

Оценка экологического состояния состава поверхностных вод и донных отложений в Ямало-Ненецкого автономном округе

С. А. Старостин^{1}, Н. В. Юркевич¹, А. В. Еделев¹, Р. А. Колесников²*

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация

²ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», г. Салехард, Российская Федерация

* e-mail: StarostinSA@ipgg.sbras.ru

Аннотация. В статье показаны результаты анализов поверхностных вод и донных отложений Ямало-Ненецкого автономного округа. В качестве объектов были выбраны ряд рек: Обь, Таз, Пур, Юрибей и др. Пробоотбор проводился вблизи населенных пунктов г. Салехард, г. Надым, с. Салемал, с. Питляр, и др. Пробы воды были проанализированы на содержание: растворенного кислорода, химическое потребление кислорода, концентрации нефтепродуктов, железа, меди, цинка, никеля, марганца, сульфат-ионов, пробы донных отложений - на величины рН водной вытяжки, содержания нефтепродуктов, сульфатов, железа, никеля, хрома, марганца, меди, ртути, свинца, цинка, кадмия. Обнаружены превышения концентраций железа, марганца и меди (относительно нормативных значений) в большинстве проб воды. Повышенные содержания нефтепродуктов, свинца, хрома, цинка, никеля, железа, марганца и меди (по сравнению с утвержденными фоновыми значениями) были выявлены во многих пробах донных отложений.

Ключевые слова: поверхностные воды, донные отложения, антропогенное воздействие, Ямало-Ненецкий автономный округ

Assessment of the ecological state of the composition of surface waters and bottom sediments in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug

S. A. Starostin^{1}, N. V. Yurkevich¹, A. V. Edelev¹, R. A. Kolesnikov²*

¹Institute of Petroleum Geology and Geophysics, A.A. Trofimuk SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

²State Autonomous Institution of the Yamal-Nenets autonomous district "Scientific Center for Arctic Studies", Salekhard, Russian Federation

* e-mail: StarostinSA@ipgg.sbras.ru

Abstract. The article shows the results of analyzes of surface waters and bottom sediments of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. The following rivers were selected as objects: the Ob, the Taz, the Pur, the Yuribei etc. Sampling was carried out near settlements Salekhard, Nadym, Salemal, Pitlyar etc. Water samples were analyzed for the content of: dissolved oxygen, chemical oxygen demand, concentrations of oil products, iron, copper, zinc, nickel, manganese, sulfate ions, bottom sediment samples - for pH values of water extract, content of oil products, sulfates, iron, nickel, chromium, manganese, copper, mercury, lead, zinc, cadmium. Excesses of concentrations of iron, manganese and copper (relative to standard values) were found in most water samples. Elevated levels of petroleum products, lead, chromium, zinc, nickel, iron, manganese and copper (compared to the approved background values) were detected in many bottom sediment samples.

Keywords: surface water, bottom sediments, anthropogenic impact, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug

Введение

Арктика была экономически перспективным регионом еще со времен Российской Империи, когда малонаселенные районы активно открывались и исследовались [1], и во времена Советского Союза, когда происходила разведка крупнейших месторождений полезных ископаемых [2], строились промышленные предприятия и целые города. В настоящее время ЯНАО является развивающимся регионом, с активно действующей нефтегазовой промышленностью, находящимся в сложной климатической зоне.

С древних времен природные водотоки играли важную роль в хозяйственной и рекреационной частях жизни людей. Химический состав вод и донных отложений подвержен влиянию различных факторов, которые связаны: с климатическими условиями, геологическим прошлым, а также с развивающейся инфраструктурой и эксплуатацией промышленности. Состав поверхностных вод ЯНАО имеет ряд некоторых химических особенностей, отличающих их от поверхностных вод других регионов. Содержания отдельных компонентов (органическое вещество (в виде ХПК), железо, марганец, медь, цинк) в составе природных водотоков заметно превышают принятые в России нормативы [3]. Важным фактором формирования химического состава поверхностных вод ЯНАО является наличие на территории болот, что обуславливает специфический состав воды, характеризующейся большим количеством органических веществ. Железо и марганец являются типоморфными элементами для ландшафтов севера Западной Сибири из-за широкого распространения глеевой восстановительной обстановки и кислых грунтовых водах. Как следствие, соединения марганца и железа попадают в речные воды в результате дренажа почв, болот и озер [4]. Данные металлы устойчиво существуют в растворе, благодаря образованию комплексов с почвенными гуминовыми и фульвокислотами [5, 6]. Кроме того, особенностью Западной Сибири является то, что вынос реками строго контролируется динамикой торфообразования и разложения по территории. В связи с тем, что регион в настоящее время восстанавливается после последнего оледенения, на этой территории преобладают нестационарные экосистемы [7].

Целью работы является оценка экологического состояния и антропогенного влияния на химический состав поверхностных вод и донных отложений в Ямало-Ненецком автономном округе.

Объекты и методы исследований

В ходе полевых работ в летний период 2021 г. был произведен отбор проб поверхностной воды и донных отложений на территории ЯНАО (рис. 1). Пробоотбор осуществлялся на нескольких водных объектах (22 шт.): р. Обь, р. Надым, р. Таз, р. Полуи и др. На каждом водотоке выбирались населенные пункты и другие места с выраженной антропогенной деятельностью (23 шт., г. Салехард, г. Надым, с. Газ-Сале, г. Тарко-Сале, п. Уренгой и др.). Пробы отбирались на ~1 км выше по течению от населенного пункта, в границах населенного пункта и около 0.5 км ниже населенного пункта.

Отбор проб воды производился согласно нормативным требованиям [8-10] с применением системы ПЭ-1110 (ГК «Экрос», г. Санкт-Петербург) из поверхностного слоя воды. Одновременно с отбором проб воды отбирались донные отложения в соответствии с требованиями руководящих документов [11, 12] при помощи штангового дночерпателя ГР-91 (ЗАО «Промприбор», г. Екатеринбург) с площади $\sim 1 \text{ м}^2$ в полиэтиленовые пакеты с zip-застежкой.

Концентрация растворенного кислорода определялась на месте непосредственно с лодки с помощью портативного прибора, оксиметра WDO-64 (ООО "Омега", г. Москва), с погрешностью измерений до $\pm 0.2 \text{ мг/л}$. После пробоотбора пробы консервировались и отправлялись в аккредитованную лабораторию (ЛФХМИ ЗСФ ИНГГ СО РАН, г. Тюмень). Пробы поверхностной воды исследовались на величины химического потребления кислорода (ХПК), концентрации нефтепродуктов, железа, меди, цинка, никеля, марганца, сульфат-ионов, а пробы донных отложений – на величину рН водной вытяжки, содержания нефтепродуктов, сульфатов, железа, никеля, хрома, марганца, меди, свинца, цинка, кадмия.

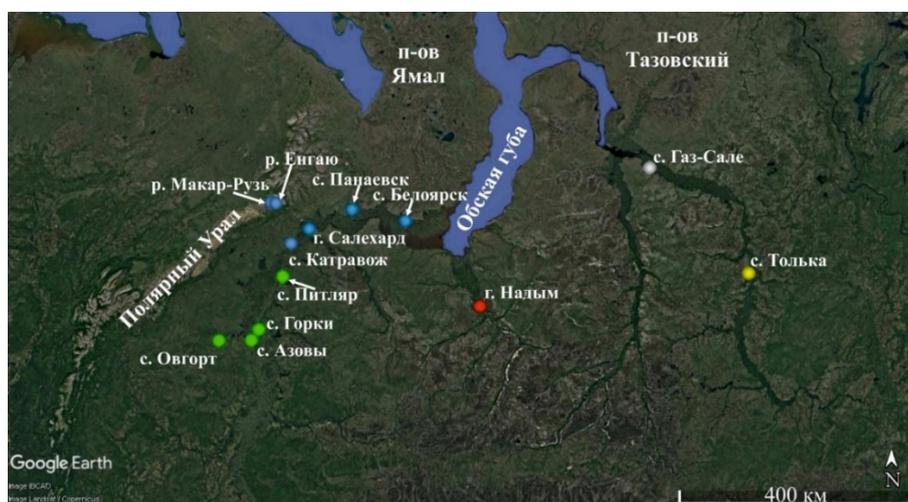


Рис. 1. Места отбора проб (цветом показаны различные муниципальные районы ЯНАО)

При оценке качества исследованных водотоков установленные содержания сравнивались с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [13], либо (при отсутствии данных) с ПДК химических веществ в воде поверхностных водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [14]. Содержания элементов в донных отложениях сопоставлялись с нормативами, утвержденных Правительством ЯНАО в качестве фоновых [15].

Результаты

На рисунке 2 показаны данные по величинам ХПК. Близ крупного города Салехарда наблюдается не типичное распространение химического потребления кислорода, что связано с особенностью положения створов. На реке Ханмей

и близ города Надым, наблюдается снижение ХПК, при движении вниз по течению реки от первого к третьему створу.

На рисунках 3 и 4 показано пространственное распределение содержания железа и марганца в поверхностных водах от места отбора проб. Наблюдаются повышенные концентрации этих элементов в створах №2, находящихся в черте населенных пунктов. Данные элементы, вероятно, попадают в речные воды в результате антропогенной деятельности, но стоит учитывать и естественный фон.

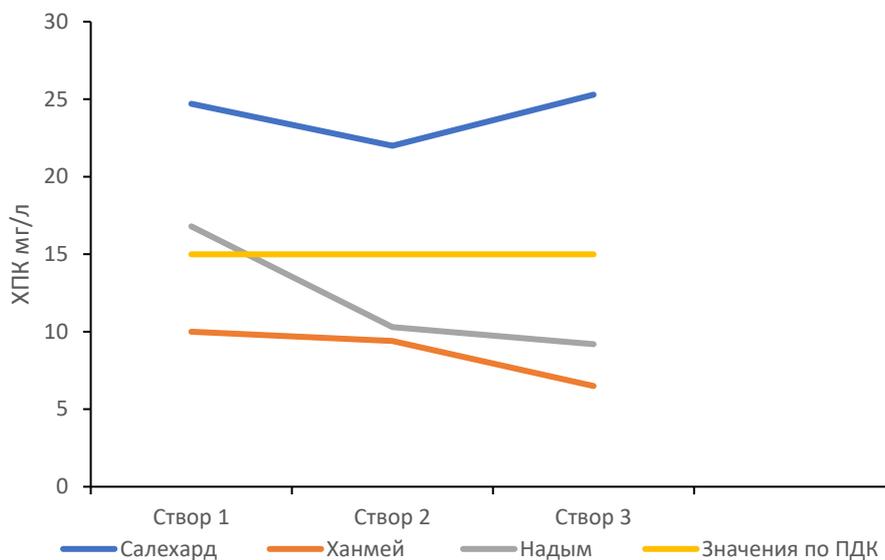


Рис. 2. Величины ХПК в поверхностных водах

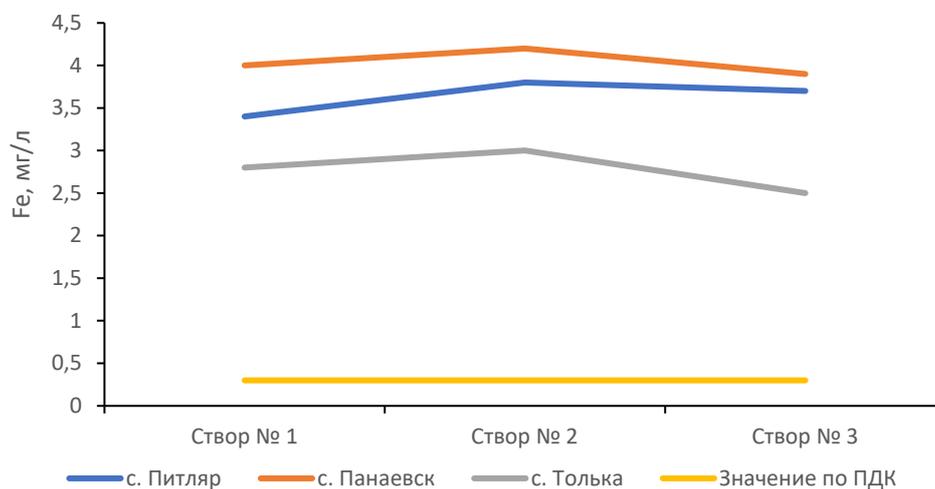


Рис. 3. Содержания железа в поверхностных водах

На рисунке 5 приведены высокие значения содержания нефтепродуктов в донных отложениях, отобранных в черте населенных пунктов, что говорит о сильном антропогенном воздействии в течение длительного времени.

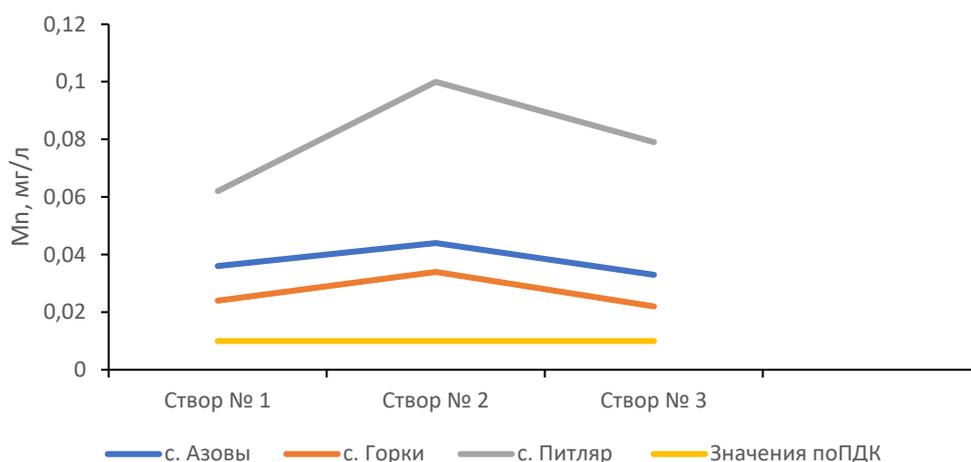


Рис. 4. Содержания марганца в поверхностных водах

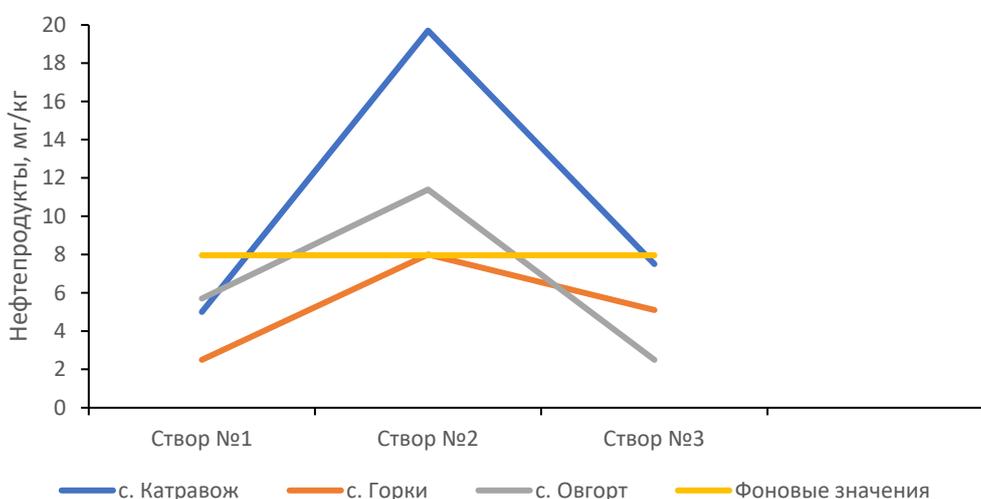


Рис. 5. Концентрации нефтепродуктов в донных отложениях

На рисунке 6 показано содержание хрома в донных отложениях. Реки Мака-рузь и Енгаю находятся в зоне подверженной влиянию предприятия, добывающего хромовые руды, что отражается на концентрациях хрома в отобранных пробах, данные на графике показаны одиночными точками. В районе сел Толька и Катравож можно проследить увеличение значений вниз по течению от второго створа к третьему, что говорит о длительном антропогенном воздействии. На реке Ханмей наблюдаются атипичные показатели, а именно, уменьшение концентраций при движении вниз по течению от первого створа к третьему, что свидетельствует о том, что источник поступления хрома находится выше по течению.

На рисунке 7 представлены концентрации меди в донных отложениях. На данном графике можно проследить повышение содержания при движении вниз по течению реки, что говорит о продолжительном антропогенном воздействии. Однако на данных близ села Газ-Сале мы видим понижение концентрации на

втором створе, это связано с расположением точки отбора, она находилась в зоне постоянного перемешивания донных отложений и устойчивый во времени слой не был сформирован.

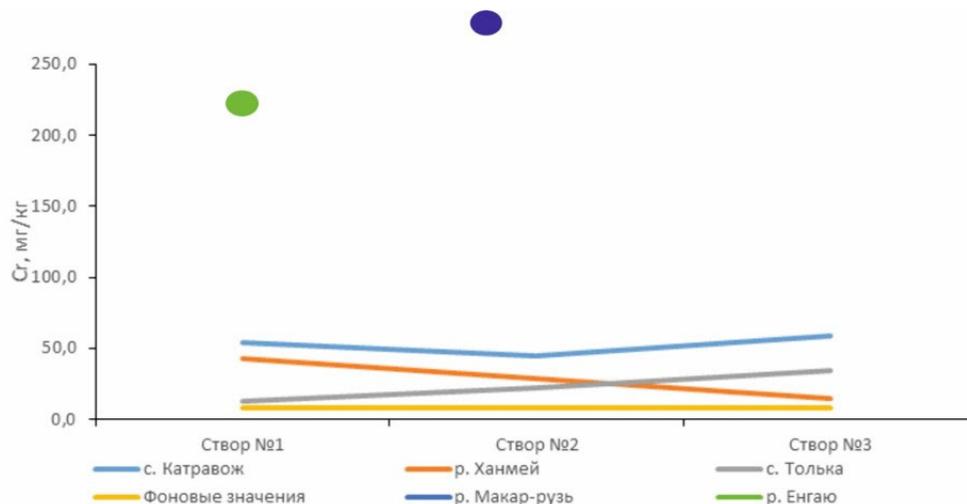


Рис. 6. Концентрации хрома в донных отложениях

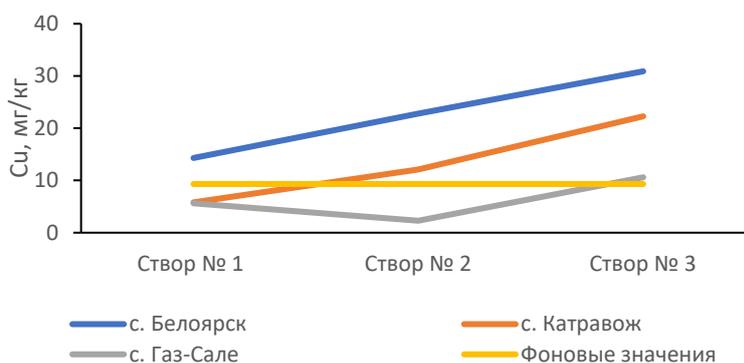


Рис. 7. Содержания меди в донных отложениях

Обсуждение

По результатам исследования поверхностных вод региона обнаружены повышенные значения ХПК, железа, марганца и меди (относительно нормативных значений ПДК) в большинстве проб. Повышенные содержания нефтепродуктов, свинца, хрома, цинка, никеля, железа, марганца и меди (по сравнению с утвержденными фоновыми значениями) были выявлены во многих пробах донных отложений. В исследуемых пробах поверхностных вод и донных отложений закономерности распределения анализируемых параметров относительно населенного пункта, при движении вниз по течению не выявлены. Отсутствие закономерности свидетельствует о незначительном антропогенном влиянии на химический состав воды и донных отложений водотоков (в районе относительно небольших поселений). Однако близ сравнительно крупных городов данное воздействие оказывает существенный вклад в состояния водотоков, в результате чего все пункты отбора близ больших городов проб находились в черте города.

Данная зависимость также подтверждается локальным максимумом содержаний веществ в воде и донных отложениях в пункте отбора напротив поселения, что наблюдается в ряде случаев. В целом сопоставление состава природных вод и донных отложений выходит за рамки настоящей публикации и планируется в дальнейшем при более детальном обсуждении полученных результатов.

Заключение

В результате проведенных исследований было выявлено, что сравнительно небольшие населенные пункты, слабо влияют на состав поверхностных вод. В точках отбора близ крупных городов можно проследить пространственную динамику увеличения концентраций при движении вниз по течению, которая вероятно связана с антропогенным воздействием. Повышенные концентрации соединений металлов: меди, хрома, железа и марганца, в большей степени относятся к особым гидрологическим и климатическим условиям.

Так как состав донных отложений сопоставляется с утвержденными фоновыми региональными значениями, то соответственно происходит учет геохимических особенностей региона. Следовательно, повышенные (относительно фона) содержания компонентов в донных отложениях вызваны, в основном, антропогенным воздействием за длительный период (десятилетия).

Благодарности

Исследование проводилось при финансовой поддержке Некоммерческого партнерства «Российский Центр освоения Арктики» и в рамках проекта № FWZZ-2022-0029 программы ФНИ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беляев Д. П. История открытия и освоения Арктики. – М.: Паулсен, 2019. – 280 с.
2. Конторович А. Э. Нефть и газ российской Арктики: история освоения в XX веке, ресурсы, стратегия на XXI век // Наука из первых рук. – 2015. – № 61 (1). – С. 46–65.
3. Трофимчук М. М. (гл. ред.), Романюк О. Л., Лобченко Е. Е., Емельянова В. П., Ничипорова И. П., Лямперт Н. А., Первышева О. А., Оленникова Н. Н., Купряхина Е. М., Чернова Е. М. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. – Ростов-на-Дону, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, ФГБУ ГХИ, 2021. – 618 с.
4. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Кукушкин С.Ю., Ганул А.Г. Оценка экологического состояния природной среды районов добычи нефти и газа в Ямало-Ненецком автономном округе // Вест. СПбГУ, Сер. 7. – 2012. – № 4. – С. 87-101.
5. Уварова В. И. Гидрохимическая характеристика водотоков Нижней Оби // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2011а. – № 11. – С. 132-142.
6. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимия марганца в процессах гипергенеза: обзор // Биосфера. – 2013. – Т. 5. – № 1. – С. 21-36.
7. Pokrovsky O.S., Manasyrov R.M., Kopysov S.G., Krickov V., Shirokova L.S., Loiko S.V, Lim A.G., Kolesnichenko L.G., Vorobyev S.N. and Kirpotin S.N. Impact of Permafrost Thaw and Climate Warming on Riverine Export Fluxes of Carbon, Nutrients and Metals in Western Siberia. – Insights in Organic Carbon, Iron, Metals and Phosphorus Dynamics in Freshwaters. – 2020.
8. ГОСТ 31861–2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2013. – 36 с.

9. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков // Контроль качества воды: Сб. ГОСТов. – М.: ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ", 2010. – С. 305-316.
10. РД 52.24.309–2016. Руководящий документ. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши (утвержден 08.12.2020). / Н. П. Матвеева, Л. И. Минина, Л. С. Косменко, Т. А. Хоружая, А. А. Назарова, Л. Г. Коротова. — Введ. 2016-12-20. – Ростов-на-Дону: ФГБУ «ГХИ». – 2016. – 100 с.
11. ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. – М.: ИПК Изд-во Стандартов. – 2002. – 7 с.
12. РД 52.24.609–2013 Руководящий документ. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов. (утвержден 07.08.2013). / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая, А. А. Назарова, Л. И. Минина. — Введ. 2013-09-02. – Ростов-на-Дону: ФГБУ ГХИ. – 2013. – 39 с.
13. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 г. № 552 (ред. от 10.03.2020) «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». [Электронный ресурс] – 2020. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202006160052>, свободный. – (Дата обращения 20.03.2022).
14. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [Электронный ресурс] – 2021. Режим доступа: Официальный интернет-портал правовой информации <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102030022>, свободный. – (Дата обращения 20.03.2022).
15. Приказ Департамента природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа от 08.09.2021 № 3003 "О внесении изменения в приложение № 2 к приказу Департамента природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа от 27 марта 2017 года № 348" «Об установлении нормативов качества окружающей среды «Фоновое содержание загрязняющих веществ в снежном покрове, в донных отложениях поверхностных водных объектов, в растительности на территории Ямало-Ненецкого автономного округа»" [Электронный ресурс] – 2021. Режим доступа: Официальный интернет-портал Правительства ЯНАО. 2021. URL: <https://dpr.yanao.ru/documents/active/124771/>, свободный. – (Дата обращения 20.03.2022).

© С. А. Старостин, Н. В. Юркевич, А. В. Еделев, Р. А. Колесников, 2022