

## ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 574.5, 571.121

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.004

### ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ХАДАТА-ЮГАН-ЛОР

*Александр Сергеевич Красненко<sup>1</sup>, Александр Сергеевич  
Печкин<sup>2</sup>, Роман Александрович Колесников<sup>3</sup>, Елена  
Владимировна Шинкарук<sup>4</sup>, Руслан Михайлович Ильясов<sup>5</sup>*

*<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия*

*<sup>1</sup>aleks-krasnrrnko@yandex.ru*

*<sup>2</sup>a.pechkin.ncia@gmail.com*

*<sup>3</sup>roman387@mail.ru*

*<sup>4</sup>elena1608197@mail.ru*

*<sup>5</sup>frandly@mail.ru*

**Аннотация.** В работе представлены результаты оценки современного состояния озера Большое Хадата-Юган-Лор. В статье рассматриваются основные гидролого-гидрохимические и гидробиологические (макрозообентос) характеристики озера и их изменение за период с 2001 по 2022 год. Установлено, что озеро не испытывает значительной антропогенной нагрузки, в водоеме концентрация основных загрязнителей ниже предела обнаружения. При этом озеро и его прибрежная территория используется в рекреационных целях как жителями Ямало-Ненецкого автономного округа, так и туристами из других регионов. Озеро олиготрофного типа. Фиксируется высокое содержание кислорода в воде. За последние 20 лет численность и биомасса донных беспозвоночных существенно не изменились.  
**Ключевые слова:** гидрохимия, гидробиология, поверхностные воды, Арктика, макрозообентос, озеро Большое Хадата-Юган-Лор, Полярный Урал.

**Цитирование:** Красненко А.С., Печкин А.С., Колесников Р.А., Шинкарук Е.В., Ильясов Р.М., Гидролого-гидробиологическая характеристика озера Большое Хадата-Юган-Лор // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 56–70, doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.004

Original article

## HYDROLOGICAL-HYDROCHEMICAL AND HYDROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LAKE BIG KHADATA- YUGAN-LOR

*Aleksandr S. Krasnenko*<sup>1</sup>, *Aleksandr S. Pechkin*<sup>2</sup>,  
*Ruslan M. Ilyasov*<sup>3</sup>, *Elena Shinkaruk*<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>Arctic Research Center, Salekhard, Russia

<sup>1</sup>*aleks-krasnrrnko@yandex.ru*

<sup>2</sup>*a.pechkin.ncia@gmail.com*

<sup>3</sup>*roman387@mail.ru*

<sup>4</sup>*elena1608197@mail.ru*

<sup>5</sup>*frandly@mail.ru*

**Abstract.** The work presents the results of an assessment of the current state of Lake Big Khadata- Yugan-Lor. The article discusses the main hydrological, hydrochemical and hydrobiological (macrozobentos) characteristics of the lake and their change for the period from 2001 to 2022. It was established that the lake does not experience significant anthropogenic load, in the reservoir the concentration of the main pollutants below the detection limit. At the same time, the lake and its coastal territory are used for recreational purposes both by residents of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug and tourists from other regions. Oligotroph Lake. The high oxygen content in water is fixed. Over the past 20 years, the number and biomass of the bottom invertebrates have not changed significantly.

**Keywords:** hydrochemistry, hydrobiology, surface water, Arctic, macrozobentos, Lake Big Khadata- Yugan-Lor, Polar Urals.

**Citation:** Krasnenko A.S., Pechkin A.S., Kolesnikov R.A., Shinkaruk E.V., Ilyasov R.M., hydrological and hydrogenological characteristics of Lake Big Khadata-Yugan-Lor // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug. 2023. (118). No. 1. S. 56–70, doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.004

### *Введение*

На территории восточного макросклона Полярного Урала насчитывается 1259 озер. Распространены каровые, моренные и плотинные озера. Последние сформированы в троговых долинах в результате подпруживания рек мореной или конусами выноса. Тектоническое происхождение имеют озера Большое и Малое Щучье. В долинах рек встречаются пойменные озера. Термокарстовые озера приурочены к местам протаивания и проседания грунта заболоченных днищ трогов.

Питание озер происходит за счет талых и дождевых вод. В течение года уровни воды в озерах существенно колеблются. Площадь зеркала воды большинства озер обычно не более 2 км<sup>2</sup>. Наиболее крупными озерами восточного макросклона Полярного Урала являются Большое Щучье (площадь 11,74 км<sup>2</sup>), Малое Щучье, Большое и Малое Хадата-Юган-Лор. Они находятся на территории природного парка «Ингилор». Большое и Малое Щучье входят в заповедную зону, Большое и Малое Хадата-Юган-Лор в природоохранную. [Ковешников 2019, Агбалян 2017 и др.]

В настоящее время озеро Большое Хадата-Юган-Лор активно используется в качестве мест «дикого» туризма. Несмотря на его включение в состав природного парка и на возрастающую туристическую нагрузку, гидролого-гидрохимических и гидробиологических исследований озера практически не было. Изучение этих характеристик озера является важной задачей как в научном, так и практическом отношении. Цель настоящей работы – оценка современного состояния озера Большое Хадата-Юган-Лор, изучение его гидролого-гидрохимических и гидробиологических особенностей.

### *Материалы и методы*

Озеро Большое Хадата-Юган-Лор расположено в северной части Полярного Урала, занимает дно троговой долины на высоте 214,5 м. Питается тальми водами снежников и ледников, а также стоком из озера Малое Хадата-Юган-Лор. Площадь водосбора – 127 км<sup>2</sup>, по удельному водосбору водоем относится к озеру со средним удельным водосбором – 49,6.

В территориально-административном отношении озеро находится в Приуральском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. Оно расположено на расстоянии 122 км на север северо-запад от г. Салехард и в 83,4 км на восток от г. Воркута (рисунок 1).

Гидролого-гидрохимические и гидробиологические исследования озера Большое Хадата-Юган-Лор выполнены в рамках проекта «Современные климатические изменения и их влияние на ландшафтную структуру

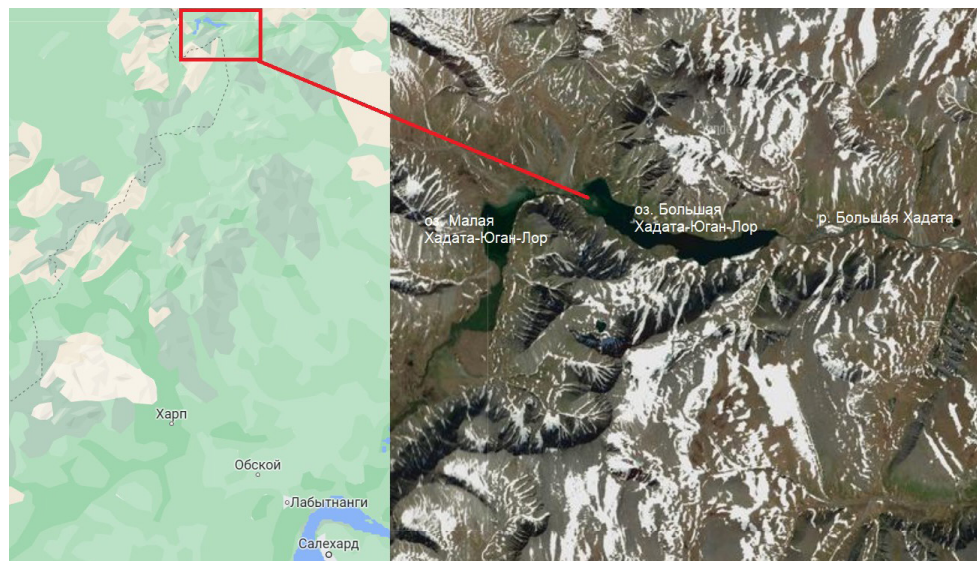


Рис. 1. Схема расположения озера Большая Хадата-Юган-Лор

Ямало-Ненецкого автономного округа» реализуемого при организационной поддержке Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа.

Полевые работы осуществлялись в третьей декаде июля 2022 года. Пробы воды и донных отложений были отобраны в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59024-2020 «Национальный стандарт Российской Федерации. Вода. Общие требования к отбору проб». Пробы воды отбирались с помощью батометра Нискина. Отбор проб донных отложений выполнен дночерпателем Петерсена. Пробы отбирались на участках пяти створов расположенных в краевых и центральной частях озера Большое Хадата-Юган-Лор (рисунок 1). Отбор водных проб, а также измерения температуры воды проведены на глубинах 20, 10 и 0,1 метров.

В полевых условиях проводилось определение растворенного кислорода, удельной электропроводности (УЭП), водородного показателя (рН). Определение содержания растворенного кислорода выполнялось с помощью кислородомера АНИОН 7040, температуру воды, УЭП и рН измеряли многопараметровым анализатором HI98129.

В химико-аналитической лаборатории ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» были проведены следующие анализы: определение водородного показателя рН методом прямой потенциометрии иономером лабораторным «И-160МИ»; удельной электропроводности (УЭП) при температуре 20 °С кондуктометрическим методом на лабораторном рН-метре «АНИОН 4100»; содержание хлоридов, веществ аммонийной группы, фосфатов, сульфатов выполнено с помощью спектрофотометра ПромЭкоЛаб ПЭ-5400УФ; определение концентрации нефтепродуктов,

фенолов, анионов активно-поверхностных веществ (АПВ) выполнено флуориметрическим методом на анализаторе жидкости люминесцентно-фотометрическом «Флюорат-02-5М»; количество сухого остатка и взвешенного вещества определено гравиметрическим методом; жесткость воды и перманганатная окисляемость – титриметрическим методом. Дана характеристика цветности и мутности воды. Проведение анализов химического состава вод и обработка результатов осуществлялись по стандартным методикам при постоянном внутрилабораторном контроле. Полученные результаты сравнивали со значениями ПДК водных объектов рыбохозяйственного назначения [Нормативы..., 2016].

Бентосные пробы собирали в преобладающих биотопах. На мягких грунтах использовали дночерпатель Петерсена, на песках и в зарослях – сачок-промывалку с капроновым газом № 23 (размер ячеек 350 мкм). Пробы фиксировали 95%-м этиловым спиртом. Камеральная обработка проведена стандартными методами с использованием микроскопов МБС-10 ЛОМО с фотонасадками. Организмы, собранные в 2022 году, определены Красненко А.С., таксономическую идентификацию зообентоса проводили с использованием общепринятых определителей.

Для сравнения видовых составов водоёма использовался коэффициент Жаккара в модификации Л.И. Малышева ( $K_{j-m}$ ):

$$K_{j-m} = \frac{3c - (a + b)}{(a + b) - c}$$

где,  $a$  – число видов в одном водоеме;  $b$  – число видов в другом водоеме;  $c$  – число видов, общих для двух водоемов. Пределы  $K_{j-m}$  от +1 до –1, при  $K_m < 0$  отмечается различие, а при  $K_{jm} > 0$  – сходство родовых и видовых составов сравниваемых водоемов.

Для сравнения фаун применялся индекс общности фаун Чекановского – Соренсена ( $I_{cs}$ ):

$$I_{sc} = \frac{2n * 100}{N_1 + N_2}$$

где,  $n$  – количество видов, общих для обоих сравниваемых водоемов;  $N_1 + N_2$  – общее количество видов в первом и втором сравниваемых водоемах. Индекс общности фаун Чекановского – Соренсена выражается в процентах и показывает количество видов общих для двух водоемов.

Измерение глубин озера проводилось при помощи эхолота-картплоттера Garmin Echomap PLUS 62cv. Батиметрическая карта составлена по материалам промеров, проведенных с 19 по 28 июля 2022 г. Плотность промерных точек составляет 2400 на 1 км<sup>2</sup>. Полученные данные обрабатывались в программе Microsoft Excel, а сами карты были построены с помощью геоинформационной системы QGIS.

*Результаты и обсуждение*

Сравнительный анализ полученных в 2022 году данных с литературными данными 2004 года показывает, что существенно морфометрические характеристики водного объекта за 18 лет не изменились (таблица 1). Озеро имеет вытянутую с севера-запада на восток форму, длина составляет 5,06 км, ширина изменяется от 322 м до 936 м, площадь зеркала воды 2,56 км<sup>2</sup>. Средняя глубина составляет 5,5 м. Максимальная глубина – 26 м. Показатель емкости озера – 0,21. Коэффициент глубинности – 4,02. По показателю открытости относится к умеренно открытым – коэффициент открытости 0,4. Береговая линия сильноизрезанная – коэффициент изрезанности 2,2.

Таблица 1. Морфометрическая характеристика озера Большое Хадата-Юган-Лор

Морфометрические характеристики	Значения 2004 года [Богданов, 2004]	Значения 2022 года
Площадь водного зеркала, км <sup>2</sup>	2,61	2,56
Длина озера, км	5,46	5,06
Максимальная ширина, м	800	936
Средняя ширина, м	478	468
Максимальная глубина, м	18,5	26
Средняя глубина, м	5,5	6
Коэффициент емкости озера	-	0,21

Рельеф дна достаточно сложен. В северо-западной части преобладают глубины 2-3 м, реже 6-7 м, при этом на севере этой части озера наблюдается участок с наибольшей глубиной в озере – 26 м. В центральной части озера глубины достигают 10-12 м.

Область наибольших глубин представляет собой незначительные по площади впадины, расположенные у северного и южного берега в восточной части озера. У южного берега глубина достигает 12-13 м, максимальная глубина 24 м, а у северного глубины около 20 м. При максимальной глубине на втором створе 26 м (рисунки 2 и 3).

Дно озера покрыто значительными участками крупнообломочного материала (береговая зона центральной и восточной части озера). Дно мелководной части озера представлено заиленным песком. Берега озера каменистые.

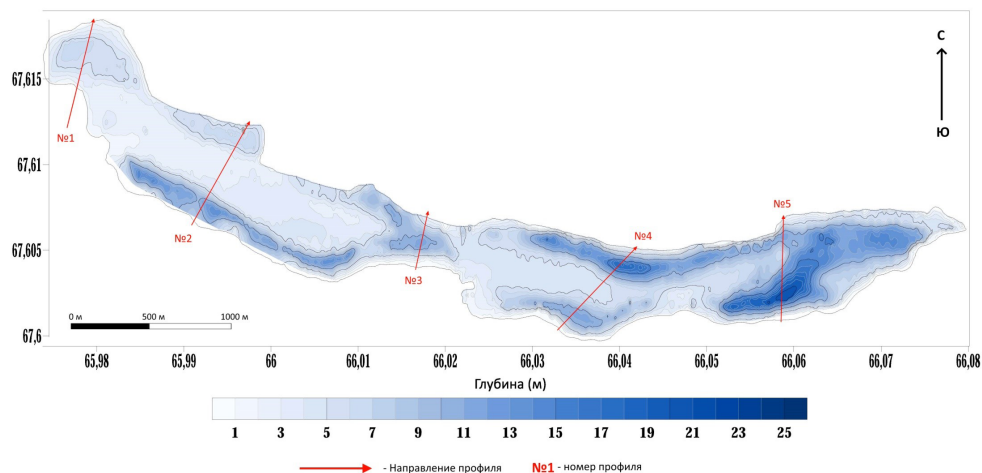


Рис. 2. Карта глубин и направление профилей озера Большое Хадата-Юган-Лор

Прозрачность воды колеблется в зависимости от стока впадающих в озеро ледниковых ручьев, несущих большое количество тонкоизмельченных минеральных частиц и медленно оседающих продуктов ледниковой эрозии. В июле прозрачность достигает 4,4 м, а в августе, когда сток ледниковых ручьев уменьшается, — до 7 м. Цвет воды зеленый.

В верхних слоях водной толщи содержание кислорода превышает 90%. Расчет степени насыщения воды кислородом с глубиной существенно не изменяется и в среднем составляет около 80%. Концентрация растворенного кислорода и степень насыщения им воды имеют повышенные значения за счет отсутствия в водоеме процессов эвтрофикации. Озеро относится к олиготрофному типу водоемов. За счет своего расположения в центре гористой местности у водоема хорошая аэрация. В летнее время значительное количество кислорода поступает с талыми водами и за счет дождевых осадков, а также в результате его привноса с водой, поступающей с ближайших снежников и ледника ИГАН.

Температура воды поверхностном слое в течение дня существенно не изменяется от 10,5°C до 15°C и в среднем составляла около 13°C. Показатель кислотности pH воды варьирует от 6,9 до 7,2. Среднее значение УЭП составляет  $18,7 \pm 5,6$  мкСм/см. Однако стоит отметить, что максимальное значение — 29,9 мкСм/см выявили в створе № 5. Вероятно, что высокое значение УЭП в этом створе обусловлено привносом мелкодисперсного материала (ледниковая мука) с водами ручья, текущего с ледника ИГАН, что повышает минерализацию озера в этом месте (таблица 2).

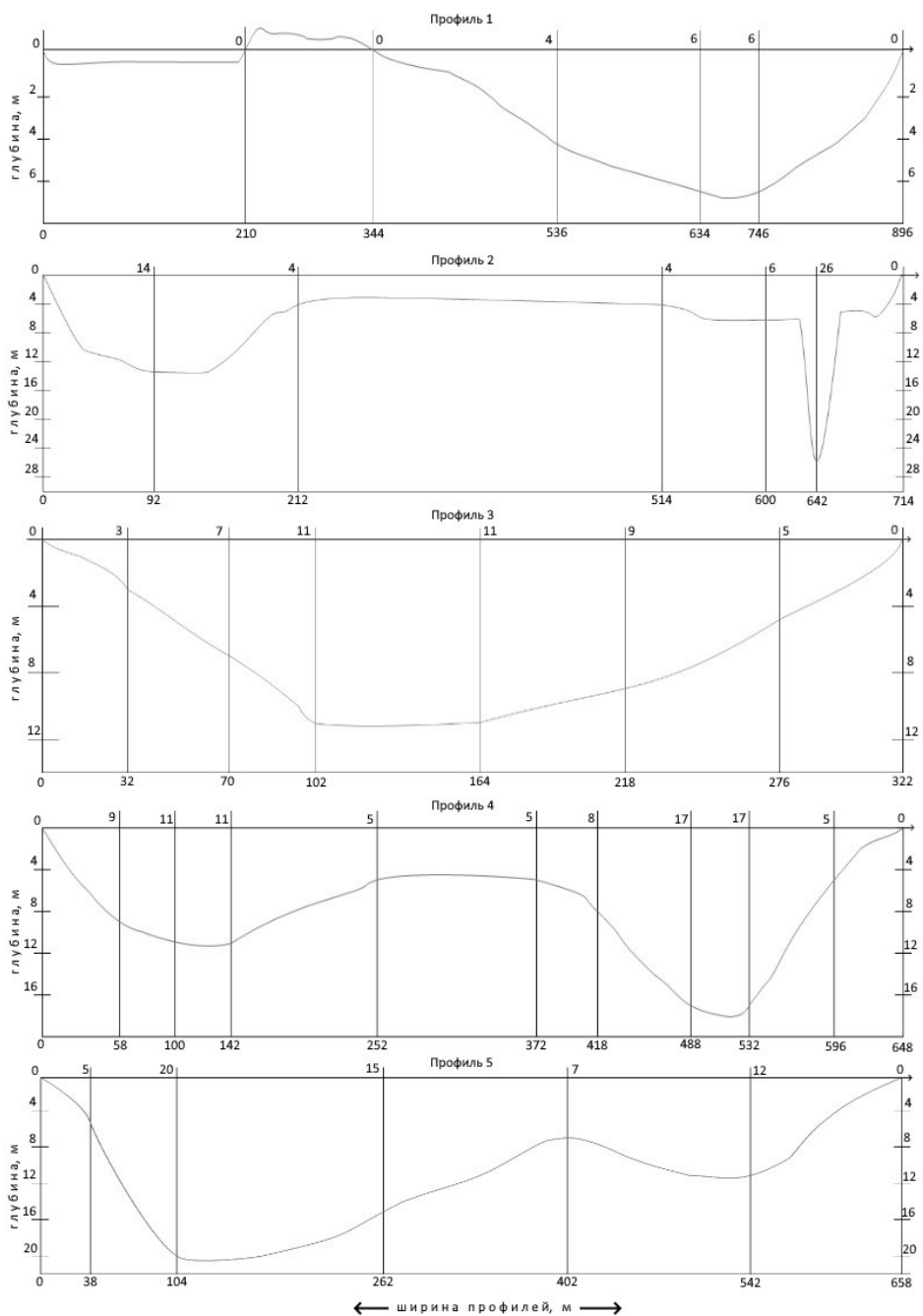


Рис. 3. Профили створов озера Большое Хадата-Юган-Лор



Таблица 2. Гидрохимические показатели оз. Большое Хадата-Юган-Лор

Показатели	Створ № 1	Створ № 2	Створ № 3	Створ № 4	Створ № 5
УЭП, мкСм/см	15,6±0,3	15,4±0,3	16,2±0,3	16,5±0,3	29,9±0,6
рН, ед. рН	6,9±0,2	7,1±0,2	7,0±0,2	7,0±0,2	7,2±0,2
Цветность, градусы цветности	1±0	1±0	Менее 0,1	Менее 0,1	28±6
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,58	Менее 0,58	Менее 0,58	Менее 0,58	Более 8,7 (20)
Прозрачность, см	Более 40	Более 40	Более 40	Более 40	28,0±0,3
Гидрокарбонаты, мг/дм <sup>3</sup>	8±2	9±2	10±2	10±2	16±3
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	12±2	12±2	13±2	11±2	18±3

По результатам лабораторных исследований выявлено, что вода во всех створах не содержит загрязняющих веществ и относится к категории «чистая». В пробах воды не обнаружено концентраций нефтепродуктов и АПАВ, которые являются основными антропогенными загрязнителями. В створе № 5 наблюдается несколько более высокое по сравнению с другими пробами содержание железа (0,29 мг/дм<sup>3</sup>). По данному показателю в створе № 5 есть превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов (2,9 ПДК). Также в этом створе выше показатель минерализации. Высокие показатели по содержанию железа и минерализации характерны для данной территории, и чаще всего превышения ПДК в условиях отсутствия производственных объектов связаны с природным фактором. По химическому составу вода относится к гидрокарбонатному классу со слабой минерализацией (таблица 3).

Таблица 3. Элементный состав оз. Большое Хадата-Юган-Лор

Показатели	Створ № 1	Створ № 2	Створ № 3	Створ № 4	Створ № 5	ПДК*
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	ниже предела обнаружения					0,05
Ионы аммония, мг/дм <sup>3</sup>	0,141±0,042	0,145±0,043	0,137±0,041	0,139±0,042	0,284±0,057	0,5
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,003	Менее 0,003	Менее 0,003	Менее 0,003	0,022±0,011	0,08
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	0,105±0,032	40
Фосфат-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	0,055±0,009	0,05

Продолжение таблицы 3

Показатели	Створ № 1	Створ № 2	Створ № 3	Створ № 4	Створ № 5	ПДК*
Перманганатная окисляемость, мг/дм <sup>3</sup>	2,55±0,25	2,71±0,27	2,79±0,28	2,75±0,27	3,27±0,33	не норм.
Взвешенное вещество, мг/дм <sup>3</sup>	0,65±0,14	0,75±0,17	1,0±0,2	1,3±0,2	21±3	не норм.
Жесткость, °ж	0,10±0,05	0,13±0,05	0,16±0,05	0,19±0,05	0,18±0,05	12
АПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	Ниже предела обнаружения					0,1
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,156±0,031	0,152±0,030	0,151±0,030	0,145±0,029	0,29±0,06	0,1
Кальций, мг/дм <sup>3</sup>	5,1±0,8	5,9±0,9	5,9±0,9	5,7±0,9	6,7±1,0	180
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 2	Менее 2	Менее 2	Менее 2	4,4±0,8	100
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	0,48±0,20	0,58±0,21	0,58±0,21	0,58±0,21	0,58±0,21	300

\*Приказ № 552 Минсельхоза РФ от 13.12.2016 «Водные объекты рыбохозяйственного назначения ПДК».

Донные беспозвоночные животные составляют неотъемлемую часть биоценозов пресных водоемов. Они играют важную роль в процессах трансформации веществ и энергии как внутри водных экосистем, так и между ними и наземными экосистемами. Участвуя в создании качественного и количественного разнообразия водной биоты, организмы зообентоса являются важными компонентами в питании ценных промысловых видов рыб. Состав донного населения водоемов относительно постоянен, пока находится в условиях, в которых сформировался. При изменении условий из него выпадают целые группы беспозвоночных животных и происходят изменения таксономического состава зообентоценозов [Баканов, 2000].

Инвентаризация фауны и флоры водоемов Полярного Урала, не подверженных в настоящее время усиленной антропогенной нагрузке, дает ценный материал для решения вопросов биогеографии этого региона, лежащего на стыке Европы и Азии, служит для общего познания структуры и динамики естественных биоценозов горных водоемов. Наряду с другими компонентами водных экосистем донная фауна водоемов и водотоков данного региона практически не изучена [Лешко, Гурович, 1993; Миронова, Покровская, 1964; Степанов, 2002].

В зообентосе исследованного озера (2001 год) найдено 24 вида и формы, относящихся к 12 систематическим группам беспозвоночных животных. Наибольшее видовое разнообразие отмечено среди личинок амфибиотических насекомых – 83,3% от общего числа видов. Группа хирономид

включала 13 видов и форм. Олигохеты представлены 2 таксонами. Численность и биомасса бентоса варьировали от 214 до 572 экз./м<sup>2</sup> и от 1,39 до 5,70 г/м<sup>2</sup> соответственно. Основу численности и биомассы донных зооценозов составляли в основном личинки хирономид и олигохеты. Наибольшую роль в биомассе бентоса играли личинки ручейников (*Anisogamodes flavipunctatus*) и комаров-долгоножек (*Tipulidae*). В составе хирономид доминировали личинки подсемейств *Orthoclaadiinae* и *Diamesinae* – 51,9% от численности всех хирономид (таблица 4).

Таблица 4. Таксономический состав и показатели развития макрозообентоса озера Большое Хадата-Юган-Лор в 2001 г. [Степанов, 2002] и в 2022 г.

Таксон	2001			2022		
	число видов	численность (экз./м)	биомасса (г/м)	число видов	численность (экз./м)	биомасса (г/м)
Nematoda	+	-	-	+	-	-
Oligochaeta	2	28,9	1,5	1	19,1	0,8
Mollusca	2	-	-	1	-	-
Amphipoda	1	-	-	-	-	-
Ostracoda	+	-	-	-	-	-
Hidracnellae	1	-	-	1	-	-
Plecoptera	+	1,7	0,5	+	1,1	0,1
Coleoptera	1			-	-	-
Trichoptera	2	16,2	48,0	2	17,2	49,3
Tipulidae	1	6,6	44,3	-	-	-
Limoniidae	1	21,7	4,1	1	20,1	3,6
Chironomidae	13	21,4	1,5	11	24,1	1,9
Прочие		3,5	0,1		1,5	-0,1
Число видов	24	346	4,96	20	265	4,82
Число групп	12			8		

По результатам наблюдений в 2022 году, зообентос озера претерпел некоторые изменения (возможно, это связано с погодными условиями отбора проб в литорали водоема). Нами было зарегистрировано только 20 видов и форм, относящихся к 9 систематическим группам беспозвоночных животных. Наибольшее видовое разнообразие отмечено среди личинок амфибиотических насекомых (около 80% от общего числа видов). Группа хирономид включает 11 видов и форм. Олигохеты представлены 1 таксоном. Численность и биомасса бентоса варьировали от 128 до 315 экз./м<sup>2</sup> и от 1,9 до 6,81 г/м<sup>2</sup> соответственно. Основу численности и биомассы донных зооценозов составляли в основном личинки хирономид и олигохеты. Большую роль в составе бентоса (в районе протоки из озера Малое Хадата-Юган-Лор) играли личинки ручейников (*Anisogamodes*

flavipunctatus). В составе хирономид также доминировали личинки подсемейств Orthocladiinae и Diamesinae – 49,1% от численности всех хирономид (таблица 4). По величине биомассы (4,96 г/м в 2001-м и 4,82 г/м в 2022-м) озеро можно отнести к водоемам с умеренным уровнем развития зообентоса [Китаев, 1984].

При сравнении таксономического состава донных беспозвоночных 2001-го и 2022 годов различия практически отсутствуют, сходство видового состава по коэффициенту Жакара-Малышева составляет 0,91, Индекс общности фаун Чекановского-Соренсена равен 96,5%. Все это говорит о стабильном развитии зооценоза и отсутствии сильных изменений в биоте озера за последние 20 лет.

### *Заключение*

Озерные воды гидрокарбонатного класса, очень слабо минерализованные, бедны органическим веществом. Низкий уровень окислительно-восстановительных процессов выражен в почти равномерном распределении кислорода во всей толще воды. Содержание его летом превышает 90%.

Для гидрохимического состава воды озера характерно отсутствие основных антропогенных загрязнителей. Содержание нефтепродуктов и АПАВ ниже предела обнаружения. Воды относятся к категории «чистые». Озеро относится к олиготрофному типу водоемов, процессы эвтрофикации в водоеме не идут.

По результатам наблюдений в 2022 году было зарегистрировано 20 видов и форм, относящихся к 9 систематическим группам беспозвоночных животных. Таксономический состав, численность и биомасса донных беспозвоночных за период с 2001-го по 2022 годы изменилась незначительно, что говорит о стабильном развитии зооценоза. По величине биомассы (4,96 г/м в 2001-м и 4,82 г/м в 2022-м) озеро можно отнести к водоемам с умеренным уровнем развития зообентоса.

### *Список источников*

1. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор)// Биология внутренних вод, 2000. 11& 1. С. 68-82.
2. Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Гаврилов А.Л., Мельвиченко И.П., Степанов Л.Н., Ярушина М.И. Биоресурсы водных экосистем Полярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. ISBN 5-7691-1534-3.
3. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. Л.: Наука, 1984. 207 с.

4. Лешко Ю.В., Гурович Э.В. Бентос водоемов тундры вдоль трассы Ямал-Центр // Газопровод Ямал-Центр: прогноз изменений и приемы восстановления природной среды. Сыктывкар, 1993. С. 60-69.
5. Миронова Н.Я., Покровская Т.Н. Лимнологическая характеристика некоторых озер Полярного Урала// Накопления вещества в озерах. М., 1964. – С. 102-134.
6. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приложение к Приказу Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552.
7. Степанов Л. Н. Зообентос водоемов Полярного Урала// Биологические ресурсы Полярного Урала. Салехард, 2002. С. 60- 63 (Науч. вести. Вып. 10).
8. Красненко А.С. Сообщество донных беспозвоночных как возможный индикатор климатических изменений в Арктике / А.С. Красненко // Связь климатических изменений с изменениями биологического и ландшафтного разнообразия Арктики и Субарктики : Тезисы докладов международного симпозиума, Салехард, 02–03 декабря 2021 года / Отв. редактор А.Ю. Левых, ред. перевода Н.В. Ганжерли. – Ишим: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет» в г. Ишиме, 2022. – С. 34.
9. Мониторинг водных объектов в Ямало-Ненецком автономном округе / Р.А. Колесников, Н.В. Юркевич, А.С. Печкин [и др.] // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием. В 3 томах, Барнаул, 29 августа – 03 сентября 2022 года. Том 3. – Барнаул: ООО «Пять плюс», 2022. – С. 229-236.
10. Ковешников М.И. Таксономический состав и пространственное распределение зообентоса в озере Большое Щучье (Полярный Урал) / М.И. Ковешников, Е.Н. Крылова, А. С. Красненко // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2019. – № 3 (104). – С. 10-16.
11. Экспедиционные работы сектора экологических и биологических исследований ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» за 2016 год / Е.В. Агбалян, А.С. Красненко, В.О. Кобелев [и др.] // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2017. – № 2 (95). – С. 4-7.

---

*Сведения об авторах*

---

**Красненко Александр Сергеевич**, 1981 г.р., в 2003-м окончил Ишимский государственный педагогический институт им. П.П. Ершова (в настоящее время ТюмГУ) по специальности «учитель биологии» с дополнительной специальностью «география». В 2011 году защитил диссертацию по специальности «зоология». С 2015 года работает в «Научном центре изучения Арктики» (г. Салехард, Россия). Старший научный сотрудник сектора охраны окружающей среды. Область научных интересов: гиробиология, функционирование водных экосистем, донные беспозвоночные, биоиндикация.

**Печкин Александр Сергеевич**, 1990 г.р., окончил Саратовский государственный университет по специальности «эколог-природопользователь» в 2013 году. С 2015 года работает в «Научном центре изучения Арктики» (г. Салехард, Россия). Научный сотрудник. Область научных интересов: геоэкология, экология почв, пожары, гидрология, гидрохимия, геоботаника, снежный покров, ДЗЗ, ГИС, спектрометрирование ландшафтов.

**Колесников Роман Александрович**, специалист в области охраны окружающей среды, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник сектора геоэкологии ГАУ 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, ландшафтоведение, почвоведение и география почв, палеоэкология и экологическое прогнозирование, рекреационное природопользование, экономическая география.

**Шинкарук Елена Владимировна**, заведующий химико-аналитической лабораторией ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Автор и соавтор более 70 научных публикаций. Область научных интересов: охрана окружающей среды и рациональное природопользование, генетика, экология, экологическое волонтерство, просвещение школьников по вопросам охраны окружающей среды.

**Ильясов Руслан Михайлович**, научный сотрудник сектора геоэкологии ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Автор и соавтор более 40 научных публикаций. ГИС-специалист и картограф. Ключевые научные работы посвящены методам применения технологий БПЛА. Сфера научных интересов: экология, картография, ДЗЗ, ГИС и охрана окружающей среды.

***Участие авторов***

---

Красненко А.С. – сбор, определение, анализ материала, работа с текстом.

Печкин А.С. – сбор и первичная обработка материала, работа с текстом.

Колесников Р.А. – работа с картографическим материалом, работа с текстом.

Шинкарук Е.В. – химический анализ и обработка материала, работа с текстом.

Ильясов Р.М. – работа с картографическим материалом, работа с текстом.

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

Статья поступила в редакцию 20.02.2023 г., принята к публикации 31.03.2023 г.

The article was submitted on February 20, 2023, accepted for publication on March 31, 2023.