Научная статья
УДК 504.61
https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-539-545

Влияние антропогенных факторов на качество байкальской воды

Наталья Леонидовна Дорофеева[1], Алиса Викторовна Бабик[2]
[1,2]Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия
Автор, ответственный за переписку: Дорофеева Наталья Леонидовна, dorofeeva@istu.edu

Аннотация. Цель – изучить влияние антропогенных факторов на состояние воды оз. Байкал. Поскольку в оз. Байкал содержится 19% от общих запасов пресной воды, необходимо тщательно контролировать состояние водных ресурсов. Использование данных о состоянии воды вблизи пос. Листвянка позволяет отследить изменение содержания в воде аммиака, сульфатов, нитратов, железа, фосфатов и иных взвешенных веществ. Пробы воды брали для сравнительной характеристики проверяемых показателей с предыдущими данными. Изучение качества проб основано на методиках, включающих применение фотометрии с использованием спектрофотометров, работу со специальными фильтрами «синяя лента» и работу с эксикаторами. Результаты, полученные в ходе лабораторного анализа, позволили сделать вывод, что часть показателей, например, количество взвешенных веществ, сульфатов и нитратов, значительно превышают свои значения, полученные из проб 2016 и 2020 гг. Сравнительный анализ проб разных годов показывает, что за прошедшее время произошло значительное ухудшение качества воды. К этому приводит недостаток средств для создания новых и реконструкции старых очистных сооружений и наличие беспорядочного потока туристов, требующего организации соответствующих троп, маршрутов и коммуникаций, позволяющих уменьшить антропогенное влияние на воды оз. Байкал.

Ключевые слова: антропогенные факторы, озеро Байкал, Листвянка, загрязнения, экология

Для цитирования: Дорофеева Н. Л., Бабик А. В. Влияние антропогенных факторов на качество байкальской воды // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 4. С. 539–545. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-539-545.

Original article

Anthropogenic influence on water quality of Lake Baikal

Natalia L. Dorofeeva, Alisa V. Babik
[1,2]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia
Corresponding author: Natalia L. Dorofeeva, dorofeeva@istu.edu

Abstract. In this work, the anthropogenic influence on the water quality in Lake Baikal was evaluated, since Lake Baikal contains 19% of the total freshwater resources. The use of data on the water quality near the Listvyanka village allows the changes in the content of ammonia, sulphates, nitrates, iron, phosphates and other substances suspended in water to be monitored. The characteristics of collected water samples were compared to previously obtained data. The evaluation of sample quality involved various techniques, including photometry using spectrophotometers, "blue ribbon" filters and desiccators. The obtained results showed that some of the indicators, for example, the amounts of suspended solids, sulphates and nitrates, significantly exceed those obtained in 2016 and 2020. The comparative analysis of samples collected in different years indicated a significant deterioration in water quality over this period. This can be explained by the lack of funds for the development and reconstruction of water and wastewater treatment facilities, along with an unregulated touristic flow, requiring the appropriate walkways, routes and utility systems in order to reduce the anthropogenic impact on the waters of Lake Baikal.

Keywords: anthropogenic factors, Lake Baikal, Listvyanka, pollution, ecology

© Дорофеева Н. Л., Бабик А. В., 2022

For citation: Dorofeeva N. L., Babik A. V. Anthropogenic influence on water quality of Lake Baikal. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2022;12(4):539-545. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-539-545.

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы экологии стоят остро в течение последних десятилетий, и в последние годы ее важность только возростает. Поэтому необходимо тщательно следить за состоянием самого большого и некогда чистого озера – Байкала [1]. Задачи данного исследования – определить качество байкальской воды, взятой около одного из самых активных с точки зрения туризма мест Иркутской области – пос. Листвянка, а также понять, насколько показатели за 2022 г. отличаются от данных анализов за предыдущие годы.

Поскольку, прежде всего, оз. Байкал является местом обитания многих эндемиков, таких как байкальский омуль, спирогира, голомянка, ракообразные, эпишура, тюлень, соответственно, любое изменение окружающей среды может необратимо повлиять на флору и фауну водоема [2]. Кроме того, озеро питает города и поселки, например, Иркутск, Ангарск, Листвянку, Свирск, Усть-Илимск, Братск, Кодинск, которые стоят на вытекающей из озера р. Ангаре, а, следовательно, напрямую зависят от качества поступающих вод.

На качество экологических показателей воздействуют различные факторы, но самым главным из них является антропогенный. Влияние человека на природу несоизмеримо с биотическими или абиотическими факторами, так как влияние деятельности людей охватывает всю поверхность земного шара, за исключением небольшого количества территорий. Одними из главных антропогенных методов влияния на экологию прибайкальских территорий является отсутствие очистных сооружений, либо же их недостаточная работоспособность. Также ситуацию усугубляет развитие туристической отрасли в Иркутской области и Республике Бурятии [3, 4]. Большой поток туристов увеличивает количество бытового мусора и других отходов, скапливающихся на берегах Байкала, а также попадающих в воду.

Один из источников пресной воды, имеющий мировое значение, уже долгие годы подвергается воздействию антропогенных факторов, которые могут быть химическими, физическими, биологическими или даже социальными [5]:

– химические: сбросы бытовых и производственных сточных вод;

– физические: водная эрозия, изменения среды и климата, а также нарушение гидробиологического режима оз. Байкал;

– биологические: попадание загрязнений, из-за которых повышается количество фосфатов и нитратов, вследствие чего могут развиться различные паразиты и фитопланктон;

– социальные: ослабление у населения и туристов убеждений о необходимости содержать озеро и его берега в чистоте, а также экспансия строительства и расширение рекреационных объектов [5, 6].

Поэтому так важно проводить мониторинг состояния уникального природного объекта – оз. Байкал, чтобы при необходимости как можно скорее исключить влияние какого-либо из факторов, либо же нескольких.

Пос. Листвянка – одно из самых привлекательных мест для туристов, наряду с о. Ольхон, который также попадает под негативное влияние антропогенного давления. Присутствие людей на данных участках приводит к повышению качества пребывания на них за счет постройки новых зданий (в том числе культурно-досуговых учреждений, гостиниц, а также предприятий оптовой или розничной торговли), но и к снижению качества прилегающих к туристическим базам и другим местам размещения людей окружающей среды. Также на воде могут размещаться плавательные средства для водного туризма, самыми популярными из которых являются катера. Их возле поселка Листвянка может насчитываться несколько десятков. При этом каждое судно беспрерывно работает на протяжении многих часов, что значительно увеличивает вероятность образования аварийной ситуации [7, 8].

Научные сотрудники Лимнологического института СО РАН провели исследование и обнаружили, что часть отобранных образцов содержала антропогенный маркер. А в р. Большой Черемшанке, охватывающей жилой сектор в пос. Листвянка, концентрация этого маркера повышается. Это говорит о том, что инфраструктура в крупных прибрежных поселках не обеспечивает в должной мере защиту озера, и различные отходы попадают в прибрежные воды, нарушая баланс и здоровье экосистемы.

Например, на о. Ольхон относительно недавно произошел случайный разлив в воду

нефтепродуктов. Также на территории острова происходят постоянные загрязнения, связанные с большим притоком туристов, увеличивающимся с каждым годом, и отсутствием централизованной канализации. Это вызывает проникновение сточных вод через грунт в воду или же их прямой сброс от приезжих людей [9].

Изучение качества воды Байкала путем сбора информации и необходимых показателей, сравнение ситуации за прошедшие года с экологической обстановкой на сегодняшний день покажет в какую сторону меняется экологическая ситуация в отношении воды Байкала, а также прилегающего к озеру поселка Листвянка. Стоит отметить, что приток чистых вод в озеро в последние годы осуществляется в малых количествах, что снижает возможность водного объекта разбавляться [10].

МЕТОДЫ

Взятие проб воды около выбранного поселка и проведение исследований должно показать, как меняется состояние Байкала. Сравнив полученные результаты с данными за прошлые годы можно судить об экологической ситуации на озере и в ближайших населенных пунктах. Для получения необходимых показателей в специальной лаборатории по изучению качества воды проводятся требуемые анализы. Координаты взятия образца воды: широта: 51.845 1483; долгота: 104.875 605; высота: 458 м.

Показатели, запрошенные для сравнения: содержание железа, нитратов, аммония, сульфатов, взвешенных веществ, фосфатов и минералов. Также были исследованы мутность и водородный показатель. Чтобы получить результаты о наличии железа, нитратов и фосфатов, использовался фотометрический метод, включающий в себя визуальную фотометрию, фотоколориметрию и спектрофотометрию. В данном случае использовался спектрофотометр, на котором измерялась оптическая плотность вещества, определяющая степень поглощения света веществом. Чем сильнее вода поглощает свет, тем выше степень ее загрязненности.

Для определения взвешенных веществ и минерализации используется фильтрование на специальных обеззоленных фильтрах, с помощью которых определяется осадок, конечное постоянное количество которого и является показанием взвешенных веществ в воде. Для определения постоянной массы фильтра его помешают в сушильный шкаф, где фильтр высушивается до постоянной массы при температуре 105 °С в течение 2-х ч, а затем он охлаждается в эксикаторе – сосуде, в котором поддерживается постоянная влажность воздуха. Ниже приведено краткое описание некоторых методов, использованных при проведении анализов.

Железо во взятой пробе определяли следующим образом, следуя ПНД Ф 14.1:2:4.50-96[1]. Суть реакции для двухвалентного железа заключается в том, что ацетилсалициловая кислота в щелочной среде дает желтое окрашивание, а с трехвалентным – фиолетовое. В изучаемую жидкость, предварительно отфильтрованную и перелитую в колбу объемом 100 см^3, добавляется 10,7 мг аммония хлористого, 2 мл сульфосалициловой кислоты и 6 мл аммиака, после чего раствор доводят до метки дистиллированной водой. Далее раствор тщательно перемешивается и оставляется на несколько минут до развития окраски. Оптическая плотность изучаемой пробы исследуется в спектрофотометре. Для этого раствор переливается в специальные кварцевые бюксы и помещается в прибор. Измерение происходит на основе градуировочного графика, созданного при измерении холостой пробы, т.е. с применением дистиллированной воды.

Показатель по взвешенным веществам вычисляется согласно ПНД Ф 14:1:2:4.261-10[1]: берется обеззоленный фильтр «синяя лента», промывается дистиллированной водой, после чего высушивается до постоянной массы, охлаждается и взвешивается. Затем через него фильтруют исследуемую воду – в данном случае 250 мл – снова взвешивают, высушивают и после сушки повторно взвешивают. Процедуру сушки повторяют до тех пор, пока разница между взвешиваниями не будет составлять не более 0,5 мг при массе осадка до 50 мг и 1 мг при массе более 50 мг. По разнице масс находят количество взвешенных веществ.

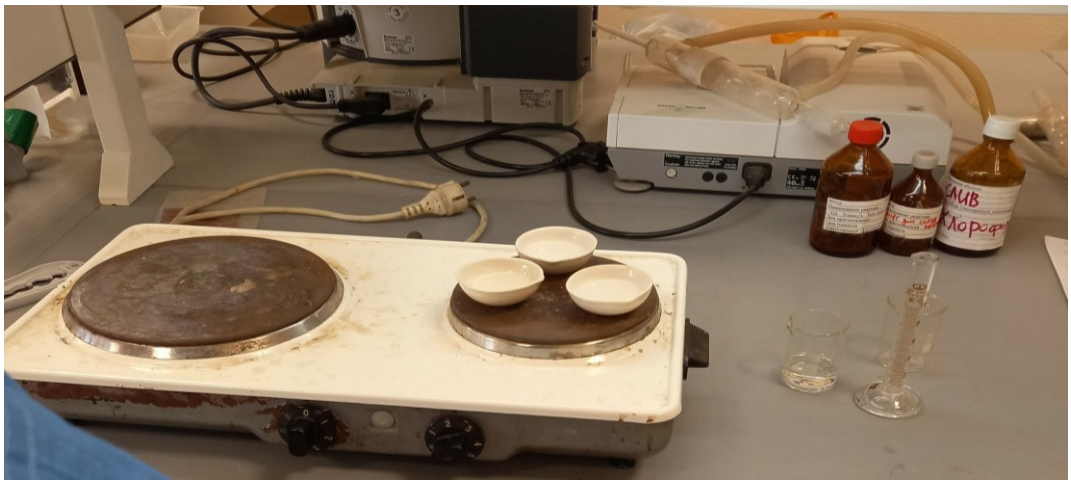
Нитраты определяются по методике, представленной в ГОСТ 33045-2014[2].

Как показано на рисунке, чтобы найти количество нитратов, берется три керамических блюдца, два из которых заполняются исследуемой водой, а третье – дистиллированной. Все три блюдца с жидкостью ставятся на печь

[1]ПНД Ф 14.1:2:4.50-96 Количественный химический анализ вод // Кодекс [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/898902517 (09.08.2022).
[2]ГОСТ 33045-2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ // Кодекс [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200115428 (09.08.2022).

выпариваться и после этого в каждое блюдце добавляется по 10 мл дистиллированной воды. После этого жидкости переносятся в колбы объемом по 50 см^3. Добавлением гидроксида натрия количество жидкости доводится до объема в 30 см^3, после чего до отметки в 50 см^3 доливается дистиллированная вода. Измерение происходит на спектрофотометре с построением градуировочного графика. Ссылка на документ, подтверждающий достоверность предоставленной информации[3].

В таблице представлены сравнительные характеристики байкальской воды возле пос. Листвянка за последние несколько лет [11].



Выпаривание пробы байкальской воды в керамических блюдцах
Evaporation of Baikal water samples in ceramic plates

Сравнительная характеристика качества байкальской воды около пос. Листвянка
Comparative characteristics of the quality of Baikal water near the village of Listvyanka

Компонент	2016 г.	2020 г.	2022 г.	ПДК
Взвешенные вещества, мг/дм^3	0,0030	0,05	9,6 ± 2,9	10
Аммиак, мг/дм^3	0,1	1,01	<0,1	–
PH	7,35	7,5	7,42	6,0–9,0
Сульфат-ион	6,07	5,7	8,19 ± 4,1	100
Нитрат-ион, мг/л	0,01	0,01	0,16 ± 0,032	9
Железо, мг/л	0,006	0,02	<0,05	0,1
Фосфат-ион$_4$, мг/дм^3	0,05	1,6	<0,05	0,5

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнив показатели за 2016, 2020 и 2022 гг., можно судить о том, что состояние общей экологической обстановки в регионе оказывает влияние на качество байкальской воды. Такие показатели как взвешенные вещества сульфаты и нитраты значительно превышают данные за прошлые года, и, хотя они находятся в пределах нормы, это является показателем ухудшения экологической обстановки. Остальные показатели остаются примерно одинаковыми на протяжении нескольких лет. Большая часть бассейна озера способна достаточно самоочищаться, чтобы воздействие людей и остатков их жизнедеятельности не вредило водным ресурсам, а также организмам, находящимся в этой воде. Но загрязнение воды вдоль берегов давно подтверждены многочисленными проверками и анализами [12], что обусловлено плохим состоянием очистных сооружений близлежащих населенных пунктов и увеличением потока туристов, посещающих достопримечательности вблизи Байкала, а также бесконтрольным строительством различных сооружений туристического назначения. Данные антропогенные факторы приводят к загрязнению вод озера, медленно, но верно, способствуя увеличению количества попадающих в озеро вредных веществ.

ВЫВОДЫ

Согласно проведенным анализам, можно

[3]Анализ воды. Листвянка-2022 // Docs.google.com [Электронный ресурс]. URL: https://docs.google.com/document/d/1vCX4dNdXGknWqxD7n7aq9CoFkJ4g5heS7aW1CXtB5sU/edit (09.08.2022).

сказать, что качество окружающей среды и экологическая обстановка в целом является приемлемой, но некоторые проблемы до сих пор продолжают существовать, постепенно все больше усугубляя ситуацию. Для улучшения ситуации и приведения показателей водоема к требуемым нормативным показателям в первую очередь необходимо для предотвращения слива стоков в водную среду построить новые очистные сооружения вдоль русла рек, впадающих в озеро, и реконструировать старые [13]. Также можно рекомендовать упорядочение движения потоков туристов, посещающих территории оз. Байкал, частичное ограничение доступности отдельных мест и организацию соответствующих коммуникаций, уменьшающих антропогенное влияние на воду.

Большой поток людей приводит к появлению мусора, а, следовательно, необходимо увеличить контроль за его сбором, а также осуществить установку дополнительных мусорных контейнеров [14, 15].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Тимошкин О. А., Сутурин А. Н., Бондаренко Н. А., Куликова Н. Н., Рожкова Н. А., Шевелева Н. Г., [и др.]. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 1. Заплесковая зона: первые результаты междисциплинарных исследований, важность для мониторинга экосистемы // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2011. Т 4. № 4. С. 75–110.
2. Pride Brown K., Gerber A., Bedulina D., Timofeyev M. A. Human impact and ecosystemic health at Lake Baikal // Wires water. 2021. Vol. 8. No. 4. P. 1528. https://doi.org/10.1002/wat2.1528.
3. Хертуев В. Н., Григорьева Л. О., Алексеева И. И. Влияние туризма на экологию озера Байкал // Землеустройство, кадастр недвижимости и мониторинг земельных ресурсов: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Улан-Удэ, 15–17 июня 2020 г.). г. Улан-Удэ: Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова, 2020. С. 225–231.
4. Pellinen V., Cherkashina T., Gustaytis M. Assessment of metal pollution and subsequent ecological risk in the coastal zone of the Olkhon Island, Lake Baikal, Russia // The science of the total environment. 2021. Vol. 786. P. 147441. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147441.
5. Верхозина В. А. Влияние антропогенного фактора на микробиальные процессы круговорота азота // Совершенствование регионального мониторинга состояния оз. Байкал: сб. ст. Л., 1985. С. 66–70.
6. Анохин Ю. А., Матвеев А. А., Пуртова Л. Я. Акватория озера Байкал. Гл. 2. Анализ, оценка и обобщение информации о состоянии окружающей среды в бассейне озера Байкал // Мониторинг состояния озера Байкал: монография. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. С. 74–76.
7. Сычев М. А., Макарова В. А. Экологические проблемы озера Байкал // Актуальные проблемы науки и практики. 2020. № 1. С. 37–40.
8. Gagarinova O. V., Belozertseva I. A., Vorobyova I. B., Vlasova N. V., Emelyanova N. V., Sorokovoi A. A. Anthropogenic Transformations in the Mouth Area of Tributaries as Factors of Negative Impact on Lake Baikal // Water. 2021. Vol 13. No. 9. P. 1295. https://doi.org/10.3390/w13091295.
9. Бабик А.В., Поспелова М.Я. Анализ экологической ситуации на о. Ольхон // Градостроительство. Теория, практика, образование: материалы IV Всеросс. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 8 апреля 2022 г.). Иркутск: Изд-во Иркутского национального исследовательского технического университета, 2022. С. 373–377.
10. Иванилова Е. А. Анализ экологического состояния в центральной зоне Байкальской природной территории на примере пос. Листвянка // Молодежный вестник ИрГТУ. 2019. Т. 9. № 4. С. 55–59.
11. Желонкина Д. Е., Поспелова М. Я. Как изменилась экологическая ситуация в поселке Листвянка за последние 5 лет // Теория, практика, образование: материалы IV Всеросс. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 8 апреля 2022 г.). Иркутск: Изд-во Иркутского национального исследовательского технического университета, 2022. С. 377–382.
12. Горшкова А. С. Иркутские ученые изучили источники поступления санитарно-показательных бактерий в прибрежную зону Байкала // Иркутск сегодня [Электронный ресурс]. URL: https://irk.today/2022/04/22/irkutskie-uchenye-izuchili-istochniki-postupleniya-sanitarno-pokazatelnyh-bakteriy-v-pribrezhnuyu-zonu-baykala/ (22.04.2022).
13. Кашпарова А. И. Проект реконструкции очистных в Листвянке планируют направить на экспертизу осенью // Ircity [Электронный ресурс]. URL: https://ircity.ru/text/ecology/2022/07/28/71523770/ (28.07.2022).
14. Сокур А.С., Тимошенко Н.А. Озеро Байкал как объект всемирного наследия ЮНЕСКО // Модернизация Российского общества и образования: новые экономические ориентиры, стратегии управления, вопросы правоприменения и подготовки кадров: материалы XXI национальной науч. конф. (с международным участием) (г. Таганрог, 16–18 апреля 2020 г.). Таганрог: Таганрогский Институт управления и экономики, 2020. С. 553–555.

15. Невиницына В. С., Осипкина Ю.А., Ноткина В.О., Слободенюк А.И. Проблемы сохранения экологической безопасности озера Байкал // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения: сб. ст. XXVI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 25 августа 2021 г.). Пенза: Наука и просвещение, 2021. С. 76–79.

REFERENCES

1. Timoshkin O. A., Suturin A. N., Bondarenko N. A., Kulikova N. N., Rozhkova N. A., Sheveleva N. G., et al. Biology of the coastal zone of Lake Baikal. 1. Overview of the current knowledge on the splash zone, first results of interdisciplinary investigations, monitoring as a basic tool in ecological research. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Ecologiya = The bulletin of Irkutsk state university. Series: Biology. Ecology.* 2011;4(4):75-110. (In Russ.).
2. Pride Brown K., Gerber A., Bedulina D., Timofeyev M. A. Human impact and ecosystemic health at Lake Baikal // Wires water. 2021;8(4):1528. https://doi.org/10.1002/wat2.1528.
3. Hertuev V. N., Grigoryeva L. O., Alekseeva I. I. Influence of tourism on ecology of lake Baikal. In: *Zemleustroistvo, kadastr nedvizhimosti i monitoring zemel'nykh resursov: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Land management, real estate cadastre and monitoring of land resources: materials of the International Scientific and Practical Conference.* June 15-17 2020, Ulan-Ude. Ulan-Ude: Buryat State University named after Dorzhi Banzarova; 2020. p. 225-231. (In Russ.).
4. Pellinen V., Cherkashina T., Gustaytis M. Assessment of metal pollution and subsequent ecological risk in the coastal zone of the Olkhon Island, Lake Baikal, Russia. *The science of the total environment*. 2021. Vol. 786. P. 147441. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147441.
5. Verkhozina V. A. Influence of anthropogenic factor on microbial processes of nitrogen circulation. In: *Improvement of regional monitoring of the state of the lake. Baikal: collection of articles*. Leningrad; 1985. p. 66-70. (In Russ.).
6. Anokhin Yu. A., Matveev A. A., Purtova L. Ya. The water area of Lake Baikal. Chapter 2. Analysis, assessment and generalization of information on the state of the environment in the Lake Baikal basin. In: Monitoring the state of Lake Baikal. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1991. p. 74-76. (In Russ.).
7. Sychev M. A., Makarova V. A. Ecological problems of Lake Baikal. *Aktual'nye problemy nauki i praktiki*. 2020:1:37-40. (In Russ.).
8. Gagarinova O. V., Belozertseva I. A., Vorobyova I. B., Vlasova N. V., Emelyanova N. V., Sorokovoi A. A. Anthropogenic Transformations in the Mouth Area of Tributaries as Factors of Negative Impact on Lake Baikal. *Water*. 2021;13(9):1295. https://doi.org/10.3390/w13091295.
9. Babik A. V., Pospelova M. Ya. Analysis of the ecological situation on Olkhon Island. *Gradostroitel'stvo.* In: *Teoriya, praktika, obrazovanie: materialy IV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Urban planning. Theory, practice, education: materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference*. 8 April 2022, Irkutsk. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University; 2022. p. 373-377. (In Russ.).
10. Ivanilova E. A. Analysis of the ecological state in the central zone of the baikal natural territory in the case of Listvyanka village. *Molodezhnyi vestnik IrGTU = ISTU bulletin of youth*. 2019;9(4):55-59. (In Russ.).
11. Zhelonkina D. E., Pospelova M. Ya. How has the ecological situation in the village of Listvyanka changed over the past 5 years. *Gradostroitel'stvo. In: Teoriya, praktika, obrazovanie: materialy IV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Urban planning. Theory, practice, education: materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference*. 8 April 2022, Irkutsk. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University; 2022. p. 377-382. (In Russ.).
12. Gorshkova A. S. Irkutsk scientists have studied the sources of receipt of sanitary-indicative bacteria in the coastal zone of Lake Baikal. *Irkutsk today*. Available from: https://irk.today/2022/04/22/irkutskie-uchenye-izuchili-istochniki-postupleniya-sanitarno-pokazatelnyh-bakteriy-v-pribrezhnuyu-zonu-baykala/ [22th April 2022]. (In Russ.).
13. Kashparova A. I. The reconstruction project of the sewage treatment plants in Listvyanka is planned to be sent for examination in the fall. *Ircity.ru*. Available from: https://ircity.ru/text/ecology/2022/07/28/71523770/ [28th July 2022]. (In Russ.).
14. Sokur A. S., Tymoshenko N. A. Lake Baikal as an object of the UNESCO world heritage. In: *Modernizatsiya Rossiiskogo obshchestva i obrazovaniya: novye ekonomicheskie orientiry, strategii upravleniya, voprosy pravoprimeneniya i podgotovki kadrov: materialy XXI natsional'noi nauchnoi konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem) = Modernization of Russian Society and Education: New Economic Guidelines, Management strategies, law enforcement and training issues: proceedings of the XXI National Scientific Conference (with international participation).* 16-18 April 2020, Taganrog. Taganrog: Taganrog Institute of Management and Economics; 2020. p. 553-555. (In Russ.).
15. Nevinitsyna V. S., Osipkina Yu. A., Notkina V. O., Slobodenyuk A. I. Problems of conservation of environmental safety of lake Baikal. In: *Nauka i innovatsii v XXI veke: aktual'nye voprosy, otkrytiya i dostizheniya: sb. st. XXVI Mezhdunarodnoi nauch-*

no-prakticheskoi konferentsii = Science and Innovation in the XXI century: topical issues, discoveries and achievements: Collection of the XXVI International Scientific and Practical Conference. 25 August 2021, Penza. Penza: Nauka i prosveshchenie; 2021. p. 76-79.

Информация об авторах

Н. Л. Дорофеева,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры механики
и сопротивления материалов,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: dorofeeva@istu.edu
https://orcid.org/0000-0002-2900-6794

А. В. Бабик,
студент,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: alice.b.k@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0003-2274-8813

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 02.09.2022.
Одобрена после рецензирования 21.09.2022.
Принята к публикации 22.09.2022.

Information about the authors

Natalia L. Dorofeeva,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Mechanics and Strength of Materials,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: dorofeeva@istu.edu
https://orcid.org/0000-0002-2900-6794

Alisa V. Babik,
Student,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: alice.b.k@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0003-2274-8813

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and ap-proved by all the co-authors.

Information about the article

The article was submitted 02.09.2022.
Approved after reviewing 21.09.2022.
Accepted for publication 22.09.2022.