

DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-331-337

WATER QUALITY COASTAL ZONE OF THE GULF OF FINLAND IN 2016 – 2017

N. I. Doroshenko^{1,2}, D. M. Belov², V. E. Kriyt³

¹ — Ltd “Saint-Petersburg Ecology”, St. Petersburg, Russian Federation

² — Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, St. Petersburg, Russian Federation

³ — Ltd “LenStroyGeology”, St. Petersburg, Russian Federation

A laboratory study of the natural waters of the Gulf of Finland near the coastal zones of the main large beaches of the southern coast on the content of pollutants was conducted to identify the main pollutants exceeding the maximum permissible concentrations in the waters of the southern coast of the Gulf of Finland, the allocation of sources of these substances and describe the prospects for bringing these indicators to regulatory concentrations. Laboratory tests were carried out at 4 points: the first point was taken in the dam near the village of Martyshkino, the second is taken in the coastal zone of the beach of the village of Bolshaya Izhora, the third in the beach area, the former pier fish factory, the fourth was taken in the coastal zone of the beach of Sosnovy Bor. The results of laboratory research on presence of polluting substances of natural waters of the coastal zone of the Gulf of Finland are given. The results of the study of water quality at these points showed how and what human activity affects the chemical composition of the natural waters of the Gulf of Finland within the boundaries of the southern coast. A comparative analysis of the results of the study of the waters of the Gulf of Finland, given the statistics of exceedances for 2016 – 2017. Bringing these substances to the standards of maximum permissible concentrations will give the necessary water quality in the Gulf of Finland, suitable for recreational purposes, including swimming and fishing. A description was given of the main sources that contribute these pollutants to the waters of the Gulf of Finland. The article describes the main problems, the solution of which is necessary to bring the quality of the Gulf of Finland to the normative. The article also describes background, natural pollution peculiar to St. Petersburg and the Leningrad region, reduction of which to the standards established by the law is impossible in consequence of the specifics of the composing soils of this area.

Keywords: natural waters pollution, southern coast, Finland Gulf, chemical composition, coastal zone, recreational purposes.

For citation:

Doroshenko, Nadezhda I., Daniil M. Belov, and Vladimir E. Kriyt. “Water quality coastal zone of the Gulf of Finland in 2016-2017.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.2 (2018): 331–337. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-331-337.

УДК 504.4.054

КАЧЕСТВО ВОД БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В 2016 – 2017 ГГ.

Н. И. Дорошенко^{1,2}, Д. М. Белов², В. Е. Крийт³

¹ — ООО «Санкт-Петербург Экология», Санкт-Петербург, Российская Федерация

² — ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова», Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ — ООО «ЛенСтройГеология», Санкт-Петербург, Российская Федерация

Проведено исследование на содержание загрязняющих веществ природных вод Финского залива в районе береговых зон основных крупных пляжей южного побережья с целью выделения основных загрязняющих веществ, дающих превышение по предельно допустимым концентрациям, выделения источников данных веществ и описания перспективы доведения данных показателей до нормативных концентраций. Лабораторные исследования были проведены в четырех точках: первая точка — в черте дамбы в районе населенного пункта Мартышкино, вторая — в береговой зоне пляжа поселка Большая Изора, третья — в районе пляжа и бывшего причала рыбного завода, четвертая — в береговой зоне пляжа г. Сосновый бор. Результаты исследований качества вод на данных точках показали, как и какой род деятельности человека воздействует на химический состав природных вод. Проведен сравнительный анализ результатов исследования вод Фин-

ского залива, дана статистика превышений за 2016 – 2017 гг. Приведение этих веществ к нормативам предельно допустимых концентраций даст необходимое качество вод в Финском заливе, пригодное для рекреационных целей, в том числе купания и рыбалки. Дано описание основных источников, вносящих загрязняющие вещества в воды Финского залива. Описаны основные проблемы, решение которых необходимо для доведения качества вод Финского залива до нормативных. В статье также описаны фоновые природные загрязнения, свойственные для Санкт-Петербурга и Ленинградской области, приведение которых к установленным законом нормативам невозможно вследствие специфики слагающих почв данного района.

Ключевые слова: загрязнение природных вод, южное побережье, Финский залив, химический состав, береговая зона, рекреационные цели.

Для цитирования:

Дорошенко Н. И. Качество вод береговой зоны Финского залива в 2016 – 2017 гг. / Н. И. Дорошенко, Д. М. Белов, В. Е. Крийт // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 2. — С. 331–337. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-331-337.

Введение (Introduction)

Акватория Санкт-Петербурга подвержена сбросам сточных промышленных и бытовых вод от многочисленных заводов, портов и объектов селитьбы, вследствие чего в воды Финского залива постоянно вносятся загрязняющие вещества не только с прилегающих к акватории промышленных объектов, но также из притоков Невы, непосредственно самой Невы и с донных отложений в ее акватории. В связи с этим возникает проблема мониторинга состояния качества вод Финского залива, а также поиск источников загрязнения по показателям, статистически чаще всего превышающим установленные предельно допустимые концентрации. Основными источниками сброса сточных вод на южном побережье Финского залива являются следующие объекты: порт «Бронка», Юго-Западные очистные сооружения, ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», очистные сооружения бытового стока, жилые дома, коттеджи, а также (западнее дамбы) два крупных предприятия: атомная электростанция г. Сосновый Бор и морской порт, расположенный вблизи Усть-Луги. Этими объектами и обусловлены основные антропогенные загрязняющие вещества, присутствующие в водах Финского залива на определенных участках.

Во исполнение Федерального закона № 7 «Об охране окружающей среды» [1] ФГБУ «Северо-западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (далее — Гидрометцентр) на ежемесячной основе выполняет и публикует данные о гидрохимической съемке акватории Невской губы на станциях сети ГСН [2]. Так как оценка качества природных вод Гидрометцентром производится только в пределах Невской губы, информация о состоянии водного объекта западнее дамбы отсутствует. Имеются данные исследований северного побережья Финского залива [3], [4], Невской губы [5], а также данные ряда иностранных журналов, описывающих химическое загрязнение вод Балтийского моря ПХБ (полихлорированные бифенилы) и ДДТ (дихлордифенил трихлорметилметан) [6], загрязнение донных осадков [7], наличие органогалогенных токсикантов в рыбе Финского залива [8], содержание эвтрофикантов в водах Финского залива [9]. Тем не менее эти исследования не показывают содержание химических загрязнителей, таких как железо, медь, нефтепродукты на южном побережье Финского залива.

Таким образом, целью исследования, выполненного в данной статье, стали воды южного побережья Финского залива, западнее дамбы. Исследование позволило определить гидрохимическое состояние качества вод Финского залива на его южном побережье. Для этого необходимо было отобрать и исследовать дополнительные пробы природных вод в районе основных пляжей западнее дамбы, а также одну сравнительную пробу в границах Невской губы.

Методы и материалы (Methods and Materials)

20 ноября 2017 г. авторами были взяты и проанализированы дополнительные пробы в районе основных пляжей [10]. Первая проба была взята в черте дамбы в районе населенного пункта Марышкино, вторая — в береговой зоне пляжа поселка Большая Ижора, третья — отобрана в районе

пляжа, бывшего причала рыбного завода, четвертая — в береговой зоне пляжа г. Сосновый Бор. Исследования проводились в испытательном лабораторном центре «ЛенСтройГеология». Для измерений использовались приборы, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Приборы, использованные для измерения качества природных вод Финского залива

№ п/п.	Наименование прибора	Заводской номер	Номер свидетельства, срок очередной поверки
1	Анализатор жидкости «Флюорат-02»	7056	0172369, 02.11.2018
2	Спектрометр оптический эмиссионный с индуктивно связанной плазмой ICPE-9000	B41845201187	242/2903-2017, 15.05.2018
3	Спектрофотометр ПЭ5300ВИ	53ВИ1256	0160062, 16.10.2018

Результаты (Results)

Были проведены лабораторные исследования проб следующих показателей: определено в воде сульфатов, нефтепродуктов, железа, цинка, никеля, меди, марганца. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследования проб воды Финского залива

Определяемый показатель, мг/дм ³	Номер пробы				НД на метод анализа
	1	2	3	4	
Железо (общ.)	0,68	0,14	0,12	0,065	ГОСТ 31870-2012
Медь	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Марганец	0,066	1,4	0,26	0,069	
Никель	0,005	0,007	0,008	0,006	
Цинк	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Сульфаты	57	117	86	125	ГОСТ 31940-2012
Нефтепродукты	5,3	1,4	0,49	0,19	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98

Согласно данным Гидрометцентра [2], в ноябре 2017 г. гидрохимические съёмки в акватории Невской губы проводились на станциях сети Глобальной системы наблюдений (далее ГСН), представленных на рис. 1. В ноябре 2017 г. случаев высокого и экстремально высокого загрязнений в водах Невской губы станциями сети ГСН зарегистрировано не было.

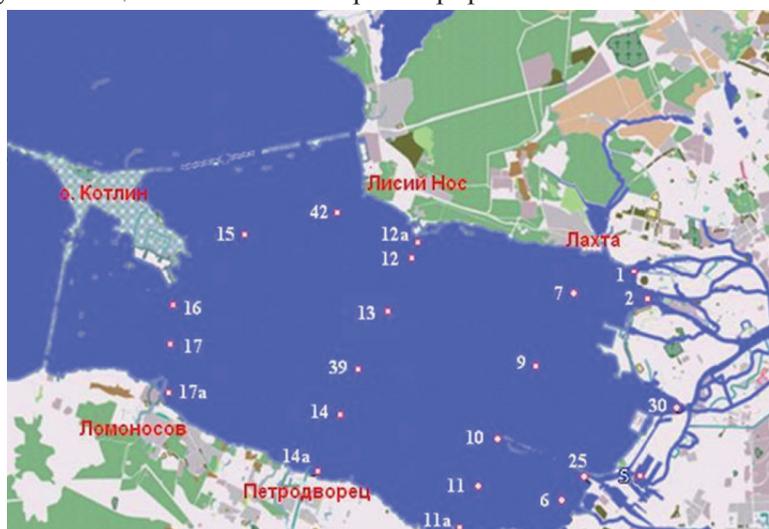


Рис. 1. Расположение станций сети ГСН в Невской губе

Содержание растворенного кислорода, фосфатов по фосфору, азота нитратного и аммонийного, а также водородного показателя рН находилось в пределах нормы. В четырех пробах было зафиксировано превышение установленных нормативов по содержанию азота нитритного (ПДК = 20 мкг/дм³), максимальная концентрация (1,8 ПДК) была зафиксирована на ст. 42, в поверхностном горизонте. В трех пробах наблюдалась концентрация легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) выше установленного норматива, максимум наблюдался в районе ст. 39 в придонном горизонте и превысил ПДК в 1,4 раза (ПДК = 2 мг О₂/дм³). Содержание нефтепродуктов и фенолов не превышало допустимый уровень во всех отобранных пробах. Согласно анализу проб на содержание тяжелых металлов, в водах Невской губы в ноябре 2017 г. отмечались превышения допустимых значений по таким показателям, как медь, железо общее, марганец, цинк и алюминий. На рис. 2 представлено процентное соотношение показателей качества вод, по которым в ноябре 2017 г., по данным Гидрометцентра, наблюдалось нарушение установленных нормативов.

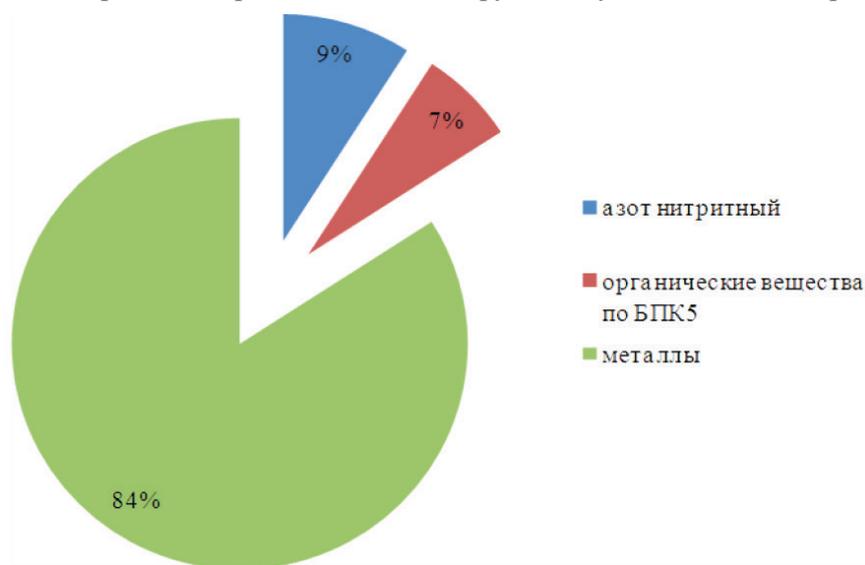


Рис. 2. Процентное соотношение показателей качества вод, превышающих нормативы в водах Невской губы в ноябре 2017 г. (по данным Гидрометцентра)

Согласно годовым отчетам Гидрометцентра за 2016 и 2017 гг. [2], основными загрязняющими веществами, превышающими допустимые уровни, в водах Невской губы являются:

- 1) тяжелые металлы 73,4 — 74 %, из них железо 74,8 — 89 %; медь 23,5 — 6 %;
- 2) органические вещества по БПК₅ (14,3 — 12 %);
- 3) азот нитритный (10,6 — 11 %);
- 4) азот аммонийный (1,5 — 2 %);
- 5) нефтепродукты (0,2 — 1 %).

Обсуждение (Discussion)

На основании полученных результатов лабораторных исследований и статистики гидрохимической съемки Гидрометцентра, а также других исследований, выполненных в водах Финского залива [11], можно определить, что основными загрязняющими веществами, оказывающими влияние на использование береговой зоны Финского залива для рекреационных целей, являются железо, азот и нефтепродукты.

Повышенное содержание железа свойственно для вод Санкт-Петербурга, так как его много в почвах региона. В некоторых районах Ленинградской области концентрация железа в подземных водах достигает уровня 25 мг/л и более [12]. Учитывая высокие природные концентрации, железо в водах Финского залива нельзя считать конъюгантом, и превышение предельно допустимых концентраций данного элемента в водах следует расценивать, скорее, как фон, нежели загрязнение водоема.

Соединения азота — это, прежде всего, продукты метаболизма человека и животных. К сожалению, из-за неполного канализирования нашего города, и отсутствия в нем отдельной системы канализации бытовых и ливневых вод (и как следствие — более сложной и не всегда полной очистки сточных вод), а также наличия жилого сектора с отсутствующим канализированием, превышение содержания соединений азота в водах Финского залива является вполне логичным [13]. Для улучшения качества вод по данным показателям городу и области необходима целая программа по канализированию и водоочистке. До тех пор, пока не все сточные воды проходят очистку на городских или локальных очистных сооружениях, улучшение качества вод в Финском заливе по данному показателю не представляется возможным.

Последним и, по мнению авторов, главным компонентом в списке превышений являются нефтепродукты. Именно содержание нефтепродуктов не только превысило допустимые концентрации, но и в точке отбора в районе населенного пункта Мартышкино, т. е. в границах дамбы, соответствуют значениям, более чем в два раза превышающим концентрацию «высокого загрязнения» (концентрация в пробе 5,3 мг/л, ПДК = 0,05 мг/л, высокое загрязнение — 2,5 мг/л). Такая высокая концентрация объясняется не только наличием в черте города огромного количества автотранспорта, но и наличием основных загрязнителей данным веществом — портов. В непосредственной близости береговой зоны населенного пункта Мартышкино находится порт «Бронка».

Заключение (Conclusion)

Для использования береговой зоны Финского залива для рекреационных целей, прежде всего, необходимо уменьшить поступление нефтепродуктов с судов и очистных станций. На сегодняшний день допустимая концентрация нефтепродуктов для сброса льяльных вод составляет 10 мг/л. Таким образом, чтобы улучшить состояние Финского залива по показателю «нефтепродукты», необходимо не только на законодательном уровне ограничить поступление не очищенных до уровня ПДК рыбохозяйственного водоема вод в границах города и области, но и обеспечить места сбора и очистки данных вод на береговых станциях [14].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ.
2. Официальный сайт ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.meteo.nw.ru/> (дата обращения: 06.12.2017).
3. Шишкин А. И. Комплексная гидрохимическая и гидробиологическая оценка качества водных объектов бассейна северной части Финского залива / А. И. Шишкин [и др.] // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: сб. матер. Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции: в 3 т. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. — С. 481–484.
4. Строганова М. С. Интегральная оценка качества воды водных объектов северо-восточной части Финского залива / М. С. Строганова, А. И. Шишкин // Междунар. науч. экологическая конф. стран балтийского региона «ЭКОБАЛТИКА»: сб. тр. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. — № 1. — С. 57–61.
5. Балущкина Е. В. Изменение качества воды и биоразнообразия сообществ донных животных в эстуарии р. Невы под влиянием антропогенного стресса / Е. В. Балущкина, С. М. Голубков // Региональная экология. — 2017. — № 2 (48). — С. 5–17.
6. Lehtonen K. K. Chemical pollution and ecotoxicology / K. K. Lehtonen, A. Bignert, C. Bradshaw, K. Broeg, D. Schiedek // Biological Oceanography of the Baltic Sea. — Springer, Dordrecht, 2017. — Pp. 547–587. DOI: 10.1007/978-94-007-0668-2_16.
7. Vallius H. Quality of the surface sediments of the northern coast of the Gulf of Finland, Baltic Sea / H. Vallius // Marine pollution bulletin. — 2015. — Vol. 99. — Is. 1–2. — Pp. 250–255. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.070.
8. Vuorinen P. J. Review of organohalogen toxicants in fish from the Gulf of Finland / P. J. Vuorinen, O. Roots, M. Keinänen // Journal of Marine Systems. — 2017. — Vol. 171. — Pp. 141–150. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2016.12.002.

9. Knuuttila S. Nutrient inputs into the Gulf of Finland: Trends and water protection targets / S. Knuuttila, A. Raike, P. Ekholm, S. Kondratyev // *Journal of Marine Systems*. — 2017. — Vol. 171. — Pp. 54–64. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2016.09.008.
10. Р 52.24.353-2012. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. — Ростов н/Д: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2012. — 36 с.
11. Gubelit Y. Nutrient and metal pollution of the eastern Gulf of Finland coastline: sediments, macroalgae, microbiota / Y. Gubelit, Y. Polyak, G. Dembska, G. Pazikowska-Sapota, L. Zegarowski, D. Kochura, D. Krivorotov, E. Podgornaya, O. Burova, C. Maazouzi // *Science of the Total Environment*. — 2016. — Vol. 550. — Pp. 806–819. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.01.122.
12. Дорошенко Н. И. Повышение эффективности седиментационной очистки ливневых сточных вод от железа / Н. И. Дорошенко // *Вестник Государственного университета морского и речного флота им. адм. С. О. Макарова*. — 2015. — № 3 (31). — С. 69–74.
13. Афанасьев Г. Ю. Невская вода и загрязнения большого города: к вопросу об экологических аспектах истории Санкт-Петербурга конца XIX – начала XX веков / Г. Ю. Афанасьев // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки*. — 2015. — № 4 (232). — С. 40–47. DOI: 10.5862/JHSS.232.5.
14. Решняк В. И. Предотвращение загрязнения водоемов нефтесодержащей подсланевой водой при эксплуатации судов и судовых энергетических установок: монография / В. И. Решняк. — СПб.: Изд-во СПбГУВК, 2011. — 194 с.

REFERENCES

1. Russian Federation. Federal Law N 7-FZ “Ob okhrane okruzhayushchei sredy” from 10 Jan. 2002.
2. Ofitsial’nyi sait FGBU «Severo-Zapadnoe upravlenie po gidrometeorologii i mo-nitoringu okruzhayushchei sredy». Web. 6 Dec. 2017 <<http://www.meteo.nw.ru/>>.
3. Shishkin, A.I., M.S. Stroganova, I.A. Ivanova, and V.V. Ivanova. “Complex hydrochemical and hydrobiological assessment of water bodies of the northern part Gulf of Finland.” *Morskije biologicheskie issledovaniya: dostizheniya i perspektivy: sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, priurochennoi k 145-letiyu Sevastopol’skoi biologicheskoi stantsii: v 3 tomakh*. Sevastopol’: EKOSI-Gidrofizika, 2016. 481–484.
4. Stroganova, M.S., and A.I. Shishkin. “Integrated assessment water quality of water bodies of the Finland Gulf northeast part.” *International science environmental conference of Baltic region countries “ECOBALTICA”. Book of Proceedings*. No 1. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2017. 62–66.
5. Balushkina, E.V., and S.M. Golubkov. “Change in the water quality and biodiversity of benthic animal communities in the Neva estuary under anthropogenic stress.” *Regional’naya ekologiya* 2(48) (2017): 5–17
6. Lehtonen, Kari K., Anders Bignert, Clare Bradshaw, Katja Broeg, and Doris Schiedek. “Chemical pollution and ecotoxicology.” *Biological oceanography of the Baltic Sea*. Springer, Dordrecht, 2017. 547–587. DOI: 10.1007/978-94-007-0668-2_16.
7. Vallius, Henry. “Quality of the surface sediments of the northern coast of the Gulf of Finland, Baltic Sea.” *Marine pollution bulletin* 99.1–2 (2015): 250–255. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.070.
8. Vuorinen, Pekka J., Ott Roots, and Marja Keinanen. “Review of organohalogen toxicants in fish from the Gulf of Finland.” *Journal of Marine Systems* 171 (2017): 141-150. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2016.12.002.
9. Knuuttila, Seppo, Antti Raike, Petri Ekholm, and Sergey Kondratyev. “Nutrient inputs into the Gulf of Finland: Trends and water protection targets.” *Journal of Marine Systems* 171 (2017): 54–64. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2016.09.008.
10. Russian Federation. Recommendations R 52.24.353-2012. Otbor prob poverkhnostnykh vod sushi i ochishchennykh stochnykh vod. Rostov-na-Donu: Rosgidromet, FGBU «GkHI», 2012.
11. Gubelit, Yulia, Yulia Polyak, Grazyna Dembska, Grazyna Pazikowska-Sapota, Lukasz Zegarowski, Dmitry Kochura, Denis Krivorotov, Elena Podgornaya, Olga Burova, and Chafik Maazouzi. “Nutrient and metal pollution of the eastern Gulf of Finland coastline: sediments, macroalgae, microbiota.” *Science of the Total Environment* 550 (2016): 806–819. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.01.122.
12. Doroshenko, N. I. “Improving the efficiency of sedimentation rainwater treatment of iron.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 3(31) (2015): 69–74.

13. Afanasiev, Gr.Yr. "Waters of Neva and the pollution of the big city: in case of ecological problems of the St-Petersburg at the end of 19th – beginning of 20th century." *St. Petersburg Polytechnic University Journal of Engineering Science and Technology* 4(232) (2015): 40–47. DOI: 10.5862/JHSS.232.5.

14. Reshnyak, V.I. *Predotvrashchenie zagryazneniya vodoemov nefesoderzhashchei podslanevoi vody pri ekspluatatsii sudov i sudovykh energeticheskikh ustanovok: monografiya*. SPb.: Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi universitet vodnykh kommunikatsii, 2011.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дорошенко Надежда Ивановна — аспирант,
руководитель отдела экологического
сопровождения
Научный руководитель:
Белов Даниил Михайлович
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
ООО «Санкт-Петербург Экология»
198152, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Краснопутиловская, 8
e-mail: 132620@mail.ru
Белов Даниил Михайлович —
доктор географических наук, профессор,
заслуженный эколог РФ
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: olt_prts@inbox.ru
Крийт Владимир Евгеньевич —
кандидат химических наук, начальник
испытательного лабораторного центра
ООО «ЛенСтройГеология»
196240, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
пл. Победы, д. 1, к. 1.
e-mail: vladimirkriit@list.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Doroshenko, Nadezhda I. — Postgraduate,
Head of Environmental
Support Department
Supervisor:
Belov, Daniil M.
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
Ltd "Saint-Petersburg Ecology"
8 Krasnoutilovskaya Str., St. Petersburg, 198152,
Russian Federation
e-mail: 132620@mail.ru
Belov, Daniil M. —
Dr. of Geographical Sciences, professor,
honored ecologist of the Russian Federation
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: olt_prts@inbox.ru
Kriyt, Vladimir E. —
PhD,
Head of the Testing Laboratory Center
Ltd "LenStroyGeology",
1/1 Pobedy Square, St. Petersburg, 196240,
Russian Federation
e-mail: vladimirkriit@list.ru

*Статья поступила в редакцию 6 марта 2018 г.
Received: March 6, 2018.*