

Научная статья
УДК 627

УРОВНИ ВОДЫ И УКЛОНЫ РЕКИ ШЕШУПЕ НА ЧЕТЫРЕХ ГИДРОПОСТАХ

С.А. Кочеткова^{1,*}

¹ Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

* E-mail: Kochetkovava@bk.ru

Аннотация. В статье выполнена оцифровка и статистический анализ приведенных в гидрологических ежегодниках результатов наблюдений за уровнем воды реки Шешупе на разных постах в середине 20-го века. Уклоны водной поверхности, коэффициенты парной корреляции ежедневных уровней воды в разных створах были рассчитаны с помощью операторов Mathcad.

Ключевые слова: река Шешупе, уровни воды; наблюдения; оцифровка; уклон водной поверхности; коэффициент парной корреляции; Mathcad.

Для цитирования: Кочеткова С.А. Уровни воды и уклоны реки Шешупе на четырех гидропостах // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2023. Т.9. №3. С. 52–58.

Original article

WATER LEVELS AND SLOPES OF THE SHESHUPE RIVER AT FOUR HYDROPOSTS

S.A. Kochetkova^{1,*}

¹ Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

* E-mail: Kochetkovava@bk.ru

Abstract. The article digitizes the results of observations of the water level of the Sheshupe River given in hydrological yearbooks at different posts in the middle of the 20th century. Water surface slopes, pair correlation coefficients of daily water levels in different sections were calculated using Mathcad operators.

Key words: Sheshupe river, water levels; observations; digitization; slope of the water surface; pair correlation coefficient; Mathcad.

For citation: Kochetkova S.A. Water levels and slopes of the Sheshupe River at four gauging stations // Bulletin of Science and Education of the North-West of Russia. 2023. Vol.9. No. 3, pp. 52–58.

Введение

Анализ результатов наблюдений за уровнем воды рек необходим для строительного проектирования и реконструкции, комплексного использования и охраны водных ресурсов, при решении многих других научных и практических задач. Поэтому изучению изменения уровней различных водотоков посвящено большое количество публикаций в научных журналах. Для гидрологических расчетов важно знать не только уровни воды реки, но и уклоны водной поверхности. Уклоны необходимы для применения формулы Шези.

Река Шешупе — единственная нерестовая река для рыбака, и изучение этой реки имеет большое значение для рыбного хозяйства [1]. Исследования некоторых гидрологических

характеристик бассейна реки Шешупе ранее публиковались (см. [2, 3] и библиографию в них), но нигде не рассматривалось 4 гидрологических поста (ГП). Методика расчета уровней, уклонов и их сравнения известна, используется, например, в [4, 5]. Именно она была применена в данной статье.

Цель данной работы - по данным гидрологических ежегодников (ГЕ) исследовать внутригодовое изменение уровня воды на гидропостах реки Шешупе в середине 20-го века, уклоны и тесноту стохастической связи между ними.

Исходные данные

На рис. 1 приведена карта бассейна реки Шешупе с ГП.

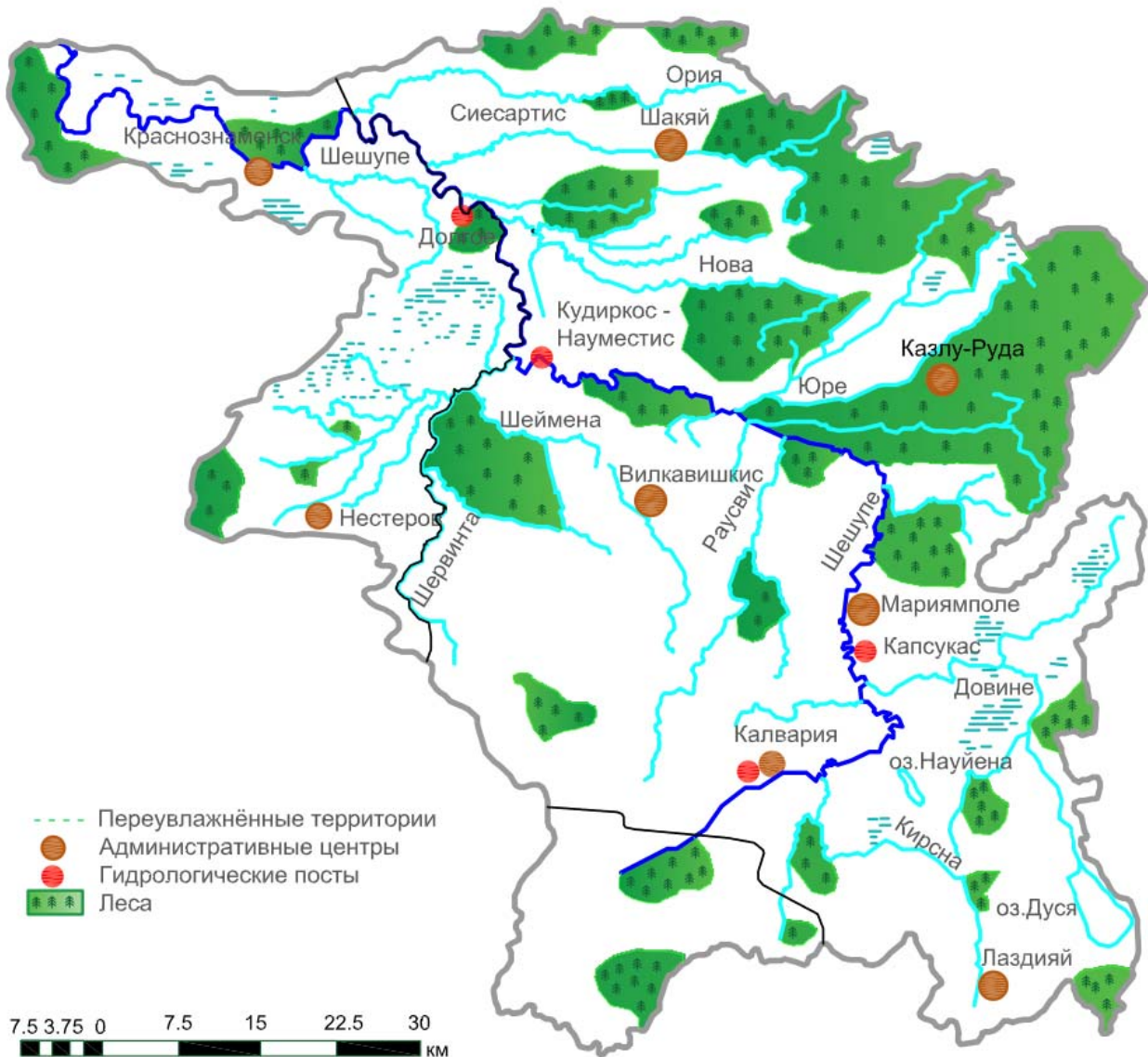


Рисунок 1 – Бассейн реки Шешупе

В этой работе была выполнена оцифровка приведенных в гидрологических ежегодниках [6-8] результатов наблюдений за уровнем воды реки Шешупе на разных постах за 1956, 1957 и 1958 год. Тогда действовали 4 гидропоста: Долгое, Кудиркос-Науместис, Капсукас и Калвария. В настоящее время доступны результаты наблюдений лишь одного из них – ГП Долгое. Остальные 3 находятся на территории Литвы.

В табл. 1 представлена, для примера, часть данных за 1958 год.

Таблица 1 – Результаты наблюдений уровней воды на ГП реки Шешупе в 1958 г. [8]
(см от нуля поста)

№ пп.	Дата	ГП			
		Калвария	Капсукас	Кудиркос	Долгое
1	01 янв	121	12	207	425
2	02 янв	122	10	192	380
3	03 янв	121	2	194	353
4	04 янв	123	0	188	332
5	05 янв	107	1	188	318
6	06 янв	116	3	176	320
...					
361	27 дек	115	42	285	480
362	28 дек	114	35	260	426
363	29 дек	113	34	233	378
364	30 дек	112	36	218	355
365	31 дек	114	43	248	394

Метод расчета

Была выполнена весьма трудоемкая процедура – оцифровка таблиц ежедневных уровней из ГЕ. Далее были использованы операторы Mathcad из [6]. Данные были переформированы в матрицы-столбцы по ГП, а затем переведены в метры Балтийской системы:

$$H_k = 0,01 \cdot H'_k + H_k^o, \quad (1)$$

где H'_k – уровни в k -м створе, отсчитываемые в сантиметрах от нуля поста

На рис. 2-5 построены примеры гидрографов по данным ГЕ за 1958 год.

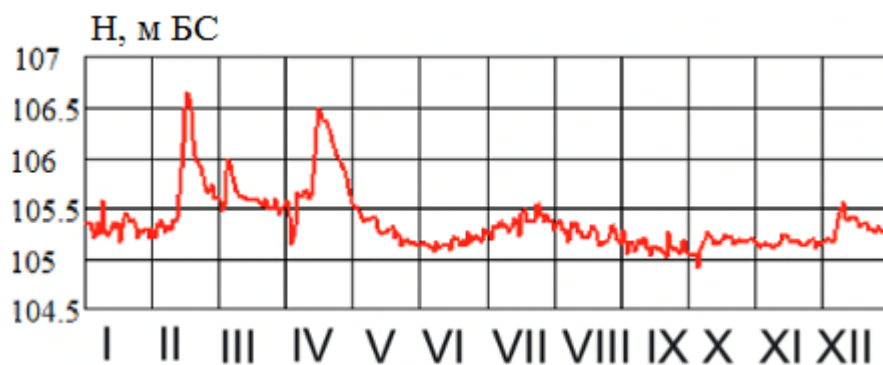


Рисунок 2 – Изменение уровня реки Шешупе (ГП Калвария) в 1958 году

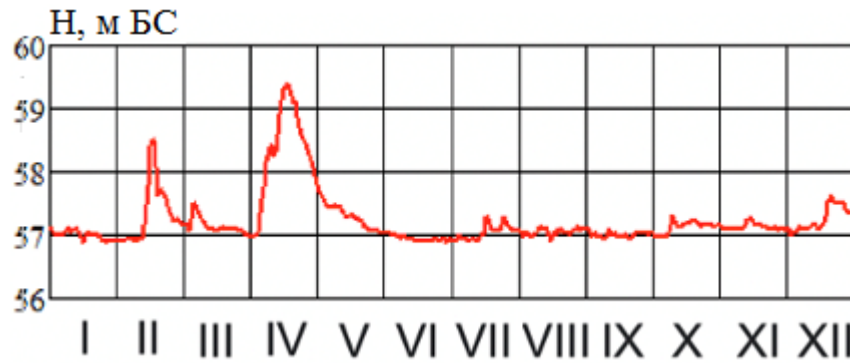


Рисунок 3 – Изменение уровня реки Шешупе (ГП Капсукас) в 1958 г.

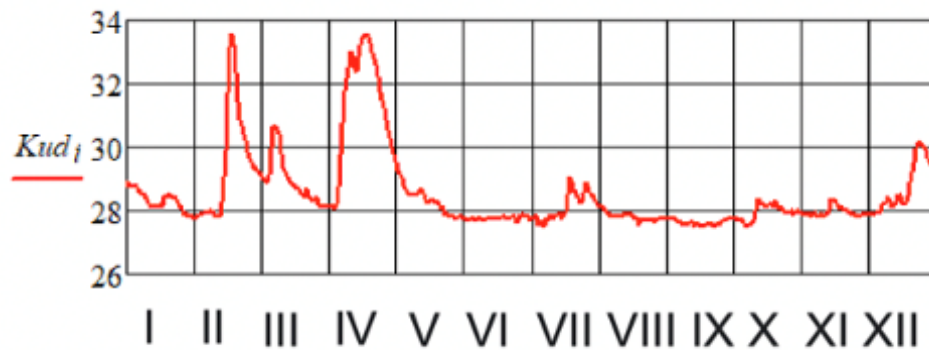


Рисунок 4 – Изменение уровня реки Шешупе (ГП Кудиркос) в 1958 году

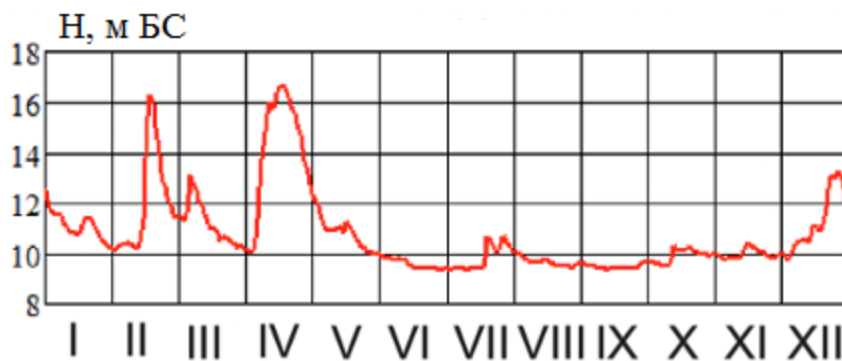


Рисунок 5 – Изменение уровня реки Шешупе (ГП Долгое) в 1958 году

Уклоны водной поверхности на каждом исследуемом участке (в промиле, ‰) были рассчитаны по формуле:

$$J_{12} = (H_1 - H_2)/L_{12}, \quad (2)$$

где H_1 , H_2 – уровни реки на постах 1-м и 2-м, соответственно, м БС; L_{12} – расстояние между названными постами по реке, км.

На рис. 6-8 показано изменение уклона водной поверхности в течение года.

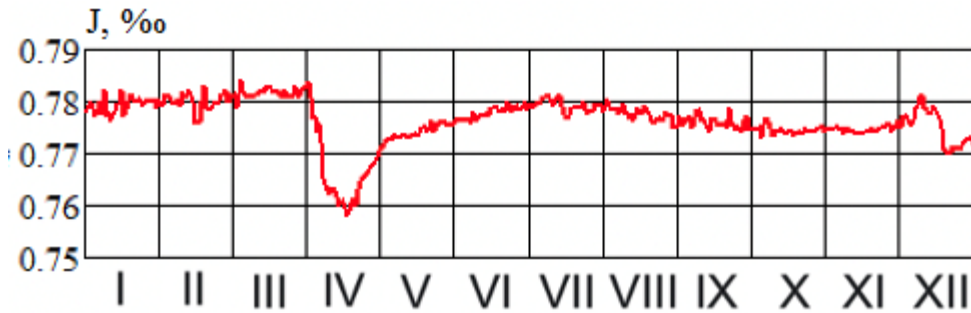


Рисунок 6 – Изменение уклона водной поверхности между гидропостом Калвария и Капсукас в 1958 году

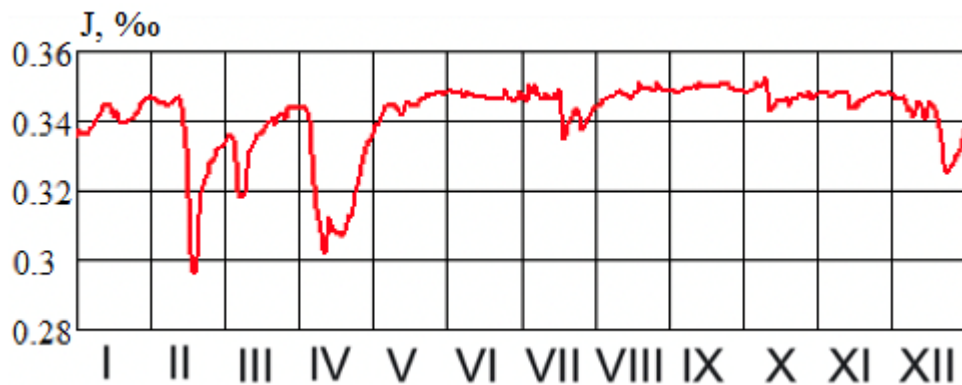


Рисунок 7 – Изменение уклона водной поверхности между гидропостом Капсукас и Кудиркос в 1958 году

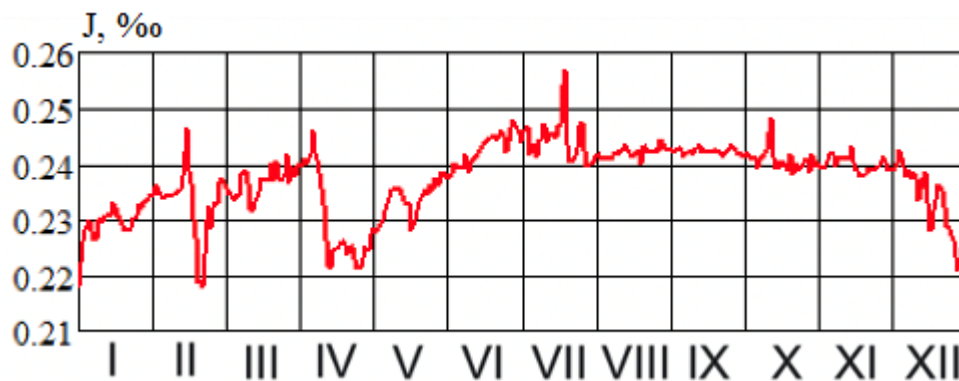


Рисунок 8 – Изменение уклона водной поверхности между гидропостом Кудиркос и Долгое в 1958 г.

Результаты расчетов и обсуждение

В табл. 2 представлены результаты расчета среднего годового уклона.

Таблица 2 - Результаты расчета годового среднего уклона реки Шешупе

Год	Между гидропостами		
	Калвария - Капсукас	Капсукас - Кудиркос	Кудиркос - Долгое
1956	0.777	0.344	0.237
1957	0.776	0.344	0.236
1958	0.776	0.341	0.237

По табл. 2 видно, как уклон водной поверхности уменьшается вниз по течению реки. Коэффициенты парной корреляции уровнем и уклоном воды оказались отрицательными, например, в 1958 году:

$$\begin{aligned} \text{corr}(IKu_Do, Kud) &= -0.621 & \text{corr}(IKu_Do, Dol) &= -0.786 \\ \text{corr}(IKap_Ku, Kap) &= -0.828 & \text{corr}(IKap_Ku, Kud) &= -0.981 \\ \text{corr}(IKal_Kap, Kal) &= -0.237 & \text{corr}(IKal_Kap, Kap) &= -0.778 \end{aligned}$$

Значит, чем больше уровень воды, тем меньше были уклоны водной поверхности. Это связано с выходом реки на пойму.

Были рассчитаны коэффициенты парной корреляции между уровнями реки Шешупе в разных створах. Матрица парной корреляции 1958 г.:

$$r = \begin{pmatrix} 1 & 0.795 & 0.873 & 0.84 \\ 0.795 & 1 & 0.92 & 0.889 \\ 0.873 & 0.92 & 1 & 0.973 \\ 0.84 & 0.889 & 0.973 & 1 \end{pmatrix}$$

Заключение

Таким образом, была выполнена оцифровка приведенных в гидрологических ежегодниках результатов наблюдений за 3 года по 4-ем постам реки Шешупе в середине 20-го века. Был проведен анализ коэффициентов парной корреляции между уровнями разных ГП. Самый большой коэффициент парной корреляции между уровнями ГП Долгое и ГП Кудиркос (0,973). Самый маленький (0,795) между уровнями ГП Калвария и ГП Капсукас превышает пороговое значение 0,7. Это говорит о довольно тесной стохастической связи. Рассчитанный уклон водной поверхности в половодье и в паводки уменьшается, потому что река выходит на пойму. Как и следовало ожидать, уклон водной поверхности уменьшается вниз по течению реки.

Посты находятся в одном гидрологическом районе, значит, по результатам наблюдений ГП Долгое, в дальнейшем можно восстанавливать пропущенные наблюдения на других ГП.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Евдокимова Е.Б., Авдеева Е.В., Заостровцева С.К. Паразитофауна рыба из реки Шешупе // Труды ВНИРО. 2017. Т. 167. С. 110-117.
2. Akhmedova N.R., Naumov V.A. Calculation of the roughness of the Sheshupe riverbed according to hydrological yearbooks. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1112, Paper No. 012127. DOI: 10.1088/1755-1315/1112/1/012127.
3. Akhmedova N.R., Naumov V.A., Kochkareva A.S. Natural flow regulation coefficient of the Kaliningrad region rivers // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1212. Paper No. 012042. DOI: 10.1088/1755-1315/1212/1/012042.
4. Наумов В.А. Уклоны водной поверхности реки Преголи // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2019. Т. 5, № 3. С. 30-37.
5. Наумов В.А. Влияние изменений уровня в течение года на уклон водной поверхности реки Мсты // Вестник научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. 2021. № 21. С. 80-86.

6. Гидрологический ежегодник 1956 г. Т. 1. Бассейн Балтийского моря / Под ред. Е.И. Мороз. Вып. 4-6. Л.: Гидрометеиздат, 1960. 416 с.
7. Гидрологический ежегодник 1957 г. Т. 1. Бассейн Балтийского моря / Под ред. Л.И. Глазачевой. Вып. 4-6. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 104 с.
8. Гидрологический ежегодник 1958 г. Т. 1. Бассейн Балтийского моря / Под ред. Л.И. Глазачевой. Вып. 4-6. Л.: Гидрометеиздат. 1962. 98 с.
9. Наумов В.А. Методы обработки гидрологической информации. Лабораторный практикум для студентов вузов. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. 115 с

REFERENCES

1. Evdokimova E.B., Avdeeva E.V., Zaostrovceva S.K. *Parazitofauna rybca iz reki Sheshupe* [Parasitofauna of the fish from the Sheshupe River]. *Trudy VNIRO*. 2017. Vol. 167, pp. 110-117.
2. Akhmedova N.R., Naumov V.A. Calculation of the roughness of the Sheshupe riverbed according to hydrological yearbooks. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1112, Paper No. 012127. DOI: 10.1088/1755-1315/1112/1/012127.
3. Akhmedova N.R., Naumov V.A., Kochkareva A.S. Natural flow regulation coefficient of the Kaliningrad region rivers // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1212. Paper No. 012042. DOI: 10.1088/1755-1315/1212/1/012042.
4. Naumov V.A. *Uklony vodnoj poverhnosti reki Pregoli* [Slopes of the water surface of the Pregol River]. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*. 2019. Vol. 5, No. 3. pp. 30-37.
5. Naumov V.A. *Vliyanie izmenenij urovnya v techenie goda na uklon vodnoj poverhnosti reki Msty* [Influence of level changes during the year on the slope of the water surface of the Msta River]. *Vestnik nauchno-metodicheskogo soveta po prirodoobustrojstvu i vodopol'zovaniyu*. 2021. No. 21. pp. 80-86.
6. *Gidrologicheskij ezhegodnik 1956 g. T. 1. Bassejn Baltijskogo morya* [Hydrological Yearbook 1956 Vol. 1. Baltic Sea basin]. Ed. E.I. Moroz. Iss. 4-6. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1960. 401 p.
7. *Gidrologicheskij ezhegodnik 1957 g. T. 1. Bassejn Baltijskogo morya* [Hydrological Yearbook 1957 Vol. 1. Baltic Sea basin]. Ed. L.I. Glazacheva. Iss. 4-6. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1961. 388 p.
7. *Gidrologicheskij ezhegodnik 1958 g. T. 1. Bassejn Baltijskogo morya* [Hydrological Yearbook 1958 Vol. 1. Baltic Sea basin]. Ed. L.I. Glazacheva. Iss. 4-6. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1962. 409 p.
9. Naumov V.A. *Metody obrabotki gidrologicheskoy informacii. Laboratornyj praktikum dlya studentov vuzov* [Methods for processing hydrological information. Laboratory workshop for university students] Kaliningrad: Izd-vo FGBOU VPO «KGTU», 2014. 115 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Кочеткова Софья Алексеевна – студент,
Калининградский государственный
технический университет (236022, Россия, г.
Калининград, Советский пр-т 1, e-mail:
Kochetkovava@bk.ru)

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kochetkova Sofia Alekseevna – Student,
Kaliningrad State Technical University (236022,
Russia, Kaliningrad, Sovetsky ave. 1, e-mail:
Kochetkovava@bk.ru)

Статья поступила в редакцию 06.07.2023; одобрена после рецензирования 17.07.2023, принята к публикации 24.08.2023.

The article was submitted 06.07.2023; approved after reviewing 17.07.2023; accepted for publication 24.08.2023.