

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. № 4. (113). С. 22-36.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. № 4. (113). P. 22-36.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 502.35, 502.37, 502.5, 502.656

doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.002

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТАРИЧНЫХ ОЗЕР БАССЕЙНА РЕКИ НАДЫМ

Роман Александрович Колесников¹, Александр Сергеевич Красненко², Елена Владимировна Шинкарук³, Александр Сергеевич Печкин⁴

^{1,2,3,4} Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

¹roman387@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2722-5133>

²aleks-krasnenko@yandex.ru

³elena1608197@yandex.ru

⁴a.pechkin.ncia@gmail.com

Аннотация. В статье приводятся данные о состоянии старичных озер Янтарное 1 и Янтарное 2 бассейна реки Надым. Установлено, что водные объекты подвержены интенсивному антропогенному воздействию. Акватории водных объектов дифференцированы по содержанию загрязняющих веществ. Вода в озерах в основном относится к классам «грязная» и «загрязненная», реже «чистая» и «умеренно загрязненная». В озерах отмечается высокая численность беспозвоночных при низком видовом разнообразии. Разработаны мероприятия, направленные на улучшение экологического состояния водных объектов.

Ключевые слова: геоэкологические проблемы, Арктика, Надымская низменность, река Надым, трофность, гидрохимия, гидробиология.

Цитирование: Р.А. Колесников, А.С. Красненко, Е.Л. Шинкарук, А.С. Печкин. Современные экологические проблемы старичных озер бассейна реки Надым // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021. (113). № 4. С. 22-36. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.002

Original article

MODERN ECOLOGICAL PROBLEMS OF OXBOW LAKES IN THE NADYM RIVER BASIN

Roman A. Kolesnikov¹, Alexander S. Krasnenko², Elena V. Shinkaruk³, Alexander S. Pechkin⁴

^{1,2,3,4}Arctic Research Center, Salekhard, Russia

¹roman387@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2722-5133>

²aleks-krasnenko@yandex.ru

³elena1608197@yandex.ru

⁴a.pechkin.ncia@gmail.com

Abstract. The article provides data on the state of oxbow lakes Yantarnoye 1 and Yantarnoye 2 in the Nadym river basin. It has been established that water bodies are subject to intense anthropogenic impact. Water areas of water bodies are differentiated by the content of pollutants. The water in the lakes mainly belongs to the classes “dirty” and “polluted”, less often “clean” and “moderately polluted”. There is a high number of invertebrates and a low species diversity in the lakes. Measures to improve the ecological state of the water bodies have been developed.

Keywords: geoecological problems, the Arctic, Nadym lowland, Nadym river, trophicity, hydrochemistry, hydrobiology.

Citation: R.A. Kolesnikov, A.S. Krasnenko, E.L. Shinkaruk, A.S. Pechkin. Modern ecological problems of oxbow lakes in the Nadym river basin // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. (113). № 4. P. 22-36. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.113.4.002

Введение

Актуальность изучения текущего экологического состояния водных объектов российской Арктики и субарктики весьма велика, так как при значительном количестве водных объектов их гидрологическая, гидрохимическая и гидробиологическая изученность невысока и нуждается в увеличении регулярности и плотности проведения исследовательских работ [1]. Однако, несмотря на недостаточную изученность, уже сегодня можно говорить о том, что интенсивное антропогенное воздействие на водоемы

Арктического бассейна России, которое началось гораздо позже, чем на других территориях, по ряду показателей превосходит европейские территории [2; 3; 4]. Особенно это касается небольших озер, расположенных на урбанизированных территориях [5; 6]. В настоящее время указанные водные объекты требуют принятия мер по их реабилитации на основе научно-обоснованных природоохранных решений [7; 8; 9].

В Ямало-Ненецком автономном округе насчитывается более 350 тысяч озер [10]. Ввиду высокой урбанизации региона значительное их количество подвержено антропогенному воздействию. Целый ряд озер находится либо в черте населенных пунктов, либо в окрестностях. Именно они испытывают на себе груз жизнедеятельности человека. К таким водным объектам относятся и старичные озера бассейна реки Надым – оз. Янтарное 1 и оз. Янтарное 2, на берегах которых расположен город Надым. Данные озера длительное время подвергаются негативному воздействию со стороны города. В настоящее время нагрузка только увеличивается за счет расширения города (строительство микрорайона Олимпийский). Усиливается сток загрязненных хозяйственно-бытовых вод, ливневых и талых снеговых вод с территории населенного пункта, растет давление нерационального рекреационного природопользования.

В связи с возникшей потребностью в улучшении экологического состояния вышеуказанных водных объектов целью статьи является определение экологических характеристик, анализ основных экологических проблем и разработка мероприятий по реабилитации комплекса старичных озер Янтарное. Базовым предметом исследования является химический состав (качество) поверхностных природных вод и донных отложений, гидробиология водоемов.

Объект и методы

Озера Янтарное 1 и Янтарное 2 располагаются на высокой пойменной террасе реки Надым в центральной части Надымской низменности, которая входит в лесотундровую зону Урало-Енисейской лесотундровой области Надым-Пурской северной провинции Западной Сибири. На северном и восточном берегах оз. Янтарное 1 расположен город Надым.

Озера имеют старичное происхождение и входят в старичный комплекс бассейна реки Надым. Территория водосбора сильно изменена антропогенной деятельностью и достигает площади 25,5 км². Между собой озера разделены перешейком высотой 1,5 м. В восточной части они соединены протокой. Оба озера слабопроточные, режим питания смешанный.

На протяжении многих лет озера используются для любительского лова рыб. Основной представитель рыб – ёрш обыкновенный (*Gymnocypris*

сегниус). В связи с тем, что изучаемые озера являются местом обитания вида рыб, не относящегося к особо ценным и ценным, то они отнесены к первой категории [11].

Площадь озера Янтарное 1 составляет 0,83 км², максимальная ширина 760 м, длина 1944 м. В среднем глубина озера 1 м (рис. 1). Дно в прибрежной зоне преимущественно представлено заиленным песком мощностью до двух метров, в центральной и западной частях – черными илами. Из-за малых глубин к концу зимнего периода озеро промерзает на всю глубину. Продолжительность ледостава до 8 месяцев. В северо-западную часть озера впадает безымянный ручей шириной до 3 м и глубиной до 1 м, скорость течения 0,2 м/с.

Площадь озера Янтарное 2 достигает 0,25 км², при максимальной ширине 346 м и длине 1283 м. Глубина озера изменяется от 0,5 м в прибрежной зоне до 14 м в центральной и восточной частях акватории (рис. 1). Увеличение глубины связано с проводимыми ранее гидронамывными работами по добыче песка. Дно озера преимущественно песчаное со следами заиления, на западе встречаются бурые и черные илы.



Рис. 1. Карта глубин озер Янтарное 1 и Янтарное 2

На юго-западе в водоем впадает ручей, на северо-востоке находится протока, соединяющая с озером Янтарное 1. В восточной части из озера вытекает ручей, соединяющий водный объект с сетью других старичных озер.

В ходе исследований осуществлялось визуальное наблюдение за состоянием водного объекта, определение наличия захламления прибрежной полосы, гидроакустическая съемка дна русла.

Для определения содержания загрязняющих веществ отбор проб поверхностных вод осуществлялся в соответствии с требованиями [12]. Для отбора проб было использовано следующее оборудование: пробоотборник СП-2, батометр Руттнера (5 дм³). Пробы донных отложений отбирались с помощью дночерпателя Петерсена (рис. 2). Показатели, характеризующие общие гидрохимические свойства озер, такие как кислотность (рН), содержание растворённого кислорода, удельная электропроводность (далее – УЭП), окислительно-восстановительный потенциал (далее – ОВП) определялись сразу после отбора проб.

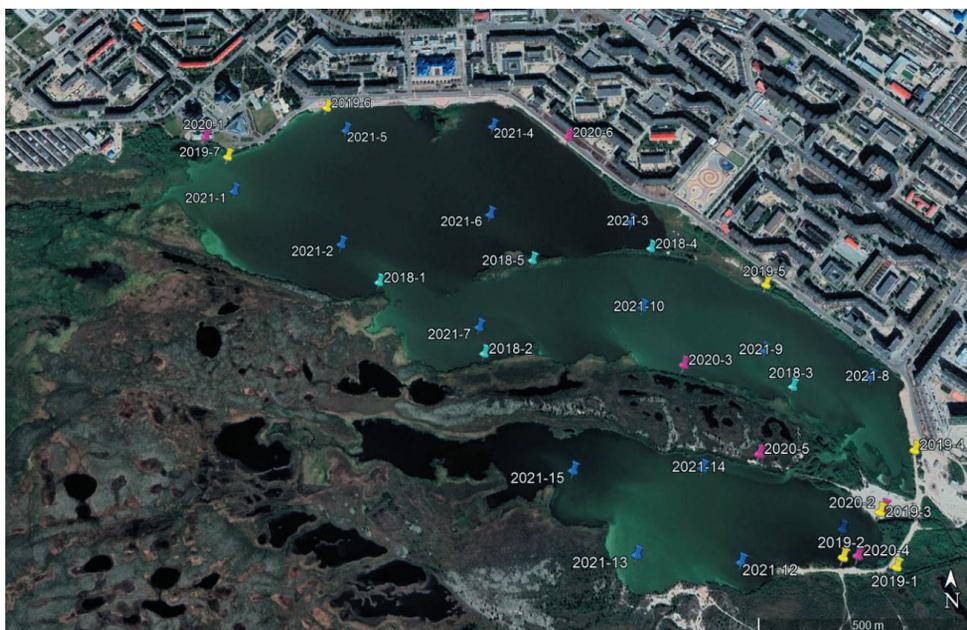


Рис. 2. Точки отбора проб поверхностных вод, донных отложений и гидробионтов в период с 2018 по 2021 год

Показатели химического состава природных поверхностных вод и донных отложений, дающие формализованную оценку качества среды и соответствия действующим нормативам, определялись исходя из наиболее вероятного спектра загрязнений, свойственного водам Ямало-Ненецкого автономного округа. В связи с этим в природных поверхностных водах определились – реакция среды (рН), биологическое потребление кислорода (далее – БПК), химическое потребление кислорода (далее – ХПК), ионный состав, микроконцентрации фосфат-ионов, азота аммонийного, нитрат-

ионов, диоксида азота, нефтепродуктов, Si, Al, Pb, Fe, Cu, Ni, Co, Zn, Mn, Cr, Cd, Hg. В донных отложениях определены концентрации Zn, Ni, Cu, Co. Химико-аналитические работы выполнялись по общепринятым методикам в лаборатории ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики».

Качество вод оценивалось по нормативам химического состава, установленным для категорий водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, – предельно допустимые концентрации (далее – ПДК_{рх}) [13]. Комплексная оценка качества поверхностных природных вод выполнялась на основании рассчитанного в ходе обработки данных индекса загрязнения воды (далее – ИЗВ):

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n * \frac{C_j}{\text{ПДК } i}$$

где C_j – концентрация компонента; n – число показателей, используемых для расчета индекса, $n=6$; ПДК_{*i*} – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

Батиметрирование выполнялось с применением Garmin Echomap Plus 62CV + Transducer. Данные поверхности дна получены при помощи 4-лучевого сонара (угол 45°, частота 77 кГц и угол 15°, частота 200 кГц). Сбор опорных и контрольных точек осуществлялся со встроенного высокочувствительного GPS-приемника (точность определения местоположения зависела от приема спутников, погрешность в плане составляла не более 3 м, по глубине не более 0,5 м).

Картографирование дна осуществлялась путем непрерывной съемки по треку, охватывающей ширину всего водоема, со скоростью судна не более 10 км/ч. Наземных марок для получения опорных точек не предусматривалось. Постобработка полученных изолиний осуществлялась при помощи геоинформационной системы «ArcGis 10.4». Распознавание данных картплоттера осуществлялось при помощи встроенного инструмента IDW в программе «ArcGis 10.4».

Результаты и обсуждение

Гидрохимическое и гидробиологическое состояние

Озеро Янтарное 1 на протяжении нескольких десятилетий подвержено постоянному антропогенному прессу вследствие расположения на его северном и восточном берегах города Надым. Основными источниками негативного влияния являются: сток талых и ливневых вод, сток хозяйственно-бытовых вод, захламление бытовым мусором как акватории, так и прибрежной полосы, расширение жилищной инфраструктуры на берегу водоема (строительство микрорайона Олимпийский).

Проводимый в период с 2016 по 2021 гг. мониторинг водного объекта показал, что на протяжении этого времени состояние водоёма остается стабильно грязным. Исследования, проведенные в период с 2016 по 2018 год, указывали на то, что поверхностные воды загрязнены трудноокисляемыми органическими веществами. Химическое потребление кислорода находится на высоком уровне (от 43,4–80 мгО₂/л при ПДК_{рх}=15 мгО₂/л) [14]. Результаты мониторинга 2019–2020 годов указывают на то, что данная ситуация не изменилась, показатель ХПК довольно высокий и составляет не менее 67 мгО₂/л. Биологическое потребление кислорода находится в интервале 0,56–0,60 мгО₂/л и не превышает ПДК_{рх} 2 мгО₂/л.

Поверхностные воды имеют нейтральную реакцию среды (рН = 6,3–6,8 единиц) и низкий уровень общей минерализации. Величина УЭП в пробах колеблется от 92 до 146 мкСм/см. По данному показателю водный объект относится к ультрапресным водоемам с минерализацией до 0,2 г/л.

Кислородный режим неблагоприятный. Количество растворенного кислорода в период ледостава – 3,1 мг/л. Для озера характерны заморные процессы [14].

Пробы поверхностных вод, отобранные в 2018 году, показали превышение содержания нефтепродуктов. При ПДК_{рх} = 0,05 мг/дм³ в пробах было до 0,082 мг/дм³ нефтепродуктов. Повторный отбор проб в 2020 году зафиксировал, что количество нефтепродуктов не только не уменьшилось, но и в некоторых пробах увеличилось до 0,15 мг/дм³, что соответствует 3 ПДК_{рх}.

Сравнительный анализ содержания микроэлементов в воде с предельно допустимыми концентрациями выявил существенные превышения для Fe (от 3,12 до 10,17 ПДК_{рх}), Cu – 2,5 ПДК_{рх} и Mn – 1,7 ПДК_{рх}. Кроме того, наблюдается довольно высокая концентрация Zn в точках, где в зимний период складывается собираемый в городе снег (2 ПДК_{рх}). Концентрации в пробах поверхностной воды Cd и Hg практически не фиксируются.

Концентрации ионов Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, SO₄²⁻, Cl⁻ ниже установленных ПДК_{рх}. При этом количество фосфат-ионов значительно превышает установленные нормативы (7,2–7,8 ПДК_{рх}).

Величина рассчитанного нами на основании количественного анализа проб индекса загрязняющих веществ для поверхностных природных вод озера Янтарное 1 достигает 4,63, что указывает на принадлежность их к IV классу качества, то есть вода является грязной.

В донных отложениях наибольшая концентрация тяжелых металлов зафиксирована на участках, расположенных вблизи автодорог. Здесь по сравнению с фоновыми показателями содержание Cu выше в 4 раза, Co и Zn – в 5 раз, а Ni – в 6 раз. По мере удаления от автодорог концентрации металлов снижаются.

По распределению и концентрации загрязняющих веществ акваторию озера Янтарное 1 можно разделить на несколько частей. Сильно загрязненными являются северо-западная, западная части акватории, где наблюдается повышенное содержанием следов горюче-смазочных материалов, аммиака и низкое содержание кислорода. Северная и восточная части до 2018 года были чище, но с 2019 года здесь фиксируется повышенное содержание загрязняющих веществ, особенно рядом с недавно построенным микрорайоном Олимпийский.

На противоположной от города южной стороне загрязнение озера минимально. Однако в данной части водоема стало отмечаться скопление бытового мусора и пластика, приносимого с территории города, что в ближайшей перспективе приведет к существенным загрязнениям.

Озеро Янтарное 2 является зоной летнего отдыха жителей города Надым. На восточном и южном берегах озера располагается «дикий» пляж, который не предназначен для использования в целях рекреации, необходимая инфраструктура отсутствует. В результате здесь наблюдается захламливание прибрежных и береговых территорий бытовым мусором.

Кроме того, в озеро Янтарное 2 через протоку проникают загрязненные воды из озера Янтарное 1. В результате исследования 2020 года показали, что ближе к северному берегу в районе протоки и рядом с пляжем южного берега наблюдается превышение содержания нефтепродуктов (от 1,36 до 9 ПДК_{рх}) и фосфатов (от 3 до 4 ПДК_{рх}). Комплексная оценка качества воды, проведенная на основании рассчитанного индекса загрязнения воды, показала, что в разных частях акватории вода различного качества и делится на три класса: ИЗВ = 0,7 (чистая), ИЗВ = 1,2 (умеренно загрязненная) и ИЗВ = 2,9 (загрязненная). Наибольший ИЗВ в районе протоки, соединяющей два озера, здесь же находится строящийся микрорайон Олимпийский.

Реакция среды исследуемого водоёма нейтральна, значения рН находятся в диапазоне 6,1-6,7 единиц. Величина УЭП находится в пределах 49 до 73 мкСм/см. Это указывает на то, что по гидрохимическим показателям водный объект относится к ультрапресным, с невысоким уровнем общей минерализации (до 0,2 г/л).

В ходе изучения бентоса в комплексе озер выделено двадцать девять различных видов организмов, которые имеют значимую пищевую ценность для ихтиофауны. Озера являются средnekормными [14], их рыбопродуктивность может достигать 25 кг/га [11]. Выявленные макрозообентосные организмы относятся к подгруппе α -мезосапробов группы мезосапробионтов [14].

По гидробиологическим показателям качество воды озера Янтарное 1 дифференцировано на 2 класса. В восточной части озера качество относится к IV классу, а вода является значительно загрязненной. В остальной

акватории наблюдается III класс или слабозагрязненные воды.

Озеро Янтарное 2 по гидробиологическим показателям слабозагрязненное (III класс) в восточной части в местонахождении протоки, соединяющей водоемы. В остальной акватории – чистое (II класс).

Природоохранные рекомендации и реабилитация озер

Для реабилитации озера Янтарное 1 нужно предотвратить попадание загрязняющих веществ со стороны объектов жилищной, хозяйственной и производственной инфраструктуры города Надым.

Во-первых, необходимо прекратить попадание загрязненных стоков в ручей, впадающий в озеро со стороны гаражных кооперативов, путем обвалования территории, на которой они расположены.

Во-вторых, ликвидировать существующие, а в дальнейшем пресекать накопление твердых коммунальных отходов на земельных участках, по которым протекает ручей, впадающий в озеро.

В-третьих, с целью восстановления гидрологических характеристик необходимо выполнить мелиоративные работы, включающие очистку дна от загрязненных илов и дноуглубление, создание ряда протоков, соединяющих изучаемые водоемы, ликвидацию небольших островков, замедляющих проточность озер.

Очистку дна от загрязненных илов желательно осуществлять гидро-механическим способом с использованием геоконтейнерной технологии. Дноуглубление необходимо выполнять таким образом, чтобы глубина озера была не менее двух метров. Данные мероприятия позволят очистить озеро от загрязняющих веществ, накапливавшихся десятилетиями, увеличить проточность озера, уменьшить степень трофности водоема, улучшить его кислородный режим и минимизировать заморные явления.

В силу того, что озеро Янтарное 2 в меньшей степени подвержено негативному воздействию, а основными источниками загрязнения являются воды, поступающие из озера Янтарное 1, а также захламление бытовым мусором в результате использования его берегов в рекреационных целях, в качестве природоохранных и реабилитационных мероприятий, направленных на улучшение состояния водного объекта, необходимо рекомендовать следующее.

Во-первых, реализовать природоохранные мероприятия, направленные на очистку берега и акватории озера от бытового мусора. Во-вторых, необходимо провести оценку рекреационной нагрузки на водоем, его берега и разработать мероприятия рационального рекреационного использования водного объекта. Разработать мероприятия, предотвращающие захламление берегов и акватории в ходе рекреационного природопользования. В-третьих, разработать механизмы своевременного

удаления фитомассы, что позволило бы управлять процессами зарастания озера.

Заключение

Озера Янтарное 1 и Янтарное 2 имеют старичный генезис, входят в старичный комплекс бассейна реки Надым и через систему проток и стариц соединены с указанной рекой. Озеро Янтарное 1 является типичным городским водоемом.

Реакция среды исследуемых поверхностных природных вод исследуемых водоемов нейтральная, значение рН равно 6,3-6,8 единиц. Поверхностные воды имеют низкий уровень общей минерализации. Величина УЭП в пробах колеблется от 49 до 146 мкСм/см. По данному показателю водные объекты относятся к ультрапресным водоемам с минерализацией до 0,2 г/л. Водные объекты обеднены кислородом, кислородный режим неблагоприятный.

Изученные водные объекты сильно деградированы по причине несоблюдения природоохранных мероприятий при эксплуатации городской инфраструктуры, а именно, в озеро Янтарное 1 с территории города идет сток неочищенных талых и ливневых вод, а также сток загрязненных хозяйственно-бытовых вод. Кроме того, водный объект испытывает негативное влияние автомобильных дорог, проходящих по его берегу в северной и восточной частях. Как результат наблюдается накопление тяжелых металлов в донных отложениях.

На озере Янтарное 2 фиксируется нерациональное рекреационное природопользование, в силу чего идет захламление мусором, в том числе пластиком, прибрежной и береговой зон.

Акватории озер дифференцированы по распределению и концентрации загрязняющих веществ. В наибольшей степени загрязняющие вещества концентрируются ближе к источникам загрязнения. Данные комплексной оценки природных поверхностных вод по гидрохимическим показателям указывают на то, что вода оз. Янтарное 1 имеет IV класс качества, то есть грязная. В озере Янтарное 2 вода дифференцирована на три класса качества (чистая, умеренно загрязненная и загрязненная). Аллохтонные загрязнения приводят к эвтрофированию водоемов.

По гидробиологическим показателям качество поверхностных вод оз. Янтарное 1 принадлежит к IV (значительно загрязненное) и III (слабозагрязненное) классам. Вода озера Янтарное 2 в большей части акватории чистая (II класс), в меньшей – слабозагрязненная (III класс).

Для улучшения экологического состояния водных объектов необходимо реализовать мелиорацию озер, включающую очистку дна от иловых отложений, дноуглубление, восстановление проточности. Требуется

очистка берега и прибрежной зоны от захламлений бытовым мусором, в том числе пластиком. Кроме того, необходимо пресечь попадание загрязняющих веществ со стороны города Надым.

Список источников

1. Агбалян Е.В., Колесников Р.А., Красненко А.С., Моргун Е.Н., Шинкарук Е.В., Печкин А.С., Локтев Р.И., Ильясов Р.М., Кобелев В.О. Оценка качества природных вод на научных полигонах Ямало-Ненецкого автономного округа (Пуровский, Тазовский, Шурышкарский, Полярно-Уральский) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 6. – С. 6-23.
2. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Георгиади А.Г., Зайцева И.С., Шапоренко С.И. Антропогенные воздействия на водные ресурсы рек Арктического бассейна России // География и природные ресурсы. 2019. № 1. – С. 29-36.
3. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 334 с.
4. Магрицкий Д.В. Антропогенные изменения стока воды рек Арктического региона // Геоэкологическое состояние Арктического побережья России и безопасность природопользования. – М.: ГЕОС, 2007. – С. 146–164.
5. Красненко А.С., Печкин А.С. Биоиндикационная характеристика водоемов урбанизированных территорий Арктической зоны (на примере оз. Янтарное г. Надым и оз. Ханто, г. Ноябрьск) // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2019. № 1 (102). – С. 116-120. Doi: 10.26110/ARCTIC.2019.102.1.016.
6. Безруков Л.А., Гагарина О.В., Кичигина Н.В., Кoryтный Л.М., Фомина Р.А. Водные ресурсы Сибири: состояние, проблемы и возможности использования // География и природные ресурсы. - 2014. - № 4. - С. 30-41.
7. Shestakova E., Fedorova I., Loktev R., Kolesnikov R., Alexeeva N. Urban water use in the Arctic and its effects on freshwater resources // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference proceedings. 2018. pp. 517-524.
8. Yurkevich N., Saeva O., Yurkevich N., Kolesnikov R., Kuleshova T. Hydrochemical characteristic of the arctic thermocarst lakes (Gydan peninsula, Russian) // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Sofia, 2020. pp. 423-430.
9. Shiklomanov A.I., Lammers R.B., Lettenmaier D.R., Polischuk Yu.M., Savichev O.A., Smith L.C., Chernokulsky A.V. Hydrological Changes: Historical Analysis, Contemporary Status, and Future Projections // Regional Environmental Changes in Siberia and Their Global Consequences. Chapter 4. Springer Environmental Science and Engineering. - Dordrecht: Springer Science Business Media, 2013. - pp. 111-154.
10. Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2013 году: Стат. сборник / Под ред. Н.Г. Рыбальского, А.Д. Думнова. – М.: НИИ–Природа. 2014. – 369 с.
11. Филатов А.Ю., Тунев В.Е., Матковский А.К., Исаков П.В., Абдуллина Г.Х., Степанова В.Б. Ихтиофауна озера Янтарное Надымского района Ямало-Ненецкого автономного округа в условиях предстоящей рекреации водоема //

- Вестник рыбохозяйственной науки. 2014. Т.1, № 2 (2). – С. 66-79.
12. Межгосударственного стандарта ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» // М.: Стандартинформ, 2019.
 13. Приказ № 552 Минсельхоза Российской Федерации от 13.12.2016 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 16.01.2017, № 0001201701160006
 14. Красненко А.С., Печкин А.С., Кобелев В.О., Агбальян Е.В., Шинкарук Е.В. Озеро Янтарное - состояние, проблемы, перспективы // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2018. № 4 (101). – С. 37-43.

References

1. Agbalyan E.V., Kolesnikov R.A., Krasnenko A.S., Morgun E.N., Shinkaruk E.V., Pechkin A.S., Loktev R.I., Piyasov R.M., Kobelev V.O. Assessment of the quality of natural waters at the research sites of the Yamal-Nenets Autonomous District (Purovsky, Tazovsky, Shuryshkarsky, Polyarno-Uralsky) // Water industry of Russia: problems, technologies, management. 2019. № 6. pp. 6-23.
2. Koronkevich N.I., Barabanova E.A., Georgiadi A.G., Zaitseva I.S., Shaporenko S.I. Anthropogenic impact on the water resources of the rivers of the Arctic basin of Russia // Geography and natural resources. 2019. № 1. pp. 29-36.
3. Shiklomanov I.A. The impact of economic activities on river flow. - Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989. – 334 p.
4. Magritsky D.V. Anthropogenic changes in river water flow in the Arctic region // Geocological state of the Arctic coast of Russia and the safety of natural resources. - Moscow: GEOS, 2007. - pp. 146-164.
5. Krasnenko A.S., Pechkin A.S. Bioindicative characteristics of water bodies in urbanized areas of the arctic zone (by the example of lake Yantarnoe, Nadym and lake Khanto, Noyabrsk) // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2019. № 1 (102). pp. 116-120. Doi: 10.26110/ARCTIC.2019.102.1.016.
6. Bezrukov L.A., Gagarinova O.V., Kichigina N.V., Korytny L.M., Fomina R.A. Water resources of Siberia: state, problems and possibilities of use // Geography and natural resources. - 2014. - № 4. - pp. 30-41.
7. Shestakova E., Fedorova I., Loktev R., Kolesnikov R., Alexeeva N. Urban water use in the Arctic and its effects on freshwater resources // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference proceedings. 2018. pp. 517-524.
8. Yurkevich N., Saeva O., Yurkevich N., Kolesnikov R., Kuleshova T. Hydrochemical characteristic of the arctic thermocarst lakes (Gydan peninsula, Russian) // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Sofia, 2020. pp. 423-430.
9. Shiklomanov A.I., Lammers R.B., Lettenmaier D.R., Polischuk Yu.M., Savichev O.A., Smith L.C., Chernokulsky A.V. Hydrological Changes: Historical Analysis, Contemporary Status, and Future Projections // Regional Environmental Changes

- in Siberia and Their Global Consequences. Chapter 4. Springer Environmental Science and Engineering. - Dordrecht: Springer Science Business Media, 2013. pp. 111-154.
10. Water resources and water management of Russia in 2013: Statistical compendium / Ed. N.G. Rybalsky, A.D. Dumnov. - Moscow: NIA-Priroda, 2014. 369 p.
 11. Filatov A.Yu., Tunev V.E., Matkovsky A.K., Isakov P.V., Abdullina G.Kh., Stepanova V.B. Ichthyofauna of Lake Yantarnoye of Nadym region of the Yamal-Nenets Autonomous District in the conditions of the forthcoming recreation of the reservoir // Bulletin of Fisheries Science. 2014. Vol. 1, № 2 (2). pp. 66-79.
 12. Interstate standard GOST 31861-2012 "Water. General requirements for sampling" // Moscow: Standartinform, 2019.
 13. Order No. 552 of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 13.12.2016 "On approval of water quality standards for fishery water bodies, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in waters of fishery water bodies" // Official Internet portal of legal information www.pravo.gov.ru, 16.01.2017, N 0001201701160006.
 14. Krasnenko A.S., Pechkin A.S., Kobelev V.O., Agbalyan E.V., Shinkaruk E.V. Lake Yantarnoye – condition, problems and prospects // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2018. № 4 (101). pp. 37-43.

Сведения об авторах

Колесников Роман Александрович, российский ученый, эколог-практик, специалист в области охраны окружающей среды, кандидат географических наук, заведующий сектором охраны окружающей среды ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Является экспертом Национального арктического научно-образовательного консорциума, экспертом ситуационного центра сферы туризма Российского государственного университета туризма и сервиса. Общественный инспектор по охране окружающей среды. Автор и соавтор более 70 научных работ. Область научных интересов: охрана окружающей среды и рациональное природопользование, геоэкология, геохимия, гидрохимия, ландшафтоведение, почвоведение и география почв, палеоэкология и экологическое прогнозирование, рекреационное природопользование, экономическая география.

Красненко Александр Сергеевич, 1981 г.р., окончил в 2003 году Ишимский государственный институт им. П.П. Ершова по специальности «учитель биологии и географии», с 2015 года старший научный сотрудник в ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», кандидат биологических наук. Научные интересы: гидробиология, зоология, функционирование пресноводных экосистем.

Шинкарук Елена Владимировна, 1977 г.р., окончила Тюменский государственный университет по специальности «биолог» в 2000 году. С 2012 года работает в ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», научный сотрудник. Область научных интересов: биология, цитогенетика, изучение качества поверхностных вод, снежный покров.

Печкин Александр Сергеевич, 1990 г.р., окончил Саратовский государственный университет по специальности «эколог-природопользователь» в 2013 году. С 2015 года – ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», научный сотрудник. Область научных интересов: геоэкология, экология почв, гидрология, гидрохимия, геоботаника, снежный покров, ДЗЗ, ГИС, спектрометрирование ландшафтов.

Участие авторов

Колесников Р.А. – концепция и дизайн исследования, организация комплексных исследований, обработка данных, сбор литературных данных, написание и редактирование текста;

Красненко А.С. – концепция исследования, написание текста, проведение полевых исследований, гидробиологические исследования, сбор литературных данных;

Шинкарук Е.В. – обработка и интерпретация результатов гидрохимических анализов, статистическая обработка данных, написание текста.

Печкин А.С. – сбор и обработка полевых материалов, проведение гидрологических исследований, составление картографического материала, написание текста.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Information about the authors

Roman Aleksandrovich Kolesnikov, Russian scientist, ecologist-practitioner, specialist in the field of environmental protection, Candidate of Geographic Sciences, head of the Environmental Sector of the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Expert of the National Arctic Scientific and Educational Consortium, expert of the situational center of tourism of the Russian State University of Tourism and Service. Public Environmental Inspector. Author and co-author of over 70 scientific papers. Research interests: environmental protection and rational nature management, geoecology, geochemistry, landscape science, soil science and soil geography, paleoecology and ecological forecasting, recreational nature management, economic geography.

Alexander Sergeevich Krasnenko, born in 1981, graduated from the Ishim State Pedagogical Institute named after P.P. Ershov in 2003 with a teacher of biology

and geography degree. Since 2015, he has been working as a senior researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Candidate of Biological Sciences. Research interests: hydrobiology, zoology, functioning of aquatic ecosystems.

Elena Vladimirovna Shinkaruk, born in 1977, graduated from the Tyumen State University with a degree in biology in 2000. Since 2012, she has been working as a researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Research interests: biology, cytogenetics, study of surface water quality, snow cover.

Alexander Sergeevich Pechkin, born in 1990, graduated from the Saratov State University in 2013 (specialty “Environmentalist”). Since 2015, he has been working as a researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Research interests: geoecology, soil ecology, hydrology, hydrochemistry, geobotany, snow cover, remote sensing, GIS, landscape spectrometry.

Authors Contribution

Kolesnikov R.A. - concept and design of research, organization of complex research, data processing, collection of literature data, writing and editing the text;

Krasnenko A.S. - research concept, text writing, field research, hydrobiological research, collection of literature data;

Shinkaruk E.V. - processing and interpretation of the results of hydrochemical analyzes, statistical data processing, text writing.

Pechkin A.S. - collection and processing of field materials, carrying out hydrological research, drawing up cartographic material, text writing.

All co-authors - approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Статья поступила в редакцию 11.10.2021 г., принята к публикации 02.12.2021 г.

The article was submitted on October 11, 2021, accepted for publication on December 2, 2021.