-mail: van-old@rambler.ru

Naumov Vladimir Arkad'evich

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Chairman of The Water Resources Department, Doctor of Technical Science, Professor, Member of Russian Engineering Academy, Member of Russian Academy of Natural Science,

E-mail: van-old@rambler.ru

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с автором статьи:
236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, КГТУ, ГУК, каб. 372. Наумов В.А.
8(4012)99-53-37