

ЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 504.4.054

doi: 10.31774/2658-7890-2021-3-2-29-39

Оценка степени загрязнения донных отложений малых рек Ростовской области

Алексей Николаевич Рыжаков¹, Дмитрий Викторович Мартынов²

^{1,2}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации,
Новочеркасск, Российская Федерация

¹xrust.89@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9268-255X>

²dimas-8901@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4797-8973>

Аннотация. Цель: изучение степени загрязнения донных отложений малых рек Ростовской области. **Материалы и методы:** исследования проводились в 2019–2020 гг. согласно постановлению Правительства Ростовской области от 25.09.2013 № 595 и в соответствии с приказами Министерства природных ресурсов и экологии № 432 от 08.10.2014 и № 112 от 24.02.2014. Работы по мониторингу загрязнения донных отложений, проведенные авторами, включали: отбор, описание, консервацию, доставку и подготовку образцов; проведение интегральной оценки токсичности. Исследования проводились на микроводорослях согласно методике биотестирования по угнетению роста одноклеточных водорослей *Chlorella vulgaris* Beijer и инфузорий *Paramecium caudatum*. Проба считалась токсичной, если значение токсического эффекта составляло 50 % и более. В случае обнаружения высокой токсичности производился повторный отбор проб для определения наиболее распространенных приоритетных и специфических загрязняющих веществ. **Результаты:** согласно утвержденной программе проведения исследований авторами было отобрано 70 проб (33 в 2019 г., 37 в 2020 г.) на 21 водном объекте. В результате проведения интегральной оценки токсичности донных отложений водных объектов было выявлено превышение только в двух пробах, отобранных в 2019 г. на участке р. Темерник. **Выводы:** результаты биотестирования не выявили превышения допустимых значений токсичности по всем участкам на водных объектах, кроме р. Темерник, где было выявлено незначительное превышение (55 %). В связи с этим при формировании программы реализации природоохранных мероприятий следует обратить большее внимание на ряд других экологических проблем водных объектов области, в числе которых особое место имеет маловодье, связанное как с изменением климата, так и с чрезмерным расходом воды на нужды хозяйственной деятельности, распашка земель до уреза воды, размыв плотин и других перегораживающих сооружений, в т. ч. вследствие неправильного функционирования водопропускных сооружений.

Ключевые слова: загрязнение водных объектов, государственный мониторинг водных объектов, донные отложения, оценка токсичности донных отложений, загрязняющие вещества

ECOLOGY

Original article

Assessment of the degree of pollution of bottom sediments in small rivers of Rostov region



Alexey N. Ryzhakov¹, Dmitry V. Martynov²

^{1,2}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹xrust.89@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9268-255X>

²dimas-8901@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4797-8973>

Abstract. Purpose: to study the degree of pollution of bottom sediments of small rivers of the Rostov region. **Materials and Methods:** the research was carried out in 2019–2020 according to the decree of the Government of Rostov region of 25.09.2013 no. 595 and in accordance with the orders of the Ministry of Natural Resources and Environment no. 432 of 08.10.2014 and no. 112 of 24.02.2014. The work on monitoring the pollution of bottom sediments carried out by the authors included: samples selection, description, conservation, delivery and preparation; conducting an integral assessment of toxicity. The studies were carried out on microalgae according to the biotesting method for inhibiting the growth of unicellular algae *Chlorella vulgaris* Beijer and ciliates *Paramecium caudatum*. A sample was considered toxic if the value of the toxic effect was 50 % or more. In case of detecting high toxicity, the repeated sampling to determine the prevailing priority and specific pollutants was carried out. **Results:** according to the approved research program, 70 samples (33 in 2019, 37 in 2020) at 21 water bodies were selected. As a result of an integrated assessment of the toxicity of bottom sediments of water bodies, an excess was revealed only in two samples taken in 2019 at the site of the river Temernik. **Conclusions:** the results of biotesting did not reveal an excess of the permissible toxicity values in all areas of water bodies, except for the river Temernik, where a slight excess was revealed (55 %). In this case, when forming a program for the environmental protection measures implementation, more attention should be paid to a number of other environmental problems of water bodies in the region, among which a special place is taken by low water associated with both climate change and excessive water consumption for the needs of economic activities, land plowing to the water's edge, washing out dams and other blocking structures, including due to improper functioning of culverts.

Keywords: water bodies pollution, state monitoring of water bodies, bottom sediments, assessment of toxicity of bottom sediments, pollutants

Введение. Малые реки являются наиболее многочисленным классом водных объектов и играют основную роль при формировании водных ресурсов. В связи с их огромным числом они являются одним из важнейших элементов географической среды и играют большую роль в жизни общества.

Их распространенность, а также связь с местными природными условиями и высокая зависимость от антропогенного влияния обуславливает также определяющее влияние малых рек при формировании экологической ситуации в пределах как своих водосборов, так и всего региона. Хозяйственная деятельность различного масштаба и направленности нередко затрагивает небольшие водотоки и их бассейны, что часто приводит к негативным изменениям их состояния [1]. Одна из особенностей малых рек –

ярко выраженная зависимость водности, гидрологического режима и качества воды малых рек от состояния поверхности водосбора, значение которого в ряде случаев бывает важнее климатических и погодных факторов, из-за чего гидрологические и гидрохимические показатели малых рек могут отличаться от среднестатистических зональных и районных.

От санитарного состояния малых рек во многом зависит режим крупных рек, имеющих большое хозяйственное значение. Это особо актуально для интенсивно освоенных и испытывающих дефицит водных ресурсов районов, к числу которых относится и Ростовская область. В данном регионе в бассейне р. Дон имеется 4551 река (из них 165 малых и средних рек суммарной протяженностью 9565 км), основную часть которых представляют реки протяженностью менее 10 км [2]. Малые реки в степной зоне являются основными источниками обеспечения водой населенных пунктов, промышленности и сельскохозяйственного производства. В условиях полузасушливого климата региона экологическое состояние рассматриваемых водных объектов становится жизненно важным. Возникающие в них экологические проблемы в основном обусловлены местными природными условиями и характером воздействия на них промышленности, транспорта, коммунального и сельского хозяйства [3]. Экологическая обстановка в регионе является сложной [4]. На качество воды малых рек Ростовской области значительное влияние оказывают: сброс недостаточно очищенных и загрязненных бытовых вод, а также сброс промышленных стоков; смыв минеральных удобрений, остаточных количеств пестицидов, органических веществ, соединений тяжелых металлов с сельскохозяйственных угодий и животноводческих ферм; сток ливневых, шахтных, дренажных вод, а также воды, сбрасываемые с оросительных систем [5, 6].

Одной из важнейших проблем в общей системе природоохранного комплекса является защита малых рек. Они обладают рядом свойств и особенностей, которые приходится учитывать при разработке мероприятий

по их рациональному использованию и охране. Проведению работ по экологической реабилитации данных объектов предшествуют действия по их комплексному обследованию, на основе которого и разрабатывается план восстановления водности водотока [2].

Несмотря на обозначенные в открытых источниках экологические проблемы загрязнения водных объектов Ростовской области в целом, количественные и качественные показатели приводятся в основном только по р. Дон, тогда как по прочим водным объектам региона информация отсутствует.

Для оценки степени загрязнения водных объектов по содержанию в поверхностных водах химических элементов в качестве чувствительного показателя уровня загрязненности водотока чаще используют наиболее инерционные донные отложения. При этом введение методов биомониторинга в сеть контроля над их состоянием позволяет адекватно оценить токсичность водотока [7–9]. В данном исследовании приводятся результаты оценки степени загрязнения донных отложений по 21 водному объекту, проводимой в 2019–2020 гг. Целью работы являлось изучение степени загрязнения донных отложений малых рек Ростовской области.

Материалы и методы. В соответствии с государственной программой «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование», утвержденной постановлением Правительства Ростовской области от 25.09.2013 № 595 [10] (подп. 3.2 «Организация мониторинга водных объектов» подпрограммы 3 «Развитие водохозяйственного комплекса Ростовской области») по заданию Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области ежегодно проводятся работы по мониторингу водных объектов. В рамках данной работы в том числе производится мониторинг загрязнения донных отложений бассейнов исследуемых рек в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и экологии от 24.02.2014 № 112 [11].

В целях выполнения работ по мониторингу загрязнения донных от-

ложений нами был осуществлен отбор проб в соответствии с методикой РД 52.24.609-2013 [12]. Исследования проводились в следующей последовательности:

- отбор, описание, консервация, доставка и подготовка образцов донных отложений из водных объектов исследуемых бассейнов рек для лабораторных исследований;

- лабораторные исследования в аккредитованной эколого-аналитической лаборатории ФГБНУ «РосНИИПМ»;

- обработка полученных результатов: интегральная оценка токсичности донных отложений водных объектов.

В случае обнаружения высокой токсичности донных отложений появлялась необходимость повторного отбора проб на участке обследования для последующего определения наиболее распространенных приоритетных (нефтепродукты, полициклические ароматические углеводороды, пестициды, металлы) и специфических (полихлорбифенилы, полихлорфенолы, полиароматические соединения, сероорганические соединения и др.) загрязняющих веществ.

Проведение лабораторных исследований осуществлялось в соответствии со следующими нормативными документами:

- ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-2004 «Токсикологические методы анализа. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов производства и потребления по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*chlorella vulgaris beijer*)» [13];

- ФР 1.39.2015.19243 «Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора серии «Биотестер» [14].

Исследования на микроводорослях проводились согласно методике

биотестирования по угнетению роста одноклеточных водорослей хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) и инфузорий *Paramecium caudatum* [13]. Вывод о наличии или отсутствии токсичности анализируемой пробы делали на основании значения токсического эффекта в процентах. Проба считалась токсичной, если значение токсического эффекта составляло 50 % и более.

Результаты и обсуждения. Согласно утвержденной программе проведения исследований в рамках государственного мониторинга водных объектов Ростовской области в 2019–2020 гг., выполняемых согласно Приказу Минприроды России от 08.10.2014 № 432 [15], авторами было отобрано 70 проб на 21 водном объекте, что представлено на рисунке 1 и в таблице 1.

В результате проведения интегральной оценки токсичности донных отложений водных объектов значение токсического эффекта в 31 пробе за 2019 г. и в 37 пробах за 2020 г. составило менее 50 %. Незначительная (менее 55 %) токсичность была выявлена только в двух пробах, отобранных в 2019 г. на участке р. Темерник.

Согласно утвержденной программе изысканий в данных пунктах отбора проб в 2020 г. анализ донных отложений был проведен повторно для последующего определения наиболее распространенных приоритетных и специфических загрязняющих веществ. В результате проведенного анализа было выявлено превышающее предельно допустимую концентрацию содержание следующих загрязняющих веществ: свинца (в 1,12 раза), цинка (в 2 раза), кадмия (в 1,17 раза) и нефтепродуктов (в 7 раз). В связи с этим по результатам работ, проведенных в рамках мониторинга водных объектов, реализация природоохранных мероприятий требуется только на участке р. Темерник (рекомендуется произвести выявление источников загрязнения с целью их устранения и последующего извлечения (расчистки) донных отложений на данном участке реки).



Рисунок 1 – Схема размещения пунктов отбора проб

**Таблица 1 – Перечень пунктов отбора проб донных отложений
 на водных объектах Ростовской области за 2019–2020 гг.**

Наименование водного бассейна	Наименование водного объекта	Количество, шт.	
2019 г.			
Малые притоки Нижнего Дона	р. Азовка	1	
	р. Темерник	6	
	б. Безымянная	1	
	р. Кадамовка	2	
Бассейн р. Чир	р. Чир	2	
	р. Черная	1	
Бассейн р. Северский Донец	р. Глубокая	1	
	р. Гнилая	1	
Бассейн р. Маныч	р. Чепрак	1	
Бассейн р. Сал	р. Амта	3	
	р. Большая Куберле	2	
	р. Джурак-Сал	5	
	р. Куберле	2	
	р. Сал	5	
		Всего за 2019 г.	33
2020 г.			
Малые притоки Нижнего Дона	р. Аксай	4	
	р. Керчик	1	
Бассейн р. Большой Егорлык	р. Егорлык	1	
Бассейн р. Кагальник	р. Кагальник	3	
Притоки Таганрогского залива	р. Куго-Ея	1	
Бассейн р. Миус	р. Миус	22	
Бассейн р. Средний Егорлык	р. Средний Егорлык	5	
		Всего за 2020 г.	37
		Всего	70

Выводы. В целом результаты биотестирования не выявили значительного превышения допустимых значений токсичности в рассматриваемых водных объектах. Таким образом, при формировании программы реализации природоохранных мероприятий следует обратить большее внимание на ряд других современных экологических проблем водных объектов области: маловодье, связанное как с изменением климата, так и с чрезмерным расходом воды на нужды хозяйственной деятельности; распашка земель в водоохранной зоне; размыв плотин и других перегораживающих сооружений, в т. ч. вследствие неправильного функционирования водопропускных сооружений. Указанные проблемы в свою очередь приводят к заиливанию рек, зарастанию их болотной растительностью, заболачива-

нию и засолению степных земель, уменьшению стока и ухудшению качества воды.

Список источников

1. Жихарев А. М. Малые реки Ростовского района: морфометрия и региональная специфика // Ярославский педагогический вестник. 2005. № 2(43). С. 162–165.
2. Проблемы малых рек [Электронный ресурс] // Официальный портал Правительства Ростовской области. URL: <http://old.donland.ru/?pageid=77645> (дата обращения: 08.02.2021).
3. Экологические проблемы Ростовской области [Электронный ресурс]. URL: <https://ecportal.info/ekologicheskie-problemy-rostovskoj-oblasti/> (дата обращения: 08.02.2021).
4. Цаликов Р. Х., Акимов В. А., Козлов К. А. Оценка природной, техногенной и экологической безопасности России / МЧС России. М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. 464 с.
5. Айдаркина Е. Е. Мониторинг состояния водных ресурсов Ростовской области // Гуманитарные и социальные науки [Электронный ресурс]. 2012. № 5. С. 53–62. URL: http://www.hses-online.ru/2012/05/08_00_05/06.pdf (дата обращения: 08.02.2021).
6. Васильев С. М., Челахов В. Ц., Васильева Е. А. Экологическая концепция оценки воздействия оросительных систем на ландшафты Нижнего Дона: монография. Ростов н/Д.: СКНЦ ВШ, 2005. 308 с.
7. Оценка токсичности донных отложений реки Белая с использованием кресс-салата *Lepidium sativum* / И. Н. Семенова, Г. Ш. Кужина, Ю. Ю. Серегина, Х. Г. Мусин // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. С. 538.
8. Использование растительных тест-систем для оценки токсичности донных отложений / И. Н. Семенова, Г. Ш. Кужина, Ю. Ю. Серегина, Г. А. Ягафарова, А. Б. Зулкарнаев, Х. Г. Мусин // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 10(185). С. 232–235.
9. Методы оценки загрязнения почв: учеб.-метод. пособие / И. Н. Семенова, Г. Р. Ильбулова, Р. Ф. Хасанова, И. Г. Асылбаев; Башк. гос. ун-т. Сибай, 2020. 84 с.
10. Об утверждении государственной программы Ростовской области «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование»: Постановление Правительства Рост. обл. от 25 сент. 2013 г. № 595 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/439060873> (дата обращения: 10.02.2021).
11. Об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов: Приказ Мин-природы России от 24 февр. 2014 г. № 112 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499081160> (дата обращения: 10.02.2021).
12. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов: РД 52.24.609-2013: утв. Зам. рук. Росгидромета 07.08.13: введ. в действие с 02.09.13. Ростов н/Д.: Росгидромет, 2013. 43 с.
13. Токсикологические методы анализа. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов производства и потребления по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*chlorella vulgaris beijer*): ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-2004: утв. Федер. службой по надзору в сфере природопользования 10.04.12: введ. в действие с 03.10.14. М.: Росприроднадзор, 2004. 43 с.
14. Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков

сточных вод экспресс-методом с применением прибора серии «Биотестер»: ФР 1.39.2015.19243 [Электронный ресурс]. URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4293758/4293758202.htm> (дата обращения: 15.02.2021).

15. Об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохраных зон и изменениями морфометрических особенностей водных объектов или их частей [Электронный ресурс]: Приказ Минприроды РФ от 8 окт. 2014 г. № 432. URL: <https://minjust.consultant.ru/documents/12149?items=1&page=1> (дата обращения: 15.02.2021).

References

1. Zhikharev A.M., 2005. *Malye reki Rostovskogo rayona: morfometriya i regional'naya spetsifika* [Small rivers of Rostov region: morphometry and regional specificity]. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin], no. 2(43), pp. 162-165. (In Russian).

2. *Problemy malyykh rek* [Problems of small rivers]. *Ofitsial'nyy portal Pravitel'stva Rostovskoy oblasti* [Official Portal of the Government of Rostov Region], available: <http://old.donland.ru/?pageid=77645> [accessed 08.02.2021]. (In Russian).

3. *Ekologicheskie problemy Rostovskoy oblasti* [Environmental problems of Rostov region], available: <https://ecoportal.info/ekologicheskie-problemy-rostovskoj-oblasti/> [accessed 08.02.2021]. (In Russian).

4. Tsalikov R.Kh., Akimov V.A., Kozlov K.A., 2009. *Otsenka prirodnoy, tekhnogennoy i ekologicheskoy bezopasnosti Rossii* [Assessment of Natural, Technogenic and Environmental Safety of Russia]. EMERCOM of Russia, Moscow, VNI GOCHS (FTS), 464 p. (In Russian).

5. Aydarkina E.E., 2012. *Monitoring sostoyaniya vodnykh resursov Rostovskoy oblasti* [Monitoring the state of water resources of Rostov region]. *Gumanitarnye i sotsial'nye nauki* [Humanities and Social Sciences], no. 5, pp. 53-62, available: http://www.hses-online.ru/2012/05/08_00_05/06.pdf [accessed 08.02.2021]. (In Russian).

6. Vasiliev S.M., Chelakhov V.Ts., Vasil'eva E.A., 2005. *Ekologicheskaya kontseptsiya otsenki vozdeystviya orositel'nykh sistem na landshafty Nizhnego Dona: monografiya* [Ecological Concept of Assessing the Impact of Irrigation Systems on the Landscapes of the Lower Don: monograph]. Rostov-on-Don, SKNTs VSh, 308 p. (In Russian).

7. Semenova I.N., Kuzhina G.Sh., Seregina Yu.Yu., Musin Kh.G., 2015. *Otsenka toksichnosti donnykh otlozheniy reki Belaya s ispol'zovaniem kress-salata *Lepidium sativum** [Evaluation of toxicity of bottom sediments of the Belaya river using watercress *Lepidium sativum*]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], no. 3, p. 538. (In Russian).

8. Semenova I.N., Kuzhina G.Sh., Seregina Yu.Yu., Yagafarova G.A., Zulkarnaev A.B., Musin Kh.G., 2015. *Ispol'zovaniye rastitel'nykh test-sistem dlya otsenki toksichnosti donnykh otlozheniy* [The use of plant test systems to assess the toxicity of bottom sediments]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bull. of Orenburg State University], no. 10(185), pp. 232-235. (In Russian).

9. Semenova I.N., Ilbulova G.R., Khasanova R.F., Asylbaev I.G., 2020. *Metody otsenki zagryazneniya pochvy: ucheb.-metod. posobie* [Methods for Assessing Soil Pollution: Study Guide]. Bashkir State University, Sibay, 84 p. (In Russian).

10. *Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Rostovskoy oblasti "Okhrana okruzhayushchey sredy i ratsional'noe prirodopol'zovanie"* [Approval of the state program of Rostov region "Environmental Protection and Rational Use of Natural Resources"]. Government Resolution of Rostov Region of 25 Sept., 2013, no. 595, available: <http://docs.cntd.ru/document/439060873> [accessed 10.02.2021]. (In Russian).

11. *Ob utverzhdenii Metodicheskikh ukazaniy po osushchestvleniyu gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob"ektov v chasti organizatsii i provedeniya nablyudeniy za sodержaniem zagryaznyayushchikh veshchestv v donnykh otlozheniyakh vodnykh ob"ektov* [On approval of the Methodological Guidelines for the implementation of state monitoring of water bodies in terms of organizing and conducting observations of the content of pollutants in the bottom sediments of water bodies]. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia of 24 February, 2014, no. 112, available: <http://docs.cntd.ru/document/499081160> [accessed 10.02.2021]. (In Russian).

12. *Organizatsiya i provedenie nablyudeniy za sodержaniem zagryaznyayushchikh veshchestv v donnykh otlozheniyakh vodnykh ob"ektov* [Organizing and conducting observations on the content of pollutants in bottom sediments of water bodies]. RD 52.24.609-2013. Approved by Deputy of Authorities of Roshydromet 07.08.2013, launched on 02.09.2013. Rostov-on-Don, Roshydromet, 2013, 43 p. (In Russian).

13. *Toksikologicheskie metody analiza. Metodika opredeleniya toksichnosti pit'evykh, prirodnykh i stochnykh vod, vodnykh vytyazhek iz pochv, osadkov stochnykh vod i otkhodov proizvodstva i potrebleniya po izmeneniyu opticheskoy plotnosti kul'tury vodorosli khlorella (chlorella vulgaris beijer)* [Toxicological methods of analysis. Methods for determining the toxicity of drinking, natural and waste water, water extracts from soils, sewage sludge and production and consumption waste by changing the optical density of the alga chlorella culture (*Chlorella vulgaris* Beijer)]. PND F T 14.1: 2: 3: 4.10-2004. Approved by Federal Service for Supervision in the Field of Nature Management 10.04.2012, launched on 03.10.2014. Moscow, Rosprirodnadzor, 2004, 43 p. (In Russian).

14. *Metodika opredeleniya toksichnosti prob pochv, donnykh otlozheniy i osadkov stochnykh vod ekspress-metodom s primeneniem pribora serii "Biotester"* [Methods for determining the toxicity of soil samples, bottom sediments and sewage sludge by the express method using a device of the "Biotester" series]. FR 1.39.2015.19243, available: <https://docplan.ru/Data2/1/4293758/4293758202.htm> [accessed 15.02.2021]. (In Russian).

15. *Ob utverzhdenii Metodicheskikh ukazaniy po osushchestvleniyu gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob"ektov v chasti nablyudeniy za sostoyaniem dna, beregov, sostoyaniem i rezhimom ispol'zovaniya vodookhrannykh zon i izmeneniyami morfometricheskikh osobennostey vodnykh ob"ektov ili ikh chastey* [On approval of the Guidelines for state monitoring of water bodies in terms of observations of bed and banks state, the state and mode of use of water protection zones and changes in the morphometric features of water bodies or their parts]. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation of 8 October, 2014, no. 432, available: <https://minjust.consultant.ru/documents/12149?Items=1&page=1> [accessed 15.02.2021]. (In Russian).

Информация об авторах

А. Н. Рыжаков – научный сотрудник;

Д. В. Мартынов – младший научный сотрудник.

Information about the authors

A. N. Ryzhakov – Researcher;

D. V. Martynov – Junior Researcher.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.03.2021; одобрена после рецензирования 07.04.2021; принята к публикации 19.05.2021.

The article was submitted 12.03.2021; approved after reviewing 07.04.2021; accepted for publication 19.05.2021.