

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

TECHNOSPHERE SAFETY

УДК 502.175:502.51:504.5

DOI: 10.37890/jwt.vi73.303

Оценка качества воды реки Волги в районе Подновского рейда нефтеналивных судов по азотосодержащим соединениям

М.Д. Павликова¹

ORCID: 0000-0002-4585-6692

А.Н. Бородин¹

ORCID: 0000-0001-8053-6515

А.Е. Пластинин¹

ORCID: 0000-0003-4244-8703

¹*Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация. В связи с длительным нахождением судов на рейдах и влиянием загрязняющих веществ на электропроводность воды и скорость коррозии конструктивных элементов судна в статье выполнена оценка качества воды реки Волга в районе Подновского рейда нефтеналивных судов. Целью данного исследования является оценка содержания азотсодержащих веществ в поверхностном и придонном слое реки Волги в районе Подновского рейда нефтеналивных судов и сброса сточных вод Нижегородской станции аэрации для определения значимости влияния ее деятельности на загрязнение объекта водопользования. В фоновом створе установлено превышение предельно допустимой концентрации аммонийного азота почти в четыре раза. В контрольном створе отмечается значительное увеличение аммонийного азота относительно фона на 34,5 %, Максимальные концентрации аммонийного азота обнаружены ниже сброса сточных вод в поверхностном слое воды в диапазоне 1,8 – 1,3 предельно допустимых концентраций. Максимальная концентрация нитритов превысила предельно допустимое значение в 4,8 раза.

Ключевые слова: экологическая безопасность, воздействие на окружающую среду, азотосодержащие соединения, качество воды, аммонийный азот, нитриты.

Assessment of the water quality of the Volga River in the area of the Podnovsky roadstead of oil tankers for nitrogen-containing compounds

Maria D. Pavlikova¹

ORCID: 0000-0002-4585-6692

Alexey N. Borodin¹

ORCID: 0000-0001-8053-6515

Andrey E. Plastinin¹

ORCID: 0000-0003-4244-8703

¹*Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

Abstract. In connection with the long stay of ships in the roadsteads and the influence of pollutants on the electrical conductivity of water and the corrosion rate of structural elements of the vessel, the article assesses the quality of the water of the Volga River in the area of the Podnovsky roadstead of oil tankers. The purpose of this study is to assess the content of nitrogen-containing substances in the surface and bottom layers of the Volga River in the area of the Podnovsky raid of oil tankers and the discharge of wastewater from the Nizhny Novgorod aeration station to determine the significance of the impact of its activities on the pollution of the water use facility. In the background section, an excess of the maximum permissible concentration of ammonium nitrogen was discovered to be almost four times higher. In the control section, there is a significant increase in ammonium nitrogen relative to the background in 34.5%. The maximum concentrations of ammonium nitrogen were found below the wastewater discharge in the surface water layer in the range of 1.8 - 1.3 maximum allowable concentrations. The maximum concentration of nitrites exceeded the maximum permissible value in 4.8 times.

Keywords: environmental safety, environmental impact, nitrogen-containing compounds, water quality, ammonium nitrogen, nitrites.

Введение

Проблема загрязнения водных экосистем весьма актуальна в современное время. Наибольший антропогенный прессинг испытывают реки, протекающие по урбанизированным территориям. В Европейской части Российской Федерации к таким рекам можно отнести Волгу, так как ее речная сеть расположена в 12 субъектах страны, где сосредоточено около 50% промышленного и сельскохозяйственного производства. Нижний Новгород является одним из лидеров по объему промышленности и количеству жителей в Приволжском федеральном округе, в связи с чем объемы сбрасываемых сточных вод в реку Волгу весьма значительны, поэтому контроль за качеством вод проводится регулярно [1 – 3].

Подновский рейд нефтеналивных судов расположен в черте Нижнего Новгорода и является местом стоянки танкерного флота и специализированных судов-бункеровщиков, находящихся на рейде постоянно [4 – 6]. В связи с длительным нахождением судов на рейде и влиянием загрязняющих веществ на электропроводность воды, а, следовательно, и скорость коррозии конструктивных элементов судна, оценка качества воды реки Волги в районе Подновского рейда нефтеналивных судов представляется актуальной [7 – 9].

Наиболее распространенными загрязнителями водных экосистем в настоящее время являются азотосодержащие загрязняющие вещества, к которым относят аммонийный, нитритный и нитратный формы азота, образующиеся в результате распада органических веществ, поступающих в поверхностные воды, в первую очередь, со сточными водами.

Крупнейшим поставщиком сточных вод в районе Подновского рейда нефтеналивных судов является Нижегородская станция аэрации, так как она принимает на очистку хозяйственно-бытовые и сточные воды города Нижнего Новгорода и города Бора. В связи с этим целью наших исследований является оценка содержания азотсодержащих веществ в поверхностном и придонном слое реки Волги в районе Подновского рейда нефтеналивных судов и сброса сточных вод Нижегородской станции аэрации для определения значимости влияния ее деятельности на загрязнение объекта водопользования.

Материалы и методы

Для оценки качества воды проводились исследования по гидрохимическим, токсикологическим и гидробиологическим показателям.

Отбор проб осуществлялся в соответствии со следующими нормативными документами, устанавливающими требования и положения по отбору проб и проб отборным устройствам: ГОСТ 17.5.01; ГОСТ 17.1.505; ГОСТ Р 51592; РД 52.18.351, Р 52.24.353, РД 52.24.609.

Контроль качества воды осуществляла лаборатория Нижегородского отдела мониторинга водных объектов ГФУ инженерных защит Чебоксарского водохранилища по Нижегородской области.

Все полученные данные подвергались статистической обработке методами вариационной статистики с расчетом средних значений, стандартных отклонений. Статистический анализ проводился с помощью математической системы STATISTICA 8.

Результаты и обсуждение

Полученные концентрации азотосодержащих загрязняющих веществ в реке Волга выше и ниже створа сброса сточных вод Нижегородской станции аэрации, а также результаты статистической обработки представлены в табл. 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Концентрация азотосодержащих загрязняющих веществ в реке Волге выше створа сброса сточных вод за 2015-2016 гг.

Показатели	Lim, мг/л	\bar{x} , мг/л	$S_{\bar{x}}$, мг/л	V, %	ПДК, мг/л
Поверхностный слой воды					
N(NH ₄)	0,06÷0,40	0,19	0,004	4	0,50
NO ₃	0,35÷4,20	1,92	0,220	60	40,00
NO ₂	0,031÷0,31	0,12	0,020	5	0,08
Придонный слой воды					
N(NH ₄)	0,09÷0,44	0,21	0,010	5	0,50
NO ₃	0,33÷4,20	1,96	0,230	62	40,00
NO ₂	0,04÷0,32	0,12	0,003	5	0,08

Таблица 2

Концентрация азотосодержащих загрязняющих веществ в реке ниже створа сброса сточных вод за 2015-2016 гг.

Показатели	Lim, мг/л	\bar{x} , мг/л	$S_{\bar{x}}$, мг/л	V, %	ПДК, мг/л
Поверхностный слой воды					
N(NH ₄)	0,39÷0,89	0,55	0,04	2,4	0,50
NO ₃	0,30÷4,14	1,97	0,23	66	40,00
NO ₂	0,02÷0,38	0,11	0,004	7	0,08
Придонный слой воды					
N(NH ₄)	0,37÷0,7	0,53	0,01	1,5	0,50
NO ₃	0,30÷4,10	2,03	0,24	66	40,00
NO ₂	0,04÷0,66	0,14	0,006	13	0,08

Анализируя данные табл. 1 и 2, можно сделать вывод, что содержание аммонийного азота в поверхностных водах реки Волга достаточно динамично; в

некоторые периоды наблюдений концентрация аммонийного азота резко возрастала до 0,40 мг/л в поверхностном и до 0,44 мг/л в придонном слое (в мае). В среднем содержание данного показателя в толще воды за 2015-2016 гг. составляло 0,19 мг/л, и ни в один из периодов наблюдений не превышало значения предельно допустимой концентрации (0,50 мг/л).

В контрольном створе после сброса сточных вод Нижегородской станции аэрации в течение всех периодов наблюдений отмечается превышение содержания аммонийного азота в поверхностном и придонном слое воды в 1,1 предельно допустимую концентрацию (ПДК). В среднем, содержание аммонийного азота в толще воды составляет 0,54 мг/л, при этом данный показатель значительно превышает фоновые концентрации на 39%, это говорит о том, что очистные сооружения оказывают сильное загрязняющее воздействия на объект водопользования.

Загрязнение вод нитратами может быть обусловлено как антропогенными причинами, так и природными. Наибольшие концентрации нитратов обнаруживаются в поверхностных водах. Они поступают в водоемы с хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками, а также стоков с сельскохозяйственных угодий, обрабатываемых азотсодержащими удобрениями, и с атмосферными осадками [10].

Концентрация нитратов выше места сброса сточных вод Нижегородской станции аэрации за исследуемый период, как в поверхностном, так и придонном слое воды достаточно сильно изменяется по периодам наблюдений, о чем свидетельствует достаточно высокий коэффициент вариации - 60-62%. Но при этом ни в один из периодов мониторинговых наблюдений превышений по ПДК не выявлено.

В районе сброса сточных вод очистных сооружений отмечается увеличение концентрации нитратного азота на 2,6 % в поверхностном слое, и на 3,6 % в придонном. Следует отметить, что нитриты образуются в результате биохимического окисления аммиака или восстановления нитратов в первую очередь в поверхностном слое, а в условиях дефицита кислорода идет восстановление нитратов до нитритного азота, что и подтверждается полученными данными, а именно снижение нитратов в верхнем слое и увеличение концентрации в придонном. При этом ни в один из периодов наблюдений превышения предельно допустимых концентраций в воде не выявлено.

Так как нитратная форма азота более подвержена сезонным изменениям, то для наглядности приводим динамику этого загрязняющего вещества (рис. 1 и 2).

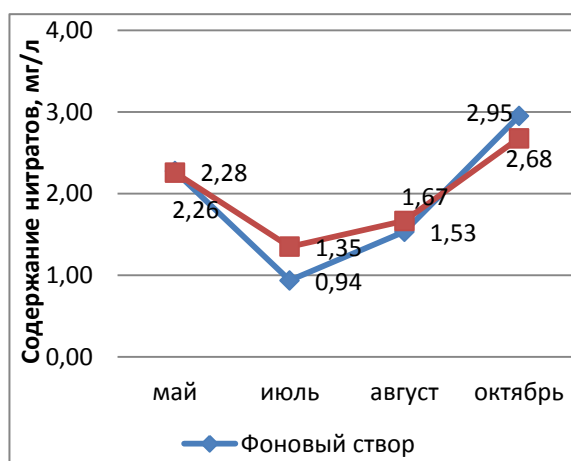


Рис. 1. Динамика содержания нитратов в р. Волга за 2015-2016 гг. в поверхностном слое

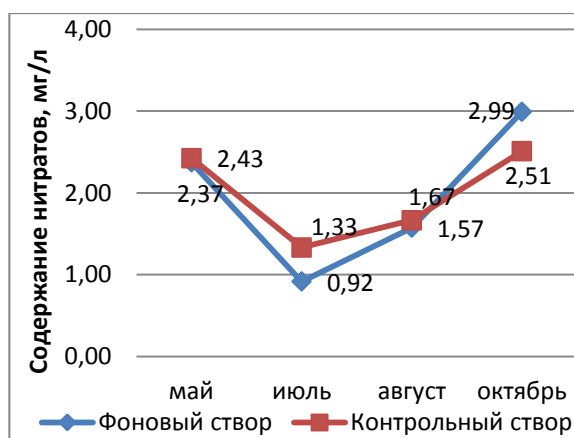


Рис. 2. Динамика содержания нитратов в р. Волга за 2015-2016 гг. в придонном слое

Динамика содержания нитратов в воде реки Волги показывает, что максимальная концентрация отмечается в весенне-осенний период – 2,28-2,95 мг/л в поверхностном слое и 2,43-2,99 мг/л в придонном слое фонового створа. В летние месяцы концентрация нитратов значительно снижается в фоновом створе до 0,9 мг/л как в придонном, так и в поверхностном слое. Это обусловлено тем, что в вегетационный период азот нитратов потребляется водной растительностью и фитопланктоном. Максимальное содержание нитратного азота в реке закономерно наблюдалось в период осенней межени. Однако, его количество многократно ниже предельно допустимой концентрации (ПДК=40 мг/л).

При высоком содержании нитратов в водоеме возрастает вероятность образования нитритов, которые негативно влияют на водных гидробионтов [11].

Поступление нитритов в водоемы разнообразно, их используют в пищевой промышленности как консерванты, в сельском хозяйстве они поступают с азотосодержащими удобрениями, со сточными водами от животноводческих ферм, а так же от городских и транспортных отходов [12].

Анализируя содержание нитритов (NO_2) в толще воды фонового створа, можно отметить, что максимальное количество загрязняющего компонента отмечено в придонном слое воды - 0,32 мг/л, превышение составило 3,9 ПДК. Вариабельность нитритов по периодам исследований показывает, что они инертны (почти не изменяются во времени).

Следует отметить, что в контрольном створе обнаружено превышение в придонном слое концентрации нитритов на 16,7% относительно фонового значения (1,75 ПДК). В поверхностном слое концентрация нитритов находится на уровне фоновых значений.

Сезонная динамика содержания нитритов в реке Волга по периодам наблюдений представлена на рис 3 и 4.

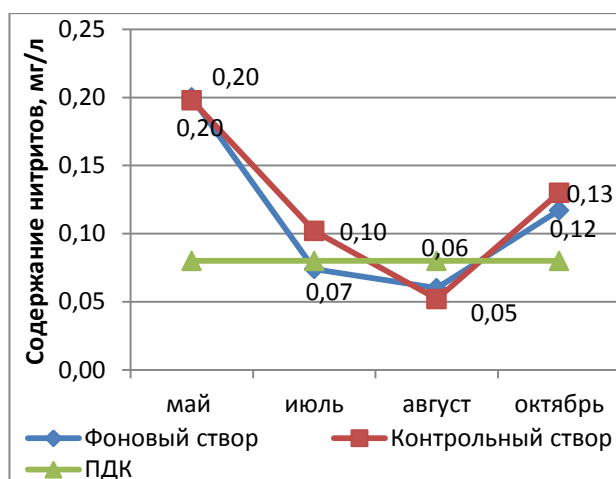


Рис. 3. Динамика содержания нитритов в р. Волга за 2015-2016 гг. в поверхностном слое

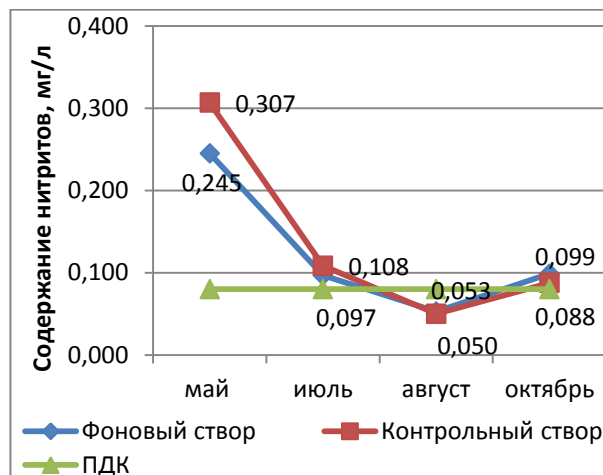


Рис. 4. Динамика содержания нитритов в р. Волга за 2015-2016 гг. в придонном слое

Согласно рис. 3 и 4 можно отметить, что максимальная концентрация нитритной формы азота отмечается в мае в поверхностном слое воды на уровне 0,2 мг/л в фоновом и контрольном створе. Также увеличение этого показателя отмечается в октябре (0,13-0,12 мг/л), вероятнее всего это связано с использованием азота фитопланктоном в летний период. В придонном слое концентрация данного ингредиента менее динамична, максимальное значение нитритов в реке отмечается в мае, а в летне-осенний период концентрация этого показателя снижается в 3,0-6,5 раз, что обусловлено активным развитием фитопланктона, который очень активно поглощает эти формы азота. При этом следует отметить превышение ПДК в 2,8 раза в фоновом и в 3,5 раза в контрольном створе в весенний период, что свидетельствует о влиянии сточных вод, сбрасываемых с предприятия, а также вышерасположенных по течению объектов водопользования.

Повышение концентрации аммония является показателем свежего загрязнения воды органическими соединениями животного и растительного происхождения [13].

Чаще всего аммонийный азот в сточных водах находится в растворенном виде. Он образуется обычно при растворении аммиака в воде, или же при гидролизе

аммиачных солей, а также в процессах разложения и окисления органических веществ [14].

Заключение

Нижегородская станция аэрации осуществляет сброс сточных вод в реку Волгу с правого берега, но явно выявленной тенденции загрязнения именно этой части акватории ни по одному показателю не найдено, кроме нитратной формы азота, где концентрация увеличивается в 1,3-2,9 раза по сравнению с левым берегом.

Таким образом, в воде реки Волги в районе Подновского рейда нефтеналивных судов ниже сброса сточных вод Нижегородской станции аэрации отмечаются превышения предельно допустимых концентраций в придонном и поверхностном слое по таким показателям как аммонийный азот и нитриты. Следовательно, деятельность Нижегородской станции аэрации влияет на загрязнения объекта водопользования.

Мониторинговые исследования показывают, что превышение аммонийного азота отмечались в мае 2016 года (3,9 ПДК) и октябре 2015-2016 гг. (2,6 ПДК) в фоновом створе. В контрольном створе отмечается значительное увеличение аммонийного азота относительно фона на 34,5 %, по остальным азотосодержащим соединениям изменений не выявлено. Максимальные концентрации аммонийного азота ниже сброса сточных вод обнаружены в поверхностном слое в мае 2015 и 2016 гг. (1,8-1,3 ПДК); нитритов - в октябре 2016 (4,8 ПДК).

Список литературы

1. Reshnyak, V. Evaluating environmental hazards of the potential sources of accidental spills / V. Reshnyak, O. Domnina, A. Plastinin. - doi:10.1088/1755-1315/867/1/012046. - Текст: электронный // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021 International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, ESHCIP 2021". IOP Publishing Ltd. - 2021. - С. 012046. - URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/867/1/012046/pdf> (дата обращения: 11.04.2022)
2. Проблемы экономической безопасности: новые глобальные вызовы и тенденции / Л. М. Анохин, Н. В. Анохина, О. Г. Аркадьева [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Южно-Уральский государственный университет; Кафедра «Экономическая безопасность». – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), 2021. – 715 с. – ISBN 978-5-696-05206-9. – Текст: непосредственный.
3. Кочнев Ю.А., Кочнева И.Б. Обоснование целесообразности утилизации судна // Научные проблемы водного транспорта. – 2020. – № 65. – С. 54–59. DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi65.127>.
4. Оценка воздействия на водный компонент окружающей среды при длительном отстое судов / И.Б. Мясникова, И.Б. Кочнева. – Текст: электронный // Великие реки - 2020: Труды 22-го международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 27–29 мая 2020 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. – С. 13. – URL: http://вф-река-море.рф/2020/PDF/1_12.pdf (дата обращения: 10.05.2022).
5. Проблемы экономической безопасности: новые решения в условиях ключевых трендов экономического развития / М. Стуль, Ш. А. Смагулова, А. Е. Ермуханбетова [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Южно-Уральский государственный университет, Кафедра «Экономическая безопасность». – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 461 с. – ISBN 978-5-696-05149-9. – Текст: непосредственный.
6. Пластинин А.Е. Оценка риска возникновения разливов нефти на внутренних водных путях // Наука и техника транспорта. – 2015. – № 1. – С. 39-44. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23146319_96013009.pdf (дата обращения: 11.04.2022)

7. Corrosion degradation of ship hull steel plates accounting for local environmental conditions/ A. Zayed, Y. Garbatov, C. Guedes Soares// Ocean Engineering. – 2018. – Vol. 163, p. 299-306. DOI:10.1016/j.oceaneng.2018.05.047
8. Кочнева И.Б. Формирование условия целесообразности утилизации судна //Научные проблемы водного транспорта. – 2020. – № 63. – С. 62-67. DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi63.77>.
9. Сравнительная динамика изменения качества дистиллированной и природной воды при длительном контакте с некоторыми судовыми конструкционными материалами / Н.Ш. Ляпина, И.Б. Мясникова, А.А. Иконников, А.Н. Бородин. – Текст: электронный // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2005. – № 12. – С. 171-176. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18411334> (дата обращения: 12.05.2022).
10. Свиридонова, А.С. Определение нитратов в речной воде потенциометрическим методом / А.С. Свиридонова, В.М. Маркина // Научный сетевой журнал «Орелгау». – 2014. – № 3. – С. 16-18. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23061089> (дата обращения: 11.04.2022)
11. Рождественская, Т.А. Нитраты и нитриты в поверхностных и подземных водах Алтая / Т.А. Рождественская, А.В. Пузанов, И.В. Горбачев // Мир науки, культуры, образования. – 2008. – №2(9). – С. 19-22. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nitraty-i-nitrity-v-poverkhnostnyh-i-podzemnyh-vodah-altaya> (дата обращения: 11.04.2022)
12. Мониторинг природных сред и объектов / Т.Я. Ашихмина [и др.]. – Киров: Старая Вятка, 2006. – 252 с.
13. Реутова, Т.В. Нитратный и аммонийный азот в водах основных водных артерий КБЗ и их притоков / Т.В. Реутова, Ф.Р. Дреева, Н.В. Реутова, А.М. Хутуев // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2016. – №3(71). – С. 58-65. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26258110> (дата обращения: 11.04.2022)
14. Беккер А.А. Охрана и контроль загрязнения природной среды / А.А. Беккер, Т.Б. Агаев Т.Б. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 287 с. – URL: https://www.studmed.ru/bekker-a-a-agaev-t-b-ohrana-i-kontrol-zagryazneniya-prirodnoy-sredy_fb0414e5d57.html (дата обращения: 11.04.2022)

References

1. Reshnyak, V. Evaluating environmental hazards of the potential sources of accidental spills / V. Reshnyak, O. Domnina, A. Plastinin. - doi:10.1088/1755-1315/867/1/012046. - Текст: электронный // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021 International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, ESHCIP 2021". IOP Publishing Ltd. - 2021. - p. 012046. - URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/867/1/012046/pdf> (accessed 11.04.2022)
2. Problemy ehkonomicheskoi bezopasnosti: novye global'nye vyzovy i tendentsii [Problems of Economic Security: New Global Challenges and Trends] / L. M. Anokhin, N. V. Anokhina, O. G. Arkad'eva [i dr.]; Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiiskoi Federatsii; Yuzhno-Ural'skii gosudarstvennyi universitet; Kafedra «Ehkonomicheskaya bezopasnost'». – Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skii gosudarstvennyi universitet (natsional'nyi issledovatel'skii universitet), 2021. – 715 p. (In Russ). – ISBN 978-5-696-05206-9. – Текст: непосредственный.
3. Kochnev Yuri A., Kochneva Irina B. Obosnovanie tselesoobraznosti utilizatsii sudna [Justification for the expediency of ship recycling] // Russian Journal of Water Transport. – 2020. – no. 65. – pp. 54–59. (In Russ). DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi65.127>.
4. Otsenka vozdeistviya na vodnyi komponent okruzhayushchei sredy pri dlitel'nom otstoe sudov [Assessment of the impact on the water component of the environment during long-term sedimentation of ships] / Irina B. Myasnikova, Irina B. Kochneva. – Текст: электронный // Velikie reki - 2020: Trudy 22-go mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma, Nizhnii Novgorod, 27–29 maya 2020 goda. – Nizhnii Novgorod: Volzhskii gosudarstvennyi universitet vodnogo transporta, 2020. – p. 13. (In Russ). – URL: http://vf-reka-more.rf/2020/PDF/1_12.pdf (accessed 10.05.2022).

5. Problemy ehkonomicheskoi bezopasnosti: novye resheniya v usloviyakh klyuchevykh trendov ehkonomicheskogo razvitiya [Problems of economic security: new solutions in the context of key trends in economic development] / M. Stul', SH. A. Smagulova, A. E. Ermukhanbetova [i dr.]; Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiiskoi Federatsii; Yuzhno-Ural'skii gosudarstvennyi universitet, Kafedra «Ehkonomicheskaya bezopasnost'». – Chelyabinsk: Izdatel'skii tsentr YUURGU, 2020. – 461 p. (In Russ). – ISBN 978-5-696-05149-9. – Tekst: neposredstvennyi.
6. Plastinin A.E. Ocenka riska vozniknoveniya razlivov nefi na vnutrennix vodny'x putyax [Assessment of the risk of oil spills on inland waterways] // *Nauka i tekhnika transporta*. 2015, no 1, pp. 39-44. (In Russ). – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23146319_96013009.pdf (accessed 11.04.2022)
7. Corrosion degradation of ship hull steel plates accounting for local environmental conditions/ A. Zayed, Y. Garbatov, C. Guedes Soares // *Ocean Engineering*. – 2018. – Vol. 163, p. 299-306. DOI:10.1016/j.oceaneng.2018.05.047.
8. Kochneva Irina B. Formirovanie usloviya tselesoobraznosti utilizatsii sudna [Creation of a condition for the ship recycling expediency] // *Russian Journal of Water Transport*. – 2020. – no. 63. – pp. 62-67. (In Russ). DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi63.77>.
9. Sravnitel'naya dinamika izmeneniya kachestva distillirovannoi i prirodnoi vody pri dlitel'nom kontakte s nekotorymi sudovymi konstruktivnymi materialami [The comparative dynamics changing quality of distilled and natural water after it long contact with ship's constructional materials] / N.S. Lyapina, I.B. Myasnikova, A.A. Ikonnikov, A.N. Borodin. – Tekst: ehlektronnyi // *Vestnik Volzhskoi gosudarstvennoi akademii vodnogo transporta* [Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport]. – 2005. – no. 12. – pp. 171-176. (In Russ). – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18411334> (accessed 12.05.2022).
10. Sviridonova, A.S. Opredelenie nitratov v rechnoi vode potentsiometricheskim metodom [Determination of nitrates in river water by the potentiometric method] / A.S. Sviridonova, V.M. Markina // *Nauchnyi setevoi zhurnal «OrelgaU»* [Scientific online journal "Orelgau"]. – 2014. – no. 3. – pp. 16-18. (In Russ). – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23061089> (accessed 11.04.2022).
11. Rozhdestvenskaya, T.A. Nitraty i nitrity v poverkhnostnykh i podzemnykh vodakh Altaya [Nitrates and nitrites in the surface and ground water of Altai] / T.A. Rozhdestvenskaya, A.V. Puzanov, I.V. Gorbachev // *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [The world of science, culture and education]. – 2008. – no. 2(9). – pp. 19-22. (In Russ). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nitraty-i-nitrity-v-poverkhnostnyh-i-podzemnyh-vodah-altaya> (accessed 11.04.2022).
12. Monitoring prirodnykh sred i ob"ektov [Monitoring of natural environments and objects] / T.YA. Ashikhmina [i dr.]. – Kirov: Staraya Vyatka, 2006. – 252 p. (In Russ).
13. Reutova, T.V. Nitratnyi i ammoniinyi azot v vodakh osnovnykh vodnykh arterii KBZ i ikh pritokov [Nitrogen of nitrates and of ammonium in the waters of main water arteries of KBR and their tributaries] / T.V. Reutova, F.R. Dreeva, N.V. Reutova, A.M. Khutuev // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of Kabardino-Balkar scientific center of RAS]. – 2016. – no. 3(71). – pp. 58-65. (In Russ). – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26258110> (accessed 11.04.2022).
14. Bekker A.A. Okhrana i kontrol' zagryazneniya prirodnoi sredy [Protection and control of environmental pollution] / A.A. Bekker, T.B. Agaev T.B. – L.: Gidrometeoizdat, 1989. – 287 p. (In Russ). – URL: https://www.studmed.ru/bekker-a-a-agaev-t-b-ohrana-i-kontrol-zagryazneniya-prirodnoy-sredy_fb0414e5d57.html (accessed 11.04.2022).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Павликова Мария Дмитриевна, аспирант кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: kaf_oospb@vsuwt.ru

Maria D. Pavlikova, Postgraduate student of the Department of Environmental Protection and Industrial Safety, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterova street, Nizhny Novgorod, Russia, 603951

Бородин Алексей Николаевич, к.т.н., доцент

Alexey N. Borodin, Ph.D.(Eng), Associate

кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: expertrisk@yandex.ru

Пластинин Андрей Евгеньевич, д.т.н., доцент, профессор кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: plastininae@yandex.ru

Professor of the Department of Environmental Protection and Industrial Safety, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterova street, Nizhny Novgorod, Russia, 603951

Andrey E. Plastinin, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Environmental Protection and Industrial Safety, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterova street, Nizhny Novgorod, Russia, 603951

Статья поступила в редакцию 14.08.2022; опубликована онлайн 20.12.2022.
Received 14.08.2022; published online 20.12.2022.