

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЙМЕННОГО ОЗЕРА ХОЛУНОВО ПО ХИМИЧЕСКИМ И БИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

© 2023 Т.И. Кутявина¹, Л.В. Кондакова^{1,2}, Е.В. Дабах^{1,2}

¹ Вятский государственный университет, г. Киров (Россия)

² Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар (Россия)

Поступила 14.03.2023

Аннотация. Озеро Холуново (Кировская область, Россия) является памятником природы регионального значения, находится в пойме реки Вятки, самой крупной реки региона, в окрестностях административного центра области – г. Кирова. В летний сезон 2022 года проведено маршрутное обследование озера, выполнены физико-химический анализ проб воды, биотестирование и изучение фитопланктона. Отмечено, что по гидрохимическим показателям вода в озере Холуново относится к группе слабо-загрязнённых вод. С глубиной в озере увеличивается концентрация аммонийного азота, снижается содержание растворённого в воде кислорода и значение рН. Эти факторы оказывают влияние на токсикологические свойства воды. На глубине 2,5 м и в придонном слое вода в озере является токсичной для тест-организмов *Paramecium caudatum* и *Escherichia coli*. Видовой состав альгоцианофлоры пойменного озера Холуново отражает экологическое состояние водоёма. Для фитопланктона озера характерно доминирование зелёных водорослей, индикаторов слабого загрязнения вод, преобладание видов бета-мезосапробионтов. Так как озеро используется только для рекреации и рыболовства, предложено рассматривать данный водоём в качестве фона при изучении аналогичных озёр в долине реки Вятки, испытывающих техногенную нагрузку.
Ключевые слова: пойменное озеро, гидрохимический анализ, гидробионт, токсичность, фитопланктон, сапробность.

Введение

Озеро Холуново является частью государственного памятника природы регионального значения «Комплекс пойменных озёр Холуново, Кривель, Черное» (согласно Постановлению правительства Кировской области от 05.11.2019 № 574-П), созданного в целях сохранения в естественном состоянии пойменных биогеоценозов, старичных озёр в пойме реки Вятки, находящихся на разной стадии зарастания, являющихся местом обитания (гнездования) или временного пребывания в период весенних и осенних миграций редких видов птиц, в том числе занесённых в Красную

книгу Кировской области (Постановление правительства Кировской области от 28.07.2020 №404-п). На акватории озера Холуново отмечены 2 типа местообитаний общеевропейского значения, находящихся под угрозой: 1) Frogbit *Hydrocharis morsus-ranae* rafts / Водокрасовые (*Hydrocharis morsus-ranae*) ковры – свойственные Палеарктике сообщества со значительным участием *Hydrocharis morsus-ranae*, свободно плавающие на поверхности водоёмов; 2) Floating *Stratiotes aloides* rafts / Телорезовые (*Stratiotes aloides*) ковры – свойственные Палеарктике сообщества *Stratiotes aloides*, свободно плавающего на поверхности водоёмов (Егорова, Егошина, 2020). Для составления экологической характеристики указанных местообитаний необходимы актуальные данные о гидрохимии и составе фитопланктона озера Холуново.

Озеро Холуново расположено в пойме правого берега р. Вятки ниже посёлка Сидоровка. Это самое большое пойменное озеро в окрестностях г. Кирова – административного центра Кировской

Кутявина Татьяна Игоревна, старший научный сотрудник, кандидат биол. наук, kutyavinati@gmail.com; Кондакова Любовь Владимировна, профессор, старший научный сотрудник, доктор биол. наук, профессор, kondakova.alga@gmail.com; Дабах Елена Валентиновна, старший научный сотрудник, кандидат биол. наук, доцент, ecolab2@gmail.com

области. Озеро имеет серповидную форму. Длина водоёма составляет 4,0 км, средняя ширина 0,16 км, максимальная – 0,3 км, глубина – до 3 м. В настоящее время озеро Холуново используется для рекреации и рыболовства и практически не испытывает техногенной нагрузки. Это позволяет рассматривать данный водоём в качестве фонового объекта при изучении и оценке состояния аналогичных пойменных озёр, расположенных вблизи г. Кирова и испытывающих техногенную нагрузку.

Цель данного исследования – оценить экологическое состояние озера Холуново по результатам гидрохимического и биологического анализов.

Материалы и методы

В летний сезон 2022 г. было проведено обследование озера, отбор проб воды для химического анализа и биотестирования, а также изучения видового состава фитопланктона. Пробы воды из озера Холуново отбирали в одном створе, расположенном в центральной части озера, с поверхности (глубина 0–0,05 м), с глубины 2,5 м (условно срединного слоя) и из придонного слоя (глубина 2,85 м).

Физико-химический анализ проб воды проводили в аккредитованной лаборатории Вятского государственного университета по аттестованным методикам измерения. В ходе выполнения работ определяли общие и суммарные показатели качества природных поверхностных вод: органолептические показатели (запах, цветность, мутность), водородный показатель (рН), растворённый кислород, химическое потребление кислорода (ХПК), перманганатную окисляемость (ПО), общую минерализацию, минеральные соединения азота и фосфора, основные катионы (кальций, магний, натрий) и анионы (хлориды, сульфаты). Результаты гидрохимического анализа позволяют оценить трофическое состояние водного объекта и его пригодность для заселения различными гидробионтами.

Экотоксикологический анализ воды проводили с использованием трёх тест-объектов разных тро-

фических групп. В биотесте с использованием низших ракообразных *Daphnia magna* Straus (дафний) оценивали гибель особей за 4 суток эксперимента, в биотесте с использованием простейших *Paramecium caudatum* Ehrenberg (инфузорий) – хемотаксическую реакцию, в биотесте с использованием бактерий (люминесцентный штамм *Escherichia coli*, используемый в тест-системе «Эколюм») – биолуминесценцию. Определение острой токсичности проводили в соответствии с аттестованными методиками измерений: ФР.1.39.2007.03222, ФР.1.39.2015.19242, ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04. Экоотоксикологический анализ позволяет оценить, насколько безопасно использование воды из водоёма для живых организмов, в том числе для человека.

Кроме химического и токсикологического анализов проводили также альгологический анализ. Данные этого анализа позволяют оценить сапробность водоема, то есть степень его загрязнённости органическими веществами. Пробы воды объёмом 0,5 дм³, отобранные для изучения фитопланктона, сразу после отбора фиксировали 2 мл 40% раствора формалина и отправляли в лабораторию для отстаивания и последующего анализа. Определение видов фитопланктона проводили по отечественным и зарубежным определителям с помощью лабораторного микроскопа Микмед-6 вариант 7.

Результаты и обсуждение

Согласно результатам гидрохимического анализа, вода в озере Холуново относится к группе нейтральных вод (рН от 6,5 до 7,4), является ультрапресной (минерализация составляет на поверхности 76, у дна – 111 мг/дм³). Содержание азота, калия, натрия, магния, кальция, а также хлорид и сульфат-ионов в воде озера Холуново увеличивается с глубиной (табл. 1). Наибольший рост концентраций отмечен нами для ионов аммония, что может быть связано с развитием процессов разложения азотсодержащих органических веществ, находящихся в донных отложениях озера Холуново.

Таблица 1

Концентрации неорганических ионов в пробах воды из озера Холуново в 2022 году (мг/дм³)
Concentrations of inorganic ions in water samples from Lake Kholunovo in 2022 (mg/dm³)

Глубина отбора, м	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
0–0,05	0,81±0,28	1,1±0,17	3,9±0,6	3,4±0,7	16,3±1,6	0,27±0,04	1,05±0,11	1,36±0,14
2,5	7,6±1,6	2,6±0,5	6,7±1,3	5,9±1,2	28,3±2,8	2,5±0,4	2,1±0,3	4,4±0,4
2,85 (придонная проба)	17,9±3,8	3,2±0,6	7,8±1,6	7,7±1,5	28,0±2,8	2,9±0,4	2,1±0,3	3,9±0,4

Примечание: содержание PO₄³⁻ во всех пробах было ниже предела обнаружения методом ионной жидкостной хроматографии.

Содержание органических веществ, определяемое по величине значений ХПК и ПО, невысокое, в поверхностном, срединном и придонном слоях воды озера Холуново отличается несущественно (табл. 2). При этом концентрация растворённого в воде кислорода значительно снижается с

глубиной, что может указывать на активное развитие восстановительных процессов на дне озера. Низкое содержание растворённого кислорода, отмеченное нами в придонном слое воды озера Холуново, может негативно отразиться на состоянии гидробионтов и вызвать заморные явления.

Таблица 2

Значения показателей, характеризующих содержание органических веществ в воде озера Холуново
Values of indicators characterizing the content of organic substances in the water of Lake Kholunovo

Глубина отбора, м	Растворённый кислород, мг/дм ³	Химическое потребление кислорода, мгО/дм ³	Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³
0–0,05	8,0±1,3	16±5	6,8±0,7
2,5	2,24±0,36	16±5	5,9±0,6
2,85 (придонная проба)	1,98±0,32	21±6	6,5±0,7

Оценка качества поверхностных вод с экологических позиций, проведённая в соответствии с ГОСТ Р 58556-2019, показала, что вода в озере Холуново по гидрохимическим показателям соответствует 2 классу качества – слабо-загрязнённые воды. Для экосистемы озера Холуново характерно слабое антропогенное воздействие. Озеро находится в естественном состоянии.

Химический состав воды может оказывать влияние на её токсичность для гидробионтов. Согласно результатам биотестирования, пробы воды,

отобранные с поверхности озера Холуново, для которых характерно минимальное содержание неорганических ионов, нейтральная реакция среды (рН 7,4) и довольно высокое содержание растворённого кислорода (8,0 мг/дм³), не оказывают острого токсического действия на тест-организмы: *Daphnia magna*, *Paramecium caudatum* и *Escherichia coli* (тест-систему «Эколюм»). Однако вода, отобранная из среднего и придонного слоёв воды озера Холуново, оказывает острое токсическое действие на *P. caudatum* и *E. coli* (табл. 3).

Таблица 3

Результаты биотестирования проб воды из озера Холуново
Results of biotesting of water samples from Lake Kholunovo

Глубина отбора	Тест-объект			Заключение о токсичности пробы
	<i>Daphnia magna</i>	<i>Paramecium caudatum</i>	<i>Escherichia coli</i> (тест-система «Эколюм»)	
	Определяемый параметр			
	Гибель особей, %	Индекс токсичности (усл. ед.), группа токсичности		
0–0,05 м	0	0,145±0,039 I группа	0 I группа	не оказывает острое токсическое действие
2,5 м	40	0,54±0,14 II группа	40,73±12,22 II группа	оказывает острое токсическое действие в биотестах по <i>P. caudatum</i> и тест-системе «Эколюм». В биотесте по <i>D. magna</i> гибель особей находится на пограничном значении, требуется определение хронической токсичности в биотесте по <i>D. magna</i>
2,85 м (придонная проба)	0	0,42±0,11 II группа	50,29±15,09 III группа	оказывает острое токсическое действие в биотестах по <i>P. caudatum</i> и тест-системе «Эколюм»

Результаты гидрохимического анализа позволяют предположить, что токсичность воды на глубине 2,5 и 2,85 м связана с совокупным действием нескольких факторов. В среднем и придонном слоях воды отмечены высокое содержание аммонийного азота (до 17,9 мг/дм³ в придонном гори-

зонте), низкое – растворённого в воде кислорода (до 1,98 мг/дм³ в придонном горизонте) и слабокислая реакция среды (рН 6,5). Согласно литературным данным, в условиях дефицита кислорода и при снижении рН токсичность соединений аммония для гидробионтов увеличивается (Thurston et al., 1981;

Allan et al., 1990; Richardson et al., 2001).

При проведении биотестирования отмечено, что бактерии тест-системы «Эколюм» оказались наиболее чувствительными, а ракообразные *Daphnia magna* – наиболее устойчивыми тест-организмами при определении острой токсичности проб воды.

Согласно результатам альгологического анализа, всего в составе альгоцианофлоры фитопланктона

озера Холуново выявлено 40 видов микрофототрофов, в том числе: Cyanobacteria – 7 видов; Chlorophyta – 17; Xanthophyta – 2; Euglenophyta – 3; Bacillariophyta – 8; Chrysophyta – 1; Dinophyta – 1. При изучении фитопланктона отмечено, что количество видов водорослей и цианобактерий (ЦБ) уменьшается с глубиной (табл. 4).

Таблица 4

Видовое разнообразие водорослей и цианобактерий в озере Холуново на разных глубинах в 2022 г.
Species diversity of algae and cyanobacteria in Lake Kholunovo at different depths in 2022

Глубина отбора, м	Cyanobacteria	Отдел				Всего
		Chlorophyta	Bacillariophyta	Euglenophyta	другие	
0–0,05	6	14	4	3	4	31
2,5	2	5	2	2	1	12
2,85 (придонная проба)	2	6	2	2	1	13
Всего видов	7	17	8	3	5	40

Уменьшение видового разнообразия с глубиной (табл. 4) вполне закономерно, так как уменьшается поступление солнечной энергии, необходимой для фотосинтеза.

В формировании видового состава альгоцианофлоры озера Холуново главная роль принадлежит зелёным водорослям (табл. 4). В пробах фитопланктона обнаружены следующие таксоны: *Ankistrodesmus* sp., *Chlorella vulgaris*, *Chlorococcum* sp., *Coelastrum microporum*, *Crucigenia tetrapedia*, *Chlamydomonas* sp., *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Gonium pectoral*, *Oocystis* sp., *Kirchneriella obese*, *Lagerheimia ciliate*, *Tetraedron minimum*, *Scenedesmus denticulatus*, *S. quadricauda*, *S. bijugatus*, *Pediastrum boryanum*, *Staurastrum* sp., *Lagerheimia* sp. Зелёные водоросли являются характерными представителями пресных стоячих вод от кислых до щелочных, встречаются в водоёмах с различной степенью солёности, трофности, содержания органических веществ (от ксено- до полисапробных) (Субботина и др., 2015; Ташлыкова, 2017).

Из Cyanobacteria в озере Холуново встречены *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Merismopedia tenuissima*, *Pseudanabaena catenata*, *Anabaena* sp., *Phormidium formosum*. Первые две ЦБ (*A. flos-aquae* и *M. aeruginosa*) часто вызывают «цветение» воды (Воякина и др., 2020; Горохова, 2022), являются видами-бета-мезосапробионтами. Остальные перечисленные виды ЦБ указывают на слабое загрязнение водоёма. При этом *P. catenata* является альфа-полисапробионтом, *Ph. formosum* – альфа-мезосапробионтом. Наличие аль-

фа-мезосапробионтов – показатель существования очагов загрязнения в относительно чистых водоёмах, бета-мезосапробионты – показатели умеренного естественного загрязнения, характерного для богатого гидробионтами водоёма (Баженова и др., 2010; Утропова, Половинкина, 2018).

Из диатомовых водорослей отмечены: *Acanthoceras zachariasii* (бета-олигосапробионт), *Diatoma* sp., *Gyrosigma* sp., *Nitzschia* sp., *N. palea*, *Synedra* sp., *Pinnularia* sp., *Navicula* sp. Диатомовые водоросли – основное звено трофических цепей водных экосистем, играют ведущую роль в продуктивности водоёмов (Субботина и др., 2015).

Эвгленовые водоросли в озере Холуново представлены: *Trachelomonas planctonica* (бета-олигосапробионт), *Phacus* sp., *Euglena* sp. Эвгленовые водоросли развиваются в водоёмах с замедленным стоком, умеренной минерализацией и повышенным содержанием органических веществ и биогенных элементов (Воденеева и др., 2007; Охупкин и др., 2010). Наличие в водах органических веществ животного происхождения способствует развитию эвгленовых водорослей. Способность к миксотрофному питанию обеспечивает их участие в самоочищении пресных вод и доочистке сточных вод различных предприятий.

Жёлтозелёные, золотистые, динофитовые водоросли представлены в озере Холуново единичными видами, широко распространёнными в водоёмах различного типа.

В целом по результатам изучения фитопланктона можно отметить, что в летнее время в озере преобладают зелёные водоросли, что характерно

для многих водоёмов умеренной зоны (Деревенская и др., 2012; Ташлыкова, Афонина, 2018; Станиславская, Афанасьева, 2019; Дрозденко, Кек, 2022). В озере присутствуют виды-индикаторы слабого загрязнения, в основном являющиеся бета-мезосапробионтами.

Заключение

Проведение комплекса химических и биологических анализов позволило оценить экологическое состояние пойменного озера Холуново. Отмечено, что воды озера характеризуются как слабозагрязнённые. В поверхностном слое воды зафиксировано довольно высокое содержание растворённого в воде кислорода ($8,0 \text{ мг/дм}^3$), нейтральное значение рН (7,4), низкое содержание основных неорганических ионов и органических веществ. С увеличением глубины до 2,85 м. (придонная проба) возрастает содержание аммонийного азота, уменьшается концентрация растворённого в воде кислорода и значение рН. Эти факторы оказывают влияние на токсичность воды для живых организмов, что подтверждается результатами биотестирования. Пробы воды, отобранные с глубины 2,5 и 2,85 м, оказывают острое токсическое действие на

тест-организмы *Paramecium caudatum* и *Escherichia coli*. Фитопланктон озера Холуново распределён по глубине неравномерно. Максимальное видовое разнообразие фитопланктона отмечено в поверхностном слое воды. С глубиной оно уменьшается. В озере преобладают зелёные водоросли. Среди видов фитопланктона отмечены индикаторы слабого загрязнения, что согласуется с данными химического анализа воды.

Так как озеро Холуново является частью государственного памятника природы регионального значения, в его водоохранной зоне и на акватории ограничена какая-либо деятельность. Данное озеро предложено рассматривать в качестве фонового объекта при изучении и оценке состояния аналогичных пойменных озёр, расположенных в долине реки Вятки и испытывающих техногенную нагрузку.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН по теме «Структура и состояние компонентов техногенных экосистем подзоны южной тайги», номер государственной регистрации в ЕГИСУ № 1220401000325.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список русскоязычной литературы

Баженова О.П., Барсукова Н.Н., Коновалова О.А. Качество воды и сапробность притоков среднего Иртыша и озера г. Омска // Омский научный вестник. 2010. № 1. С. 219-222.

Воденеева Е.Л., Юлова Г.А., Охалкин А.Г. Эвгленовые водоросли водоемов и водотоков заповедника «Керженский» // Вестник Нижегородского университета имени Н.И. Лобачевского. 2007. № 3. С. 109-112.

Воякина Е.Ю., Русских Я.В., Чернова Е.Н., Жакковская З.А. Токсичные цианобактерии и их метаболиты в водоёмах Северо-Запада России // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 1. С. 124-129. [doi: 10.25750/1995-4301-2020-1-124-129].

Горохова О.Г. К изучению фитобентоса Куйбышевского водохранилища // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2022. Т. 31, № 1. С. 15-23. [doi: 10.24412/2073-1035-2022-10432].

Деревенская О.Ю., Палагушкина О.В., Мингазова Н.М. Трофические взаимоотношения фито и зоопланктон в карстовых озерах // Теоретическая и прикладная экология. 2012. № 3. С. 84-89. [doi: 10.25750/1995-4301-2012-3-084-089].

Дрозденко Т.В., Кек И.В. Фитопланктон и экологическое состояние озера Долгое (Псковская область) // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 1. С. 56-60. [doi: 10.55355/snv2022111106].

Егорова Н.Ю., Егошина Т.Л. Эколого-ценотические спектры флор особо охраняемых природных территорий среднего течения р. Вятки // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 2. С. 48-53. [doi: 10.17816/snv202108].

Охалкин А.Г., Корнева Л.Г., Старцева Н.А., Воденеева Е.Л. Euglenophyta планктона разнотипных водоёмов бассейна Средней Волги // Ботанический журнал. 2010. Т. 95, № 8. С. 1071-1081. [EDN: OIXWYN].

Станиславская Е.В., Афанасьева А.Л. Оценка экологического состояния озера Вачозеро (Ленинградская область) по структуре альгоценозов // Региональная экология. 2019. № 2. С. 30-42. [doi: 10.30694/1026-5600-2019-2-30-42. EDN: SYGGCS].

Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Кутковский К.А. Теоретические и методологические подходы к очистке сточных вод компонентами водной экосистемы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 5. С. 99-106.

Ташлыкова Н.А. Таксономический состав и эколого-географическая характеристика летнего фитопланктона Торейских озёр // Ученые записки ЗабГУ. Серия: биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 52-59. [EDN: VWJMXA].

Ташлыкова Н.А., Афонина Е.Ю. Развитие планктонных сообществ в условиях антропогенной гидротермали // Теоретическая и прикладная экология. 2018. № 3. С. 48-54. [doi: 10.25750/1995-4301-2018-3-048-054].

Утропова А.А., Половинкина Ю.С. Оценка качества воды р. Торгун с использованием метода биоиндикации // Экология речных бассейнов. Труды 9-й Международ. науч.-практ. конф. / Под ред. Т.А. Трифоновой. Владимир: Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2018. С. 650-655. [EDN: XZKNPV].

Reference List

Bazhenova O.P., Barsukova N.N., Konovalova O.A. Water quality and saprobity of tributaries of the middle Irtysh and lakes of Omsk // Omsk Scientific Bulletin. 2010. No. 1. P. 219-222 (In Russian).

Vodeneeva E.L., Yulova G.A., Okhapkin A.G. Euglenophyta from water bodies and streams of the Kerzhensky nature reserve // Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. 2007. No. 3. P. 109-112 (In Russian).

Voyakina E.Ju., Russkikh Ia.V., Chernova E.N., Zhakovskaya Z.A. Toxic cyanobacteria and their metabolites in the lakes of the Russian Northwest // Theoretical and Applied Ecology. 2020. No. 1. P. 124-129 (In Russian).

Gorokhova O.G. To the study of phytobenthos of the Kuibyshev reservoir // Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology. 2022. Vol. 31, no. 1. P. 15-23 (In Russian).

Derevenskaya O.Yu., Palagushkina O.V., Mingazova N.M. Interrelation between phyto- and zooplankton in karst lakes // Theoretical and Applied Ecology. 2012. No. 3. P. 84-89 (In Russian).

Drozdenco T.V., Kek I.V. Phytoplankton and ecological state of Dolgoe lake (Pskov Region) // Samara Journal of Ecology. 2022. Vol. 11, no. 1. P. 56-60 (In Russian).

Egorova N.Yu., Egoshina T.L. The ecological-coenotic specters of the flora in the river Vyatka protected areas // Samara Journal of Science. 2020. Vol. 9, no. 2. P. 48-53 (In Russian).

Okhapkin A.G., Korneva L.G., Startseva N.A., Vodeneeva E.L. Euglenophyta of plankton in different water bodies of the Middle Volga Basin // Botanicheskiy Zhurnal. 2010. Vol. 95, no. 8. P. 1071-1081 (In Russian).

Stanislavskaya E.V., Afanaseva A.L. Assessment of the ecological state of Lake Vachozero (Leningrad region) according to the structure of algal communities // Regional ecology. 2019. No. 2. P. 30-42 (In Russian).

Subbotina Yu.M., Smirnova I.R., Kutkovskiy K.A. Theoretical and methodological approaches to sewage treatment by the elements of aquatic ecosystem // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2015. No. 5. P. 99-106 (In Russian).

Tashlykova N.A. Taxonomical structure and ecological-geographical diversity of summer phytoplankton of the Torey Lakes // Scholarly Notes of Transbaikalian State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, no. 1. P. 52-59 (In Russian).

Tashlykova N.A., Afonina E.Yu. Development of plankton communities in the anthropogenic hydrothermal conditions // Theoretical and Applied Ecology. 2018. No. 3. P. 48-54 (In Russian).

Utropova A.A., Polovinkina Yu.S. Assessment of the water quality of the Torgun River using the bioindication method // Ecology of river basins. Trudy 9-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / Ed. T.A. Trifonova. Vladimir: Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs, 2018. P. 650-655 (In Russian).

Allan G.L., Maguire G.B., Hopkins S.J. Acute and chronic toxicity of ammonia to juvenile *Metapenaeus macleayi* and *Penaeus monodon* and the influence of low dissolved-oxygen levels // Aquaculture. 1990. Vol. 91, no. 3-4. P. 265-280. [doi: 10.1016/0044-8486(90)90193-Q].

Richardson J., Williams E.K., Hickey C.W. Avoidance behaviour of freshwater fish and shrimp exposed to ammonia and low dissolved oxygen separately and in combination // New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. 2001. Vol. 35, no. 3. P. 625-633. [doi: 10.1080/00288330.2001.9517028].

Thurston R.V., Russo R.C., Vinogradov G.A. Ammonia toxicity to fishes. Effect of pH on the toxicity of the unionized ammonia species // Environmental Science & Technology. 1981. Vol. 15, no. 7. P. 837-840. [doi: 10.1021/es00089a012].

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE FLOOD-PLAIN LAKE KHOLUNOVO BY CHEMICAL AND BIOLOGICAL INDICATORS

© 2023 T.I. Kutyavina¹, L.V. Kondakova^{1,2}, E.V. Dabakh^{1,2}

¹ Vyatka State University, Kirov (Russia)

² Institute of Biology, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar (Russia)

Annotation. Lake Kholunovo (Kirov region, Russia) is a natural monument of regional importance, located in the floodplain of the Vyatka River, the largest river in the region, in the vicinity of the administrative center of the region – the city of Kirov. In the summer season of 2022, a route inspection of the lake was carried out, a physical and chemical analysis of water samples, biotesting and a study of phyto-

plankton were performed. It is noted that according to hydrochemical indicators, the water in Lake Kholunovo belongs to the group of slightly polluted waters. With depth in the lake, the concentration of ammonium nitrogen increases, the content of oxygen dissolved in water and the pH value decrease. These factors influence the toxicological properties of water. At a depth of 2.5 m and in the bottom layer, the water in the lake is toxic to the test organisms *Paramecium caudatum* and *Escherichia coli*. The species composition of the algocyanoflora of the floodplain lake Kholunovo reflects the ecological state of the reservoir. The phytoplankton of the lake is characterized by the dominance of green algae, indicators of weak water pollution, and the predominance of beta-mesosaprobiont species. Since the lake does not experience technogenic load, but is used only for recreation and fishing, it is proposed to consider this reservoir as a background when studying similar lakes in the Vyatka River valley that are experiencing technogenic load.

Key words: floodplain lake, hydrochemical analysis, hydrobiont, toxicity, phytoplankton, saprobity.