

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ
ИМЕНИ А.Н. СЕВЕРЦОВА

Т Р У Д Ы
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ
СТАНЦИИ

на Глубоком озере
имени Н.Ю. Зографа

Под редакцией д.б.н. *Н.М. Коровчинского*

Том 12

Товарищество научных изданий КМК

Москва 2022

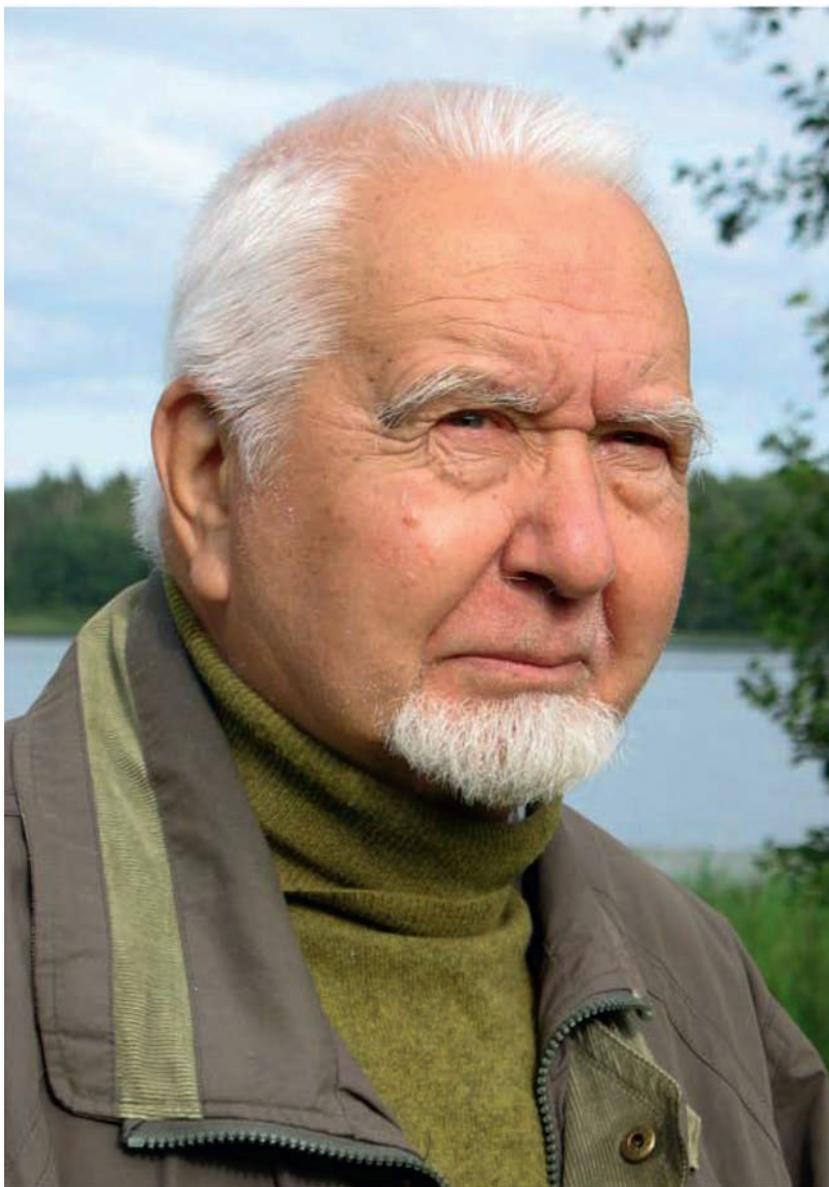
ББК 87.3, УДК 1(082.2)
(075.8)

Гидробиологическая станция на Глубоком озере: Труды / Под ред. д.б.н. Н.М. Коровчинского. – Т. 12. (Надзаг.: Российская Академия наук..... Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2022. 228 с.

Том 12 Трудов Гидробиологической станции на Глубоком озере содержит результаты исследований по термическому режиму озера, долговременным мониторинговым наблюдениям пелагического рачкового зоопланктона, вертикальному распределению его представителей, а также данные по популяционно-генетическому анализу малоизвестного вида *Cyclops bohater* (Crustacea: Copepoda) и анализу видового разнообразия коловраток (Rotifera) рода *Synchaeta*. Кроме того, представлены данные по зимнему пелагическому зоопланктону и прибрежной микрофауне беспозвоночных, флоре макрофитов озера, видам флоры и фауны заказника «Озеро Глубокое», включенных в Красные книги Российской Федерации и Московской области, а также материалы по зоопланктону охраняемых озер Вологодской области и истории биостанции «Глубокое озеро». Особое место занимают статьи, посвященные памяти профессора Н.Н. Смирнова (1928–2019), бывшего долгие годы научным руководителем биостанции.

Материалы публикаций могут быть интересны лимнологам, гидробиологам, зоологам и лицам, интересующимся историей отечественной биологии.

ПОСВЯЩАЕТСЯ СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ
НИКОЛАЯ НИКОЛАЕВИЧА СМИРНОВА



НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ СМІРНОВ
(биостанция «Глубокое озеро», август 2015 г.)

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	7
<i>Воронкова И.М.</i> Память о брате	13
<i>Котов А.А.</i> О Николае Николаевиче Смирнове, открывшем для нас мировую науку	19
<i>Коровчинский Н.М., Бойкова О.С.</i> Дорогой Николай Николаевич	28
<i>Соколов Д.И., Ерина О.Н., Терешина М.А.</i> Современный термический режим озера Глубокого: результаты четырех лет исследований	47
<i>Коровчинский Н.М.</i> Пелагический рачковый зоопланктон озера Глубокого в 2017–2021 годах	64
<i>Коровчинский Н.М., Бойкова О.С.</i> Вертикальное распределение пелагического рачкового зоопланктона озера Глубокого	78
<i>Алексеев В.Р., Сухих Н.М.</i> Молекулярно-генетическая характеристика популяции глубоководного циклопа <i>Cyclops bohater</i> Koźmiński, 1933 (Cyclopidiformes, Sorepoda) из озера Глубокого (Московская область) с анализом видовой структуры рода	92
<i>Мнацаканова Е.А.</i> Коловратки рода <i>Synchaeta</i> (Rotifera, Monogononta, Synchaetidae) озера Глубокого (Московская область)	105
<i>Жихарев В.С., Д.И. Соколов Д.И., Гаврилко Д.Е., Шурганова Г.В.</i> Вертикальное распределение зоопланктона пелагиали озера Глубокого в зимний период	116
<i>Гаврилко Д.Е., Жихарев В.С., Соколов Д.И.</i> Микрофауна беспозвоночных (Rotifera, Cladocera, Sorepoda) зарослей макрофитов озера Глубокого летом 2020 года	125
<i>Беляков Е.А.</i> Современные данные о флоре сосудистых растений озера Глубокого	137
<i>Лобуничева Е.В., Думнич Н.В., Литвин А.И., Зайцева В.Л.</i> Зоопланктон водоёмов гидрологических заказников Вологодской области	145
<i>Решетников А.Н., Петровский А.Б.</i> Аннотированный список редких, подлежащих охране, видов животных, растений и грибов заказника «Озеро Глубокое» и его ближайших окрестностей	167
<i>Зверева Н.К.</i> Институт эволюционной морфологии им. А.Н. Северцова и Гидробиологическая станция на Глубоком озере	198
<i>Грацианов В.</i> На Глубоком озере	209

CONTENTS

Preface.....	7
<i>Voronkova I.M.</i> Memory of my brother	13
<i>Kotov A.A.</i> About Nikolai Nikolaevich Smirnov, who opened the world science for us.....	19
<i>Korovchinsky N.M., Boikova O.S.</i> Dear Nikolai Nikolaevich	28
<i>Sokolov D.I., Erina O.N., Tereshina M.A.</i> Thermal regime of Lake Glubokoe: results of four years of research	47
<i>Korovchinsky N.M.</i> Pelagic crustacean zooplankton of Lake Glubokoe in 2017–2021	64
<i>Korovchinsky N.M., Boikova O.S.</i> Vertical distribution of pelagic crustacean zooplankton of Lake Glubokoe	78
<i>Alekseev V.R., Sukhih N.M.</i> Molecular-genetic characteristics of deepwater <i>Cyclops bohater</i> Koźmiński, 1933 (Cyclopiformes, Copepoda) population from Lake Glubokoe (Moscow Region) and place of the species in the genus system	92
<i>Mnatsakanova E.A.</i> Rotifers of the genus <i>Synchaeta</i> (Rotifera, Monogononta, Synchaetidae) in Lake Glubokoe (Moscow Region).....	105
<i>Zhiharev V.S., Sokolov D.I., Gavrilko D.E., Shurganova G.V.</i> Vertical distribution of zooplankton in the pelagic zone of Lake Glubokoe in winter period.....	116
<i>Zhiharev V.S., Sokolov D.I., Gavrilko D.E., Shurganova G.V.</i> Microfauna of invertebrates (Rotifera, Cladocera, Copepoda) of macrophytes of Lake Glubokoe in summer 2020	125
<i>Belyakov E.A.</i> Modern data on the flora of vascular plants of Lake Glubokoe	137
<i>Lobunicheva E.V., Dumnich N.V., Litvin A.I., Zaitseva V.L.</i> Zooplankton of reservoirs of hydrological reserves of the Vologda region	145
<i>Reshetnikov A.N., Petrovsky A.B.</i> The annotated list of rare, protected species of animals, plants and fungi of the reserve “Lake Glubokoe” and its adjacent areas.....	167
<i>Zvereva N.K.</i> A.N. Severtsov Institute of Evolutionary Morphology and Hydrobiological station on Lake Glubokoe	198
<i>Gratsianov V.</i> On Lake Glubokoe	209

ПРЕДИСЛОВИЕ

20 ноября 2019 г. скончался Николай Николаевич Смирнов, много лет исполнявший обязанности научного руководителя Гидробиологической станции на Глубоком озере. Он заступил на этот пост в далёком 1971 г., буквально вернув биостанцию к новой жизни после нескольких лет забвения и упадка. В первые годы его работы началась её активная модернизация – построены новые дома и металлическая ограда, а затем проведена линия постоянного электроснабжения, что очень сильно улучшило условия работы и жизни сотрудников. Также по счастливому стечению обстоятельств удалось достаточно быстро собрать научный коллектив, образовавший Группу экологии сообществ пресноводных животных Института эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова АН СССР (ИЭМЭЖ, ныне ИПЭЭ РАН). Было налажено сотрудничество с коллегами с Биологического факультета МГУ и других научных учреждений. В общем, за короткий срок, благодаря энергичным усилиям Николая Николаевича и его помощников, работа и жизнь биостанции кардинально изменились к лучшему, ей был дан сильный импульс развития на многие последующие годы. Безусловной удачей последних лет жизни Николая Николаевича явилась публикация им книги воспоминаний (Смирнов, 2019), где он описал семейное родословие и путь своей жизни, наполненной разнообразной, интенсивной научной работой, написанием трудов, сотрудничеством со многими и многими людьми науки, путешествиями по странам и континентам.

Данный том Трудов биостанции, выпуск которых, прервавшийся в 1930 г., был также заново инициирован Николаем Николаевичем в 1997 г, посвящён его памяти. Здесь помещены ряд материалов с воспоминаниями о нём, его работе и жизни. Они продолжают тему предыдущей публикации (Коровчинский, Бойкова, 2020), посвящённой описанию научного творчества Н.Н. Смирнова.

В прошедшее со времени выхода предыдущего тома Трудов (2017 г.) время Гидробиологическая станция на Глубоком озере продолжала свою активную научную деятельность. По-прежнему здесь наиболее постоянно работали научные сотрудники двух подразделений Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН) – Лаборатории экологии водных сообществ и инвазий (Н.М. Коровчинский, О.С. Бойкова, А.А. Котов, Е.А. Кацман, П.Г. Гарибян, А.Н. Неретина и другие) и Лаборатории поведения низших позвоночных (А.Н. Решетников, М.Г. Зиброва, Н.К. Зверева, А.Б. Петровский).

Сотрудники первой из названных лабораторий уделяли основное внимание многолетним мониторинговым наблюдениям озерного пелагического зоопланктона, изучению пространственного распределения его представителей, а также исследованию видового разнообразия ветвистоусых ракообразных (Cladocera), включая отслеживание инвазий чужеродных видов в

зоопланктонное сообщество. Е.А. Кацман продолжила работу по картированию зарослей прибрежных макрофитов. В зоопланктонологическую тематику входило также исследование по многолетнему слежению за сообществом пелагических колероваток (Rotifera) озера Глубокого (Е.А. Мнацканова, кафедра общей экологии и гидробиологии Биофака МГУ). Проводились также сборы озерного зимнего зоопланктона и прибрежной микрофауны, результаты исследования которых публикуются также в настоящем сборнике (статьи В.С. Жихарева, Д.Е. Гаврилко и других (Нижегородский государственный университет)).

Сотрудники Лаборатории поведения низших позвоночных работали по темам экспериментального исследования поведения земноводных и рыб, многолетнего мониторинга малых окрестных водоемов, экспериментального исследования связи межбиотопных перемещений и питания личинок амфибий в озере Глубоком, анализа происхождения и векторов инвазии чужеродных видов. Была налажена кооперация с Лабораторией изучения экологических функций почв (Д.И. Коробушкин) для выполнения совместных работ по изучению поведения амфибий с приложением современных методов изотопного анализа.

Для изучения влияния межбиотопных перемещений головастиков на их питание были сконструированы садки-мезокосмы для установки на мелководье озера Глубокого в период личиночного развития амфибий. Исследование показало, что изменение пространственного распределения головастиков может влиять на спектр их питания. Данное направление имеет перспективы, поскольку полученные результаты могут свидетельствовать об опосредованном влиянии интродуцированных гидробионтов на физиологическое состояние и, возможно, на приспособленность и выживание аборигенных видов.

Сотрудница этой лаборатории Н.К. Зверева занималась сбором архивных и литературных данных по истории биостанции и ИПЭЭ РАН на ранних этапах его становления в 1930-х годах.

За прошедший период на биостанции также работали сотрудники других лабораторий ИПЭЭ РАН. Лаборатория экологии низших позвоночных (А.С. Голубцов с сотрудниками) проводила исследование по теме «Многолетняя динамика содержания тяжелых металлов в пищевых цепях озера Глубокого по данным анализа ретроспективных и современных коллекций костной ткани речного окуня». Лаборатория тропических технологий (В.А. Карпов, Ю.Л. Ковальчук и другие) работала по теме изучения влияния различных природных факторов на промышленные материалы. Лаборатория почвенной зоологии и общей энтомологии исследовала роль почвенных микроорганизмов и беспозвоночных в деструкции стойких искусственных полимеров в различных климатических зонах. Наконец, сотрудники Лаборатории изучения экологических функций почв работали по теме «Роль субстанции морского органического вещества в формировании функциональной и

таксономической структуры наземных детритных пищевых сетей», которая по ходу проведения расширилась до охвата пресноводных водоемов.

С лета 2017 г. биостанция начала сотрудничать с кафедрой гидрологии суши Географического факультета МГУ. Группа сотрудников этой кафедры (О.Н. Ерина, Д.И. Соколов, М.А. Терёшина и другие) стала регулярно работать на озере Глубоком, проводя мониторинговые наблюдения, в том числе с помощью постоянно находящихся (с июля 2020 г.) в озере датчиков, за температурой воды, содержанием растворённого кислорода, электропроводностью, мутностью, цветностью, содержанием фосфора, азота, хлорофилла «а» и другими характеристиками. Полученные данные позволяют подробно описать современный гидроэкологический режим озера и пополнить базу наблюдений, необходимых для совершенствования гидрологической модели озера Глубокого, уточнения его трофического статуса. Собранные материалы наблюдений были использованы для моделирования гидроэкологического режима озера Глубокого при помощи одномерных лимнологических моделей GLM и Mylake, наиболее широко используемых в мировой практике лимнологических исследований. Важно, что наблюдения, продолжающиеся донныне, проводятся также в зимнее время, что позволяет описать круглогодичную динамику водоёма. По данной тематике опубликовано несколько статей. Статья, обобщающая результаты исследований термического режима водоема, публикуется в настоящем сборнике (Д.И. Соколов и другие).

С начала августа 2017 г. на биостанции начала функционировать автоматическая метеостанция “Davis” любезно подаренная ей Лабораторией тропических технологий (зав. В.А. Карпов).

В 2019 г. дирекция ИПЭЭ РАН инициировала организацию внутриинститутских грантов на проведение исследований на биостанциях Института. Два гранта были получены для работы на глубоководной биостанции – один по упомянутой выше теме многолетней динамике содержания тяжелых металлов в пищевых цепях озера Глубокого (руководитель А.С. Голубцов) и второй по экспериментальному исследованию связи межбиотопных перемещений и питания личинок амфибий в озере Глубоком (руководитель А.Н. Решетников).

Помимо сотрудников разных лабораторий ИПЭЭ РАН, на биостанции периодически работали ученые из других научных учреждений – Института океанологии РАН (А.Г. Островский, А.Л. Оленин и другие), которые проводили испытания различных океанологических приборов, в том числе предназначенных для наблюдения за планктоном, Центра морских исследований МГУ (С.А. Назаренко и другие) и лаборатории промысловой гидробиологии ВНИРО и КБ «Вектор», которые также проводили испытания плавсредств и приборов. Альгологи из Нижегородского государственного университета (Е.Л. Воденеева, Н.А. Старцева и другие), исследовали фитопланктон озера Глубокого в конце июня 2019 г. В конце августа того же года Е.А. Беляков (ИБВВ РАН, пос. Борок Ярославской области) исследовал флору макрофитов озера Глубокого, с особым вниманием к представителям рода *Spargani-*

ит (ежеголовник) (его статья по составу флоры сосудистых растений озера публикуется в настоящем сборнике).

В прошедшие пять лет, кроме 2020 г. в период пика эпидемии, на биостанции продолжали проходить пресноводную практику студенты кафедры зоологии беспозвоночных Биофака МГУ, которую вели в основном сотрудники кафедры А.Ю. Синёв и Э.И. Извекова. Часть лекций по биологии пресноводного зоопланктона и ветвистоусых ракообразных (*Cladocera*) была прочитана сотрудниками биостанции. В июне 2021 г. краткие практические занятия на биостанции прошли также студенты кафедры биогеографии Географического факультета МГУ.

По примеру прошлых лет на биостанции проводились школы-семинары по систематике и фаунистике пресноводных микроракообразных. Летом 2018 г. состоялась международная школа-семинар по ветвистоусым ракообразным (*Cladocera*), в которой участвовали слушатели из разных регионов России, а также из Белоруссии и Монголии. Позднее спектр групп был расширен и в конце августа – начале сентября 2020 г., когда интенсивность эпидемии значительно спала, была проведена школа-семинар по пресноводным и солоноватоводным *Soropoda*, которую возглавили специалисты по группе из Зоологического института РАН (Санкт-Петербург) (В.Р. Алексеев и Н.М. Сухих с лаборантом О.А. Чебан) и Института биологических проблем севера УО РАН (г. Сыктывкар) (Е.Б. Фефилова). В числе практикантов данной школы-семинара были сотрудники различных научных и учебных учреждений Астрахани, Нижнего Новгорода и Красноярска. Один день был посвящен экскурсии в Ново-Иерусалимский монастырь.

В конце июня 2021 г. состоялась ещё одно мероприятие подобного рода по *Cladocera*, но теперь названная школа-конференция, потому что в конце курса её слушатели представили доклады по темам собственных исследований. В числе этих слушателей участвовали молодые сотрудники, аспиранты и студенты из Москвы, ИБВВ РАН и Казани. Тезисы мероприятия были опубликованы в РИНЦ.

30 октября – 1 ноября 2019 г. на биостанции состоялся тренинг-семинар по теме изучения заражения и переноса различных заболеваний мышевидными грызунами, в котором участвовали практиканты из различных регионов России (руководитель Д.В. Транквилевский, ФБУЗ ФЦ Г и Э Роспотребнадзора). В 2021–2022 гг. Ю.Ф. Ивлев (Лаборатория экологии, физиологии и функциональной морфологии высших позвоночных ИПЭЭ РАН) исследовал на озере Глубоком биологию водяной землеройки куторы.

14 июля 2021 г. на биостанции прошло празднование 130-летнего юбилея её деятельности. В нём участвовала администрация ИПЭЭ РАН во главе с директором Института С.В. Найденко, заместители директора А.В. Суоров, А.В. Тиунов, ученый секретарь Н.Ю. Феоктистова, сотрудники, постоянно работающие на биостанции и ряд других сотрудников Института. Торжественная часть по традиции проходила на лодках в центральной части озера.

Продолжалось совершение ежегодных церковных молебнов с неизменным возглавлением их протоиереем о. Олегом Ковалевым.

Также продолжилось сотрудничество с Краеведческим музеем г. Рузы, в котором чтут память основателя Гидробиологической станции на Глубоком озере профессора Н.Ю. Зографа, фактически явившегося основателем этого музея и сделавшего много полезного в Рузском уезде на поприще общественной деятельности.

В 2018–2019 гг. биостанцию посещал певец-бард С.Я. Никитин, который однажды провел выступление перед студентами-практикантами. Летом 2021 г. здесь также побывала Ю.К. Зограф (Национальный научный центр морской биологии ДВО РАН, Владивосток), двоюродная правнучка основателя глубоководной биостанции Н.Ю. Зографа.

Несмотря на отсутствие планового финансирования хозяйственной деятельности, на биостанции под руководством её заведующего А.И. Бородача продолжались ремонтные работы рабочих и жилых помещения. Летом 2018 г. было заново полностью покрашено здание старой лаборатории с добавлением ремонта фундамента. Отремонтированы также баня и зимний дом, где проживает постоянный персонал биостанции. Уже ряд последних лет продолжается ремонт комнат летнего общежития с заменой полов и обивкой стен доской-вагонкой. Помимо этого, удалось построить небольшое здание мастерской, а также помещение дровника, частично отремонтировать лодочные мостки. Проведен ремонт трактора.

Большую помощь в организации и проведении ремонтных работ на биостанции оказывает постоянно работающий здесь старший научный сотрудник А.Н. Решетников, выделявший на это средства из своих научных грантов. Им построен склад для научного оборудования, частично покрыты расходы на приобретение досок из лиственницы для ремонта лодочных мостков, а также приобретены материалы и оплачен ремонт террасы и крыльца жилого дома, проведён ремонт внутри рабочих и жилых помещений, включая ремонт печи и мебели.

В сентябре 2021 г. скончалась Эвелина Ивановна Извекова, один из старейших сотрудников кафедры зоологии беспозвоночных Биофака МГУ, которая в течение многих лет, начиная с 2005 г., вела вместе с доцентом А.Ю. Синёвым пресноводную практику студентов кафедры на глубоководной биостанции. Эвелина Ивановна также занималась здесь научной работой, будучи специалистом по биологии бентоса, особенно личинок хирономид. Она была очень опытным преподавателем, любимым студентами, сотрудниками кафедры и биостанции, отзывчивым, милым человеком. Светлая ей память...

С осени 2018 г. на биостанции начали работать новые постоянные сотрудники – В.И. и М.В. Исаченко, в обязанность которых входила её охрана, участие в ремонтных работах, уборка помещений и пр. С большим прискорбием приходится сообщить, что в конце апреля 2022 г. Владимир Ильич Исаченко скоропостижно скончался на 62-м году жизни. Он был доброжела-

тельным человеком, мастером на все руки, в его лице биостанция лишилась надежного сторожа и искусного специалиста по строительству и ремонту. Да упокоится душа его с миром...

Редактор данного сборника Трудов благодарит директора ИПЭЭ РАН С.В. Найденко за финансовую помощь для его издания.

ПАМЯТЬ О БРАТЕ

И.М. Воронкова

Мой брат Николай Николаевич Смирнов..., Ника, как звали его в семье.... Сейчас, вспоминая его, сотрудники, соратники, друзья видят перед собой большого учёного с мировым именем, внесшего огромный вклад в отечественную и мировую науку, уважаемого, заслуженного руководителя, передающего свои знания, открытия, опыт. Видят его опубликованные труды, вспоминают совместные работы, походы в природу на биостанции «Глубокое озеро», где не только работали, но и проводили свободное время за душевными разговорами, рыбалкой и купанием. В библиотеках многих находятся книги, статьи, словари, в создании которых мой брат принимал участие. Николай Николаевич, безусловно, останется в памяти и душах людей, с которыми он долго совместно работал. Но для меня Ника был прежде всего братом. Как родной человек он оставил большой след в моей душе. К сожалению, других родственников моей семьи уже больше нет в живых. Хотя мы не росли с Никой вместе, но мне есть что вспомнить из рассказов мамы, поскольку она жила с ним гораздо дольше, знала его маленьким. Он родился в 1928 году, а я в 1941, была война. В 1948

году он уже был студентом 3-го курса вуза, а я только пошла в школу.

Наш дед Николай Васильевич Смирнов был младшим сыном священника Василия Тимофеевича Смирнова, который служил 47 лет в церкви, построенной в 1765 году в селе Троицком на Москва-реке недалеко от ж/с Кубинка. Детей у него было шестеро. Братья деда так же стали священниками. Судьба их сложилась тяжело. В годы гонений двое из них были в заключении, Всеволод расстрелян в Бутове, Дмитрий замучен в лагерях, и недавно братья были канонизированы Архиерейским Собором Русской Православной Церкви как священномученики. Младший их брат Николай отметился в беспорядках в семинарии в конце XIX века, был исключен,



Рис. 1. Маленький Ника с дедом Николаем Васильевичем. Тарасовка, 1929 год.

стал железнодорожником, начав работать телеграфистом на ж/с Кубинка. Далее служба его проходила на Северной ж/д начальником станций Буй, Вологда, Ярославль, затем на ж/с Минеральные Воды на Кавказе... Женился, родились трое детей: Николай, отец Николая Николаевича в 1904 году, Софья, моя мама, в 1909 году и Ариадна в 1912 году. Семья с тремя детьми часто переезжала, живя в служебных квартирах при вокзалах. В 1920-х годах после тяжелой болезни ушла из жизни их мать, наша бабушка Софья Семеновна, жена Николая Васильевича, дети подросли, надо было думать об их образовании, поэтому семья перебралась под Москву на ж/с Тарасовка Ярославской ж/д. Там сын Николай женился, и здесь родился маленький Ника.

Подмосковный дом был достаточно большой (имеется его рисунок, сделанный моей мамой). Ника рос в теплой семейной обстановке, его тети были молоды, незамужние, с ним много занимались, было много книг, прогулок в природу, рыбалка и прочие удовольствия, много любви, заботы и счастья получил он в семье. Ведь он был тогда один ребенок на всех.

В семье до рождения Ники был родной человек биолог Владимир Геннадьевич Дуров (родственник знаменитой семьи Дуровых). По сохранившимся рассказам был он охотник, коллекционер бабочек и жуков, любитель птиц, знаток растений, музыкант, художник и поэт. В Москве на территории богадельни имени И.Н. Геера (недалеко от станции метро «Красносельская»), где он служил управляющим до 1917 г, имелась таксидермическая мастерская. После него осталось много интересного в сарае в Тарасовке: инструментарий для коллекционирования бабочек, микроскопы. Всем этим Ника был увлечен с детства, впоследствии он считал, что всё это повлияло на выбор его профессии.

Детям надо было давать образование, и дед стремился перебраться в Москву. Но приобрести 3-х комнатную квартиру, как ему хотелось, не удалось. Семья попала в коммунальную квартиру «со стрелочником». Надо было делиться: в две комнаты с соседом поехал дед с бабушкой и двумя незамужними дочерьми. А сын Николай Николаевич с женой Зиновией Михайловной и маленьким Никой остались в подмосковном доме в Тарасовке.

Война и судьба раскидали наши семьи. Долгое время о Нике я знала только по фотографиям 20–30-х годов и рассказам мамы. На одной из фотографий Николай студент 3-го курса вуза, тут есть и письмо от деканата его родителям к 30-й годовщине Октябрьской революции 1947 года: «Уважаемые Николай Николаевич и Зиновия Михайловна. Деканат, общественные организации ихтиологического факультета МОСРИБВТУЗа поздравляют Вас с 30-й годовщиной Великой Октябрьской Социалистической Революции. В этот знаменательный день мы благодарим Вас, дорогие товарищи за то, что воспитали такого сына, которым гордиться наш институт. Ваш сын встречает праздник отличными успехами в учебе, он активно участвует в общественной жизни института. Вы вправе гордиться им. Желаем вам здоровья и многих лет жизни на благо нашей любимой Родины».

Однако близкие люди все же нашли друг друга. В журнале «Природа» где-то в 70-х годах я увидела статью брата Николая и фотографию автора. Ника был очень похож на деда Николая Васильевича, с которым я прожила до его кончины в 1954 году. В дальнейшем мы были всегда на связи. У нас был общий интерес к родословной и воспоминаниям деда о семье и жизни. Книгу мемуаров «50 лет на железнодорожном транспорте» Николай Васильевич оставил нам, потомкам. Перво-наперво мы оба стали искать наши истоки. Побывали в Троицком, нашли историю братьев деда, разобрались с генеалогическим древом. Моя мама Софья Николаевна большую часть жизни занималась сбором информации о семье Смирновых, объезжая еще не ушедших, переписываясь с живущими далеко. Она посвятила в это и Николая. Он тоже внес свою лепту в это исследование. Владимир Геннадьевич Дуров, который повлиял на выбор его профессии, был им изучен не только как член семьи, много вложивший в воспитание его отца с сестрами, но и как биолог-профессионал. Несколько лет Ника посвятил изучению трудов Владимира Геннадьевича, проводя много времени в Ленинской библиотеке. Если я знала о Дурове от мамы, которая непосредственно видела и прожила лет 10 с этим человеком, то Нике, как человеку науки, был интересен его творческий путь. Он перерыл массу дореволюционных научных журналов и нашел его публикации. Ярославль, Вологда, Петербург ... там проводились конференции, встречи с научными светилами в области биологии..... Ему, опубликовавшему уже массу открытий, было нетрудно проследить путь В.Г. Дурова в науке. Надо было только потратить много сил, времени, иметь много терпения.

В семье остались реликвии в виде коллекции бабочек, табуретки



Рис. 2. Слева направо: Говорёнков Михаил Сергеевич, Смирнова Софья Николаевна, Ника, Смирнова Анна Семёновна, Смирнов Николай Васильевич. Тарасовка, 1934 год.

из таксидермической мастерской и картины с изображением гееровской богадельни. Историю этих вещей мы знали только по рассказам. Коллекции были большими. После революции имущество (чучела животных, коробки жуков и бабочек) было конфисковано. Николай нашел многие из них в Зоологическом музее. На коробках есть таблички «Дуров В.Г.». Вместе мы отправились в богадельню Геера. Было интересно побывать в месте детства моей мамы и его отца, где они бывали на праздниках «у дяди Володи». Это замечательное здание на Красносельской улице тогда находилось в разрухе, поскольку не решался вопрос с его владельцем. Во время нашего посещения оно было отдано некоей немецкой организации для ремонта. Хотелось больше увидеть и узнать об этом доме и поделиться своей информацией. Говорить на немецком мы не могли. Спас английский. Тут Николай и местный сотрудник легко поняли друг друга. Мы поделились фотографиями из жизни Дурова, а он, в свою очередь, историей архитектуры дома. Знание языка, конечно, много помогало в жизни и профессии Николая, он занимался и переводами в журналах, что в трудные годы очень помогало выжить.

Мысль написать свои воспоминания о жизни и творческом пути, о людях, научивших его профессии и давших путевку в жизнь, пришла к нему не случайно. Возможно, подтолкнули к этому и воспоминания деда, которого он, безусловно, почитал. Наверное, также сыграла роль необходимость воздать должное преподавателям, поделиться с потомками тем, какие они были уважаемые люди, выдающиеся педагоги, передававшими традиции русской биологии студентам и ученикам, одним из которых был он сам. Но, так или иначе, работа над книгой началась и шла несколько лет понемногу, страница за страницей. Это было увлекательно, я читала по мере её составления главу за главой. Узнала, как все началось, где побывал брат, какие страны повидал, с какими людьми встретился. Мы стали чаще встречаться. Я приезжала к нему на работу. За чашкой чая в его кабинете, где висели картины с изображением биостанции, мы допечатывали, обсуждали, что и как лучше описать, в каком порядке поместить. Николай позаботился и о том, чтобы воспоминания



Рис. 3. Ника в гостях у деда Николая Васильевича. Москва, 1936 год.



Рис. 4. Николай Смирнов студент 3-го курса, 1949 год.

прошла в Советском Союзе, где чувство гордости вызывали успехи детей, получение ими высшего образования, их профессиональный рост, успехи в науке на пользу отечества. Так было. В записках, оставленных нам, он так написал о Нике: «Николай – студент уже третьего курса (1947 г.) высшего учебного заведения (родился в 1928 г.) Скромный, трудоспособный молодой человек. По учению отличник. Склонен к кабинетной работе. Обещает быть в научной кабинетной работе лауреатом». Кроме гордости за внука, беспокоила Николая Васильевича мысль, что в силу обстоятельств жизни он не смог дать достойного образования своему сыну, отцу Николая: «Его учебный возраст совпал с тяжелым временем 1918–1925 годов, когда устроить на учебу не представилось возможности. Мои дети средние люди. Это естественно. Я создал себе (и получил от родителей) среднюю жизнь. Естественно и дети мои остались на этом уровне. Подняться выше своей среды удастся немногим. Хорошо хотя то, что ниже своей среды по рождению я и мои дети не стали».

Все это пишет наш дед, он ушел от нас в 1954 году заслуженным человеком, почетным железнодорожником, ударником сталинского призыва, преподавателем железнодорожного техникума, издавшего несколько публикаций по перевозкам и вагонному хозяйству, написавшем, в итоге, большой учебник, изданный посмертно моей мамой. Не знал и не мог знать Николай Васильевич о том, что его внук будет профессором, у которого будут ученики, что его книги будут полезны следующим поколениям, его переводные статьи помогут узнать достижения ученых разных стран, что внук в целом оставит большой след в науке. Мы все гордимся братом.

деда и моей мамы вошли в его книгу, в целом получилось солидное произведение. Очень жаль, что по каким-то причинам он не поведал подробнее о семейной жизни, о своем доме, жене, детях и внуках. При общении он рассказывал, ... но не написал, считал ненужным. Но я знаю, что в моменты недугов и душевных страданий близких он сопереживал, сочувствовал и помогал, если был в силах. Свою книгу он посвятил своей жене Ларисе Андреевне. Я была очевидцем рождения этого произведения. Моя помощь заключалась в технической верстке книги и в душевных сопереживаниях брату в процессе её создания.

Но я опять вернусь к нашему деду. Николай был его первым, любимым внуком. У Смирнова Николая Васильевича, нашего деда, основная часть трудовой жизни

И еще один факт из уважительного отношения Ники к остальным членам семьи и их к нему. Николай Николаевич навещал меня с мамой, а также семью моей сестры, интересовался успехами внуков. Племянница Варвара сказала, что когда дядя Николай входит в дом, хочется встать.....

MEMORY OF MY BROTHER

I.M. Voronkova

Summary

Memories of Professor N.N. Smirnov's cousin about her brother, about a late meeting with him, about joint interests in the study of family genealogy, about writing a book of memoirs and so on.

О НИКОЛАЕ НИКОЛАЕВИЧЕ СМИРНОВЕ, ОТКРЫВШЕМ ДЛЯ НАС МИРОВУЮ НАУКУ

А.А. Котов

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН

Личная встреча с Николаем Николаевичем Смирновым случилась достаточно поздно в моей жизни и даже в «карьере» (если так можно охарактеризовать мои попытки научной деятельности до прихода в его лабораторию). Однако я могу смело назвать Николая Николаевича своим учителем. Он не прочитал мне ни одной лекции и не провел ни одного практикума с моим участием, но научил общему подходу к работе ученого, который важнее образованности по отдельным вопросам науки, число которых бесконечно. Именно про этот общий подход я хотел бы и рассказать ниже, в то время как о жизни и научной работе Николая Николаевича можно прочесть в его мемуарах (Смирнов, 2001, 2019), а также в статье, специально посвященной его научному творчеству (см. Коровчинский, Бойкова, 2020).

Окончив Биологический факультет МГУ в 1991 году, до февраля 1994 года я работал в Институте глобального климата и экологии РАН. Вряд ли можно было назвать меня в это время продуктивным ученым, несмотря на некоторый интерес к научной работе. Большинство сотрудников (включая и меня) находилось в «полусонном» состоянии, приходило на работу к обеду, в основном попить чайку и обсудить многочисленные политические новости 1990-х годов, а также пожаловаться на скудную зарплату. Впрочем, при уровне зарплаты в 10–20 долларов в месяц, странно от нас было чего-либо вообще требовать и призывать к «выходу из спячки».

Моя жизнь изменилась самым радикальным образом, когда я сменил место работы и попал в лабораторию Николая Николаевича Смирнова в Институте эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова (ИЭМЭЖ РАН), ныне это Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (ИПЭЭ РАН). В связи с отъездом в Австралию двух сотрудников лаборатории освободились ставки, на которые не так-то просто было в 1990-е годы, в условиях коллапса науки и массового исхода из нее, найти новых сотрудников. В студенческие годы я занимался динамикой популяций пресноводных планктонных животных, в основном – ветвистоусых ракообразных, что имело хоть какое-то отношение к тематике лаборатории Николая Николаевича. В эту лабораторию на освободившееся место я попал по совету Алексея Валерьевича Чесунова, знавшего меня как бывшего студента кафедры зоологии беспозвоночных. Тогда я еще не подозревал, как крупно мне повезло!

Я хорошо знал две книги Николая Николаевича из серии «Фауна СССР» (Смирнов, 1971, 1976), главу в «гидрометовском» Определителе (Смирнов, 1977) и сборник под его редакцией, посвященный Глубокому озеру (Смирнов, 1983). Но я относительно слабо представлял, какой работой мне пред-

стоит заниматься на новом месте, мало что знал про новую лабораторию. Я предполагал, что сменю образ жизни, но не догадывался, что сделаю это столь решительно, попав в совершенно новую атмосферу.

Из «сонного царства» я попал в другую среду, где немногочисленные сотрудники с огромным энтузиазмом занимались научными исследованиями, хотя их финансовое положение было никак не лучше, чем в других институтах РАН. Но «разрухи в головах» у них не было совершенно. Изначально затрагивался вопрос о смене тематики моих исследований или о совмещении старой и новой тематик. Николай Николаевич предложил мне заняться ревью ветвистоусых ракообразных рода *Bosmina* как темой моей будущей диссертации, но это совершенно не было обязательным условием принятия на работу. Эту «необязательность» очень легко подтвердить тем, что, к моему стыду, ревизия босмин так и не закончена до настоящего времени! От старой тематики я отказался быстро, поскольку погрузился в новое для себя направление науки, то самое, которое развивал Николай Николаевич и которое кое-кто из современных биологов назвал бы «старомодным». Значительные усилия отводились «описательным» исследованиям, дискриминируемым ныне, особенно систематике отдельных групп ветвистоусых ракообразных. Однако Николай Николаевич справедливо полагал, что подобного рода исследования – основа всех аналитических работ, и я с ним полностью согласен и сейчас. «Победителей не судят», и можно без лишней скромности сказать, что Школа Николая Николаевича и в настоящее время является признанным мировым лидером в области изучения кладоцер – модельной группы современной биологии, и правоту этого суждения подтверждает весьма широкая известность этих работ в мире.

В лаборатории вообще не было какого-то строгого и стройного плана работ «спущенного сверху» заведующим. Подобное наблюдалось и в других институтах, поскольку в те времена не было ни грантов, ни госзадания в их современном понимании. На предыдущем месте работы я также тратил на «обязательную» работу месяц в году, а в прочее время занимался тем, что считал нужным. Но ранее отсутствие какого-либо «спроса сверху» воспринималось как следствие развала науки и отсутствие какой-либо заинтересованности во мне как ученом со стороны властей, оплачивающих содержание «на хлебе и воде».

В новых условиях все изменилось. Теперь самостоятельный выбор тематики внутри коллектива, вовлеченного в мировую науку и очень активно работающего, воспринимался уже как признак доверия ко мне как ученому и, прямо-таки, как призыв проявить собственную инициативу. Предполагалось, что имеется огромный фронт работ в области разностороннего изучения ветвистоусых ракообразных, и работы по разным направлениям хватит на всех и надолго. В итоге я относительно самостоятельно пришел к тематике, которая мне в то время особенно понравилась (а сейчас я, увы, занимаюсь совсем другим!), и получил полное одобрение Николая Николаевича.

Николай Николаевич всячески поддерживал инициативу, и любое мое, зачастую странное предложение сделать то или это, всегда встречало понимание, даже если оно было ошибкой «от недостатка осведомленности» или «избытка энтузиазма» по словам А.А. Любищева (1969а, б). «Америк» было открыто немало. Мало того, Николай Николаевич сам немедленно начинал припоминать предыдущие публикации по сходным тематикам, искать литературу и непосредственно подбирать для меня оттиски и ксерокопии статей, имевших какое-то отношение к вопросу.

Для молодых сотрудников стоит объяснить, что поиск литературы в те «без-интернетные» времена самым коренным образом отличался от теперешнего. Библиографическая база данных представляла собой набор многочисленных карточек, разложенных в коробочки по темам, с которыми было не так-то просто работать. «Система поиска» и «связи» между разными коробочками с карточками имелись только в голове того, кто создавал картотеку. Поэтому Николай Николаевич тратил изрядное время на поиски ссылок и самих статей для того, чтобы помочь мне. В его голове помещался совершенно немислимый объем информации: он не только помнил, кто из предыдущих авторов что писал и в какой статье, но и немедленно приносил ее, находя в «конволюте» (сшивке оттисков и ксерокопий) на одной из полок в одном из многочисленных шкафов в лаборатории или сообщал мне, что этот журнал есть в такой-то библиотеке. В течение многих лет я отдавал ему на проверку рукописи статей, которые редактировались весьма радикальным образом: на мои первые рукописи после его «расчеркивания» иногда было страшно смотреть. Во многих случаях приходилось объяснять, что я хотел сказать по-английски, и Николай Николаевич предлагал свои варианты переделки того или иного предложения. Но, и это очень важно, он очень бережно относился к стилю того автора, статью которого он редактировал, проявлял в этом вопросе большую деликатность (при том, что первые мои статьи были очень наивные, и ругать было за что!). Подобная деликатность ныне отсутствует у некоторых редакторов и рецензентов, старающихся радикально изменить стиль повествования автора, что я считаю абсолютно неверным.

Николай Николаевич тратил значительную часть своего времени на проекты своих сотрудников по лаборатории и другие подобные, поскольку в рамках исследуемой тематики они для него не были «чужими». При этом мои намеки на его значительное участие и попытки взять его в соавторы публикации категорически отвергались. Лишь в последние годы у нас получилось публиковать совместные статьи, обычно это были небольшие рассуждения на достаточно общие темы на примере ветвистоусых ракообразных, где мне предлагалось наполнить конкретикой его общебиологические идеи, например про то, что морфологическая радиация предшествует адаптивной радиации (Smirnov, Kotov, 2009, 2010).

Надо сказать, что Николай Николаевич также любил пробовать сделать нечто принципиально новое и был большим фантазером. Он периодически

приносил мне какую-нибудь статью про наших рачков, а иногда – по крайне далекой тематике, и говорил, что было бы здорово сделать нечто аналогичное, причем его научный кругозор был очень широким. Кое-что из его идей было реализовано, а что-то – тоже было «открытием Америки», но сам принцип, что нужно периодически пробовать новые подходы, а не «зацикливаться» на одном и том же отработанном подходе, мне очень понравился. Из данного подхода Николая Николаевича следовало еще одно важнейшее заключение – не надо бояться ошибаться, но, если ничего не получается (например, из-за технической невозможности сделать то или иное), на каком-то этапе надо признать ошибочность своего подхода и забыть о данном направлении работ (иногда лишь на некоторое время). Главное – не отступать от общей линии исследований, но нужно «наступать по нескольким направлениям», периодически меняя «направление главного удара».

До прихода в лабораторию Николая Николаевича, мировая наука мной скорее воспринималась как абсолютно «потусторонний мир», про который можно только прочитать в книгах и журналах. И дело было совсем не в «железном занавесе» (разделявшем науку на «нашу» и «не нашу» многие годы), ведь это уже были 1990-е, период его падения. Однако мне все



Рис. 1. Слева направо: А.А. Котов, Н.Н. Смирнов, Н.М. Коровчинский на биологической станции «Глубокое озеро», 2008 г.

равно казалось, что я – «любитель», в то время как умные книги и статьи в известных журналах пишут профессионалы, равно «полубоги». Но, придя в новую лабораторию, я вдруг обнаружил, что и моя одногруппница по университетской кафедре Марина Орлова (теперь она Марина Яковлевна Орлова-Беньковская) также уже попала в эти «полубоги», работая под руководством Николая Николаевича!

Именно благодаря Николаю Николаевичу в новом коллективе у меня неожиданно появилось ощущение того, что и лаборатория, и те исследования, которые мы в ней проводим, и сотрудники, и я в том числе – это часть огромной мировой науки. Связь с мировой наукой достигалась именно через огромный авторитет Николая Николаевича в зоологии и гидробиологии. Он постоянно рассказывал о встречах с ведущими учеными, получал от них множество писем, слал рождественские поздравления десяткам ведущих гидробиологов. В первые месяцы нашего общения меня это просто поражало, но потом я к такой ситуации привык. У него имелись оттиски множества статей, полученных от коллег из «потустороннего мира», и их ему продолжали присылать в большом количестве. Мне немедленно тоже захотелось запрашивать у разных авторов оттиски для своей работы и даже слать им поздравительные открытки. Именно в этот период случилось погружение в англоязычную литературу, раньше я очень редко пробовал прочесть что-то на английском языке, не говоря уж о попытках что-либо написать. Первым же иностранным ученым, с которым я лично познакомился с подачи Николая Николаевича, был английский профессор Джеффри Фрайер, живой классик, приехавший в Россию. Для меня стало настоящим открытием, что с ним можно запросто поболтать, и не только на научные темы. Мало того, я немедленно начал Джеффри Фрайера «эксплуатировать», поскольку он согласился редактировать мои статьи, беспощадно расчеркивая их красной ручкой (для молодых сотрудников будет откровением, что и электронной почты тогда еще не было!).

В новом коллективе было совершенно очевидным, что основа современной научной литературы – это англоязычные статьи. Имелась и многочисленная старая литература на немецком и французском языках, и в этих публикациях тоже надо было как-то разбираться. И оправдание для себя самого по типу «я по-немецки не понимаю» сотрудникам лаборатории совершенно не приходило на ум: хочешь понять, хотя бы приблизительно, про что в статье идет разговор – бери словарь (а интернет-словарей тогда не было!) и переводы, даже если никто тебя и не заставляет этого делать!

Для меня стало полной неожиданностью то, что можно писать статьи по-английски и публиковать их в известных западных журналах, которые я раньше видел только в библиотеке. Мне кажется, я бы в те времена просто не решился написать статью по-английски, если бы не был уверен в том, что после правки Николая Николаевича она станет вполне «читаемой». Так же от Николая Николаевича я с интересом (и впервые!) узнал, что журналы бывают разные, и что надо стараться публиковаться в известных изданиях.

Тогда никто в России еще и не знал про библиометрические показатели и формальные рейтинги, но на интуитивном уровне – сейчас это называется «экспертная оценка» – представление о качестве журналов имелось. В понимании Николая Николаевича, надо было представлять статьи в те журналы, в которых публиковались известные нам западные авторы, и это был правильный подход: так повышалась вероятность того, что наша статья будет прочитана соответствующими специалистами.

Сам Николай Николаевич получил, помимо биологического, и специальное «языковое» образование, закончив вечернее отделение 1-го Московского Государственного педагогического института иностранных языков. Он постоянно составлял русско-английские и англо-русские словари, писал статьи про особенности перевода на английский язык, а в трудные 1990-е годы еще и зарабатывал, работая переводчиком. Наверное, это только у нас так бывает, что известнейший ученый, автор словарей и заведующий лабораторией не получает зарплаты, достаточной для пристойного (совершенно не зажиточного!) существования. Но его это не сильно расстраивало, как мне кажется. В целом он был великим оптимистом, совершенно не жаловался на жизнь и пытался сам по мере своих сил решать возникающие проблемы, а не ждать, когда кто-то придет и их решит.

Меня поражало обилие информации, хранившейся в голове Николая Николаевича. Он помнил всех, с кем встречался, по имени-отчеству, включая людей, которых видел раз в жизни, он помнил о множестве мелких эпизодов, связанных с ними. При этом было относительно мало людей, про которых он отзывался резко негативно, хотя о некоторых известных ученых он рассказывал с иронией, и разговоры на крайне серьезные темы периодически «разбавлялись» рассказами о забавных эпизодах в жизни того или иного человека, зачастую случившихся сорок лет назад. Ни разу в жизни он не поругал никого, повышая голос. Никогда мне не приходилось слышать от него про приоритет его мнения как начальника. Дважды при мне лаборатория переезжала из одного здания в другое, и он вместе со всеми сотрудниками принимал самое непосредственное участие в перетаскивании лабораторного скарба и в погрузке его в машину в качестве «грузчика», при том, что ему в то время было уже около 70 лет.

Почти до самых последних лет своей жизни Николай Николаевич сохранял очень бодрое физическое состояние. Передвигался он быстрыми шажками, и зачастую мне за ним надо было бежать вприпрыжку по коридору. Он в очень солидном возрасте приходил пешком на Биостанцию «Глубокое озеро» по лесной дороге. А голова у него работала просто замечательно: в 89 лет (!) он опубликовал второе издание «Физиологии кладоцер» (Smirnov, 2017), переработав эту книгу и увеличив ее объем в полтора раза по сравнению с предыдущим изданием (Smirnov, 2014). При этом практически все новые части были написаны с учетом самых последних публикаций, сообщавших об открытиях, сделанных с использованием ультрасовременных методик, про которые раньше Николай Николаевич никогда не слышал. Многие ученые в



Рис. 2. А.А. Котов и Н.Н. Смирнов в лаборатории, 2018 г.

возрасте «консервируются» в своем времени, Николай Николаевич, наоборот, проявлял абсолютную противоположность, пытаясь понять суть самых модных и современных методов и подходов, несмотря на то, что не собирался их воспроизводить в своей работе.

Николай Николаевич отличался просто поразительной скромностью, он хвалился исключительно успехами подчиненных, а никак не своими собственными. При полнейшем отсутствии каких-либо амбиций в области карьеры, большой зарплаты, получения премий и формальной славы, нельзя сказать, что у него они полностью отсутствовали, но все они касались «науки ради науки». Например, он очень любил попасть в новую страну, в которой никогда раньше не был, и потом с жаром рассказывал про свое путешествие. В рассказах, несмотря на его солидный возраст, чувствовались молодость духа и даже мальчишество.

Двукратное его «разжалование» – когда из неких административных соображений тех лет (спущенного сверху в Институт плана «укрупнения» подразделений – очередной перестройки науки вследствие реформаторского зуда чиновников) лаборатория сначала была преобразована в группу, а потом эта группа была включена в Лабораторию экологии водных сообществ и инвазий. В результате всего этого Николай Николаевич перестал быть начальником вообще, но это совершенно не вызвало у него заметных отрицательных эмоций. Благо, что руководство Института и новый заведующий лабораторией Юрий Юлианович Дгебуадзе не пытались как-то преобразовать группу и изменить тематику, полностью одобряя её неформальное

руководство Николаем Николаевичем, и это было для него гораздо важнее формального статуса.

Николай Николаевич посвятил значительную часть своей жизни Биостанции «Глубокое озеро». Именно благодаря ему, эта практически забытая к началу 1970-х годов станция получила новый импульс развития и стала широко известной в мире. Здесь побывало много коллег не только из России, но и разных стран мира. В условиях 1990-х годов деятельность Биостанции была осложнена множеством проблем, в некотором роде, она была «обузой», отвлекающей от других дел, возможно, более выигрышных с точки зрения эффективности научного труда, и т.д.

В этих условиях особенно явно проявилась еще одна важная идея всей деятельности Николая Николаевича: помимо решения своих личных задач, удовлетворения собственных амбиций, наука (по крайней мере, в России) просто невозможна без элементов бескорыстного служения ей, и «служение» – это совершенно не пустой звук и не казенный штамп. Как мне представляется, именно оно было стержнем всей жизни Николая Николаевича.

Я благодарен М.А. Гололобовой и Н.М. Коровчинскому и за редактирование данной статьи.

Литература

- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С. Вклад Николая Николаевича Смирнова в развитие отечественной и мировой карцинологии // Зоол. ж. 2020. Т. 99. № 10. С. 1083–1093.
- Любищев А.А. Об ошибках в применении математики в биологии. I. Ошибки от недостатка осведомленности // Ж. общ. биол. 1969а. Т. 30. № 5. С. 572–584.
- Любищев А.А. Об ошибках в применении математики в биологии. II. Ошибки, связанные с избытком энтузиазма // Ж. общ. биол. 1969б. Т. 30. № 6. С. 715–723.
- Смирнов Н.Н. Chydoridae фауны мира. Фауна СССР. Ракообразные. Т. 1 (2). Л.: Наука, 1971. 531с.
- Смирнов Н.Н. Macrothricidae и Moinidae фауны мира. Фауна СССР, новая серия. Ракообразные. Т. 1 (3). Л.: Наука, 1976. 237с.
- Смирнов Н.Н. Отряд ветвистоусые ракообразные (Cladocera) // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 219–241.
- Смирнов Н.Н. (ред.). Биоценозы мезотрофного озера Глубокое. М.: Наука, 1983. 224 с.
- Смирнов Н.Н. Жизнь и работа на ихтиологическом факультете // Гидробиология на рубеже веков и тысячелетий. Калининград: Калининградский гос. тех. унив., 2001. С. 5–26.
- Смирнов Н.Н. Записки о быллом. М.: ООО «Сам Полиграфист», 2019. 392 с.
- Smirnov N.N. Physiology of the Cladocera. London, etc.: Academic Press, 2014. 352 p.
- Smirnov N.N. Physiology of the Cladocera. 2nd Edition. London, etc.: Academic Press, 2017. 418 p.
- Smirnov N.N., Kotov A.A. Morphological radiation with reference to the carapace valves of the Anomopoda (Crustacea: Cladocera) // Int. Rev. Hydrobiol. 2009. Vol. 94. P. 580–594.
- Smirnov N.N., Kotov A.A. The morphological radiation of setae of the Cladocera (Crustacea) and their potential for morphogenesis // Int. Rev. Hydrobiol.. 2010. Vol. 95. P. 482–519.

ABOUT NIKOLAI NIKOLAEVICH SMIRNOV, WHO OPENED THE WORLD SCIENCE FOR US

A.A. Kotov

Summary

I have employed by A.N. Severtsov Institute of Evolutionary Morphology and Ecology of Animals (now A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution) in 1994. Professor Nikolai Nikolaevich Smirnov became my teacher. He opened for me and my colleagues the world science and taught us to be a part of the global scientific world.

ДОРОГОЙ НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ

Н.М. Коровчинский, О.С. Бойкова

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

С Николаем Николаевичем Смирновым мы работали долгие сорок пять лет, начиная с лета 1974 г. Большой срок, но теперь кажется, что это время пролетело очень быстро... день за днем..., год за годом.... Мы вместе работали в лаборатории в Москве, работали и жили рядом в одном доме на биостанции «Глубокое озеро», были знакомы семьями (мы, будучи семейной парой, изначально, по счастливому стечению обстоятельств, вместе стали сотрудниками научного подразделения, возглавляемого Николаем Николаевичем), взаимно близко знали детей и родственников. Знали его в большой радости и в большом горе, сочувствовали, переживали, делились мыслями и чувствами. Отмечали вместе дни рождения и другие значимые события в лаборатории, на биостанции и в домашней обстановке. Николай Николаевич был для нас руководителем, старшим коллегой и покровителем, сказать про него «начальник» в формальном смысле было невозможно. Иногда, впрочем, за глаза другие сотрудники звали его «шеф», что обозначало лишь его первенствующий статус. Кем же был для нас Николай Николаевич, если характеризовать его в сущностном, основном смысле? Старший коллега и близкий дорогой человек – вот что приходит на ум при ответе самим себе на этот вопрос. Стоит заметить, что за много лет у нас не было серьезных противостояний, конфликтов, конечно, в первую очередь, благодаря мягкости характера Николая Николаевича, которому удивительным образом соответствовала его фамилия.

Конечно, трудно описать в небольшой статье сколько-нибудь подробно столь долгое время (а многое и забылось), надо коснуться наиболее важного, существенного, как хорошего, так и не очень, жизни, какой она была, как протекала...

Впервые мы встретились с Николаем Николаевичем летом далекого 1974 г. на его квартире, куда пришли знакомиться с ним для устройства на работу после окончания кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета МГУ. Мы были морские биологи, занимавшиеся в студенческие годы исследованием морских обрастаний и систематикой глубоководных морских звезд. Но места для нас в Институте океанологии, с которым мы были связаны, по ряду причин не нашлось, пришлось искать другое пристанище. Благо Алексей Меркурьевич Гиляров посоветовал обратиться к доктору биологических наук Н.Н. Смирнову, известному специалисту по рачкам-хидоридам, который подыскивал сотрудников для работы на биостанции «Глубокое озеро» Института эволюционной морфологии и экологии животных Академии наук (ИЭМЭЖ). Кто такие хидориды мы не знали, но первому из авторов настоящей статьи уже удалось до этого бегло познакомиться с биостанцией и озером Глубоким в период студенчества.

На квартире у Николая Николаевича в районе Филей мы встретили его семью – супругу Лидию Ивановну, которая также была сотрудником научного подразделения Николая Николаевича, и сына Николая, студента технического вуза. Удивила одежда хозяев, одетых в темно-бордовые шелковые халаты, доселе нами невиданные, в них чувствовалось соприкосновение с «мирами иными».

Нам нужно было резко менять тематику, переходить от моря к пресным водам, фауна которых нам была известна плохо, поскольку университетские курсы по пресноводной фауне были очень краткими, кафедра в основном была морской, и все наши устремления были нацелены на мировой океан, далекие научные рейсы, далекие страны, пальмы, коралловые рифы, глубоководные океанические впадины... Но что делать, как бы не хотелось, надо было привыкать к новому... Однако и от старого не так легко было отстать, требовалось завершить начатое исследование морских звезд, написать статьи по результатам дипломной работы. Банки со звездами стояли у нас дома, поскольку в Москве рабочего помещения в то время коллектив биостанции не имел, а на самой станции не было настоящих теплых зимних помещений для работы научных сотрудников (их и до сих пор нет). Я еще долго заканчивал разбор морских проб и писал..., а Николай Николаевич проявлял удивительное терпение – не торопился, не дергал, не заставлял поскорее взяться за пресноводную тематику.

Только летом следующего 1975 года мы более близко приступили к работе на Гидробиологической станции «Глубокое озеро», расположенной на берегу одноименного озера в Рузском районе Подмосковья. Наш небольшой научный коллектив образовал тогда новое научное подразделение ИЭМЭЖ–Группу экологии сообществ пресноводных животных, в состав которой с 1972 г. входили руководитель группы Н.Н. Смирнов, старший научный сотрудник Л.И. Смирнова, занимавшаяся исследованием гематологии рыб, и младший научный сотрудник В.Ф. Матвеев, специализировавшийся по изучению экологии пелагического зоопланктона. С 1974 года к ним присоединились мы – старший лаборант О.С. Бойкова, которой было поручены изучение питания рыб и материальная ответственность в подразделении, и младший научный сотрудник Н.М. Коровчинский, в тематику работы которого входило, прежде всего, изучение фауны и экологии прибрежных ракообразных озера Глубокого. В 1977 г. в штат группы была принята лаборант Л.К. Матвеева, исследовавшая пелагических коловраток (Rotifera).

Сам Николай Николаевич был в то время уже всемирно известным специалистом по систематике, морфологии, функциональной морфологии, экологии и зоогеографии ветвистоусых ракообразных – кладоцер (Crustacea: Cladocera) семейств Chydoridae, Macrothricidae и Moinidae мировой фауны. В 1975 г. он совершил длительное и увлекательное путешествие по Австралии, собирая пресноводную фауну (Смирнов, 2019, с. 148–152). Это было успешное и счастливое время. Кроме того, его увлекала палеолимнология – исследование остатков растений и животных в донных осадках водоемов, прежде



Рис. 1. Сбор проб на Гидробиологической станции «Глубокое озеро» (2007 г.).

интересов был загружен Николай Николаевич – руководством научной группой и биостанцией, участием в Международной биологической программе, в Международной комиссии по глобальному экологическому мониторингу, работой в разных других комиссиях и совещаниях. Кроме того, он всеми силами старался продолжать собственные научные исследования – это было для него главным стержнем жизни. Для этого нужно было иметь немало спокойного времени. Да и по характеру своему Николай Николаевич был человеком любящим уединение, в какой-то мере даже замкнутым. Ему не были свойственны черты наставника, руководителя, лидера. Функция научного руководства была для него делом попутным, воспринятой скорее по необходимости. Ну а мы... учились думать и работать самостоятельно. Помощь затем, конечно, тоже поступала – советами, литературой, коллекционными материалами, но это была не опека учителя, а, скорее, помощь старшего коллеги. Зимой 1976 г. Николай Николаевич взял нас с собой в длительную командировку по линии Международной биологической программы в Ленинград, в Зоологический институт, где можно было поработать с научными коллекциями, подобрать нужный материал, покопаться в богатейшей библиотеке, а также познакомиться с коллегами-зоологами и, конечно, с неповторимыми красотами северной столицы.

всего, конечно, кладоцер, для реконструкции истории этих водоемов. Очевидно, он давно задумал расширить изучение систематики кладоцер фауны мира и, узнав, что я занимался систематикой морских звезд, поручил мне провести систематическую ревизию ветвистоусых отряда Stenopoda мировой фауны. При этом передо мной были поставлены на стол несколько пеницилинок с представителями этой группы рачков, и...далее я был предоставлен в основном самому себе. Также и Оле с её темой по питанию рыб был отмотан большой кусок сетного полотна, даны некоторые начальные советы, а все остальное надо был постигать самостоятельно.

Такой стиль руководства начинающими может показаться несколько странным, но надо представлять, насколько большим и разнообразным набором рабочих тем и

В 1971 г. Николаю Николаевичу директором Института академиком В.Е. Соколовым было предложено занять пост научного руководителя Гидробиологической станции «Глубокое озеро», входившей в состав ИЭМЭЖ и являвшейся старейшей отечественной пресноводной научной станцией. Благодаря этому биостанция была спасена от забвения и возрождена для дальнейшей научной работы. Когда Николай Николаевич впервые пришел туда пешком, он застал картину запустения – старые сараи, покосившийся плетень вокруг станции, старинную бревенчатую лабораторию, которую использовал для круглогодичного проживания профессор Н.Н. Дислер, ихтиолог, один из старейших сотрудников Института, работавший на биостанции ещё с 1920-х годов. Новое здание общежития еще не было достроено, не было рабочих мест, лабораторного оборудования, оптики, орудий лова. Пришлось осторожно «уплотнить» профессора Н.Н. Дислера, попросив его ограничиться жильем в малой задней части лаборатории, а потом, при увеличении числа сотрудников, переселиться в уже достроенное к тому времени летнее общежитие, что, к слову, вызвало большое неудовольствие учеников профессора в Институте, которое потом ещё время от времени сказывалось.

На биостанции в ту пору появился заведующий хозяйством Роман Федорович Кутуков, тертый калач, поднаторевший в организации академического строительства и прочего хозяйственного обустройства. Вместе с Николаем



Рис. 2. На праздновании Дня биостанции 1 августа 2007 г. (слева рабочий биостанции Б.Г. Гавриков).

Николаевичем он энергично взялся за модернизацию биостанции. Сколько времени и сил было потрачено ими для хождения по разным хозяйственным инстанциям! В 1976 г. были построены два дощатых «финских» дома, в которых позднее было устроено печное отопление, была поставлена металлическая ограда вокруг биостанции, а в 1982 г. построена высоковольтная электролиния, и на биостанции наконец-то появилось постоянное электричество! Надо было видеть, с какой радостью и удовлетворением смотрел Николай Николаевич на каждое улучшение жизни биостанции. Он радел об этом и впоследствии, уже в изменившихся условиях, в том числе на рубеже 1990–2000-х годов, когда вложил немалые личные средства в строительство нового бревенчатого жилого дома для проживания сторожей на месте старого уже сгнившего. Приходилось ему горячо отстаивать интересы биостанции в дирекции Института, на ученых советах вплоть до серьезных конфликтов. Был даже период, когда страсти так накалились, что вместе с Р.Ф. Кутуковым они думали сделать биостанцию самостоятельным учреждением, отделив её от Института, что было, конечно, нереалистично.

Биостанции приходилось иногда принимать высоких гостей. Как-то захотел посетить её главный финансист Академии наук СССР господин Гирвиц, затем был визит вице-президента Академии В.А. Котельникова. Прибывали они, конечно, в сопровождении немалых делегаций. Ходили, обозревали природу, озеро и нашу убогую обстановку...Николаю Николаевичу приходилось организовывать угощение, продукты для которого в то время было непросто достать. Никаких видимых положительных последствий для биостанции эти визиты не имели.

Целой эпопеей была также компания за возрождение на территории, окружавшей озеро, заповедника, некогда, вплоть до 1951 г., здесь существовавшего. Трудно сосчитать, сколько было написано бумаг, сколько было хождений по инстанциям. Но твердокаменную бюрократию победить не удалось – заповедник так и остался в мечтах.

Для полноты картины стоит упомянуть, что молодые сотрудники биостанции не всегда были согласны с ее руководством, справедливо желавшим улучшения условий работы и жизни на биостанции. Мы боялись, что проведение на биостанцию электролинии подвигнет профком Института устроить здесь базу отдыха, что, к счастью, не случилось. Высказывали также опасения относительно строительства в 1989–1990 гг. грунтовой дороги, которая, безусловно, способствовала бы притоку на озеро Глубокое рыбаков и туристов. Конечно, так и случилось, но, вместе с тем, было очевидно, что без электричества и дороги биостанция не смогла бы работать. Этого мы, как ни странно, увлеченные чрезмерным природоохранным энтузиазмом понять не могли, противоречили руководству, портили Николаю Николаевичу настроение, но он, по своему обыкновению, переносил все достаточно терпеливо.

На биостанции Николай Николаевич и Лидия Ивановна жили в двухкомнатном отсеке правого крыла общежития, под окнами у них был маленький

огород из трех-четырех грядок. В лаборатории они занимали рабочие места у окон с видом на озеро. Лидия Ивановна была высокой темноволосой женщиной со строгим характером, не одобрявшей, в том числе, нахождения летом на биостанции сотрудников и студентов в слишком легких костюмах. Она успешно исследовала гематологию рыб, работая почти до последних дней своей недолгой жизни (подробнее о Лидии Ивановне можно прочесть в публикации, посвященной ее памяти (см. Smirnov, 1977)). Летом к ним иногда приезжал на велосипеде из Москвы сын Коля.

Осенью 1976 г. случилось неожиданное несчастье – в конце октября в короткий срок от онкологического заболевания скончалась Лидия Ивановна. Николай Николаевич был в очень большом горе, его жизнь (ему было в то время 48 лет) оказалась на перепутье. Он думал уйти из Института, отказаться от заведования группой и биостанцией, но этого не произошло. Чтобы пережить произошедшее, Николай Николаевич на полгода уехал в Швецию, в Стокгольмский международный институт исследований проблем мира (СИПРИ), где занимался изучением влияния войн на состояние окружающей среды. Он работал по этой теме и впоследствии, опубликовав с 1981 по 1999 год несколько статей и одну брошюру Общества «Знание» под заголовком «Экология биосферной катастрофы» (1988). Он также позаботился о доработке и опубликовании результатов неизданных трудов Лидии Ивановны.

Конечно, долгое отсутствие руководителя не могло не сказаться отрицательно на работе группы и биостанции. В это время администрацией Института были отняты какие-то ставки, работа на биостанции шла в прежнем русле, но без надзора. С лета 1976 г. на ней развернула активную деятельность группа сотрудников кафедры гидробиологии Биофака МГУ, возглавляемая А.М. Гиляровым, который периодически работал здесь и раньше. В неё в разные годы входили: научный сотрудник кафедры Ю.Э. Романовский, аспирант А.П. Садчиков, студенты И. Фенёва, Е. Катунина, А. Куликов, Л. Полищук и другие. Работа шла успешно, гости составили как бы единый коллектив с сотрудниками биостанции, вместе жили и питались, устраивали спортивные игры и другие развлечения.

А у Николая Николаевича было нелегкое время вживания в новую реальность, ему, несомненно, было трудно бывать на биостанции, где все напоминало о прошлых недолгих, но счастливых годах жизни. То, что он не бросил биостанцию, решил остаться на посту ее научного руководителя, можно определенно назвать жизненным подвигом. Без этого жизнь биостанции и сотрудников пошла бы, несомненно, иначе и, скорее всего, в неблагоприятную сторону.

Но молодежь, работавшая на биостанции, увлеченная своей молодой жизнью, не слишком понимала обстановку. Порой от некоторых ее университетских представителей можно было слышать неблагоприятные отзывы о руководителе биостанции, который столько сделал для возрождения ее жизни, но по стечению обстоятельств отсутствовал. Со временем эти недостой-

ные высказывания дошли до Николая Николаевича, хотя, возможно, что в не совсем достоверном, преувеличенном виде и, разумеется, вызвали протест с его стороны, выраженный им в письме к А.М. Гилярову. В нем он отказывался от продолжения сотрудничества с кафедрой гидробиологии МГУ, что, конечно, было неблагоприятно для работы биостанции. Впоследствии прежние отношения, несмотря на попытки А.М. Гилярова, так и не наладились; при спокойном, терпеливом характере Николая Николаевича обиды порой им долго не забывались.

Вспоминается еще одно нападение на него со стороны энтомолога-эколога А.Л. Бородина, который на какое-то время был «сослан» администрацией Института на биостанцию по причине алкоголизма. На одном из собраний в Москве он стал публично обвинять Н.Н. Смирнова в том, что тот всего лишь систематик и по этой причине в чем-то не разбирается. Надо сказать, что в целом и с внешней стороны и внутри группы порой приходилось ощущать некоторое высокомерное отношение экологов к коллегам-систематикам.

Году в 1978 наша группа, наконец, обрела рабочее помещение в Москве, до этого времени сотрудники зимой работали в домашних условиях. Это арендованное Институтом помещение находилось в центре города по адресу улица Большая Ордынка, 59, недалеко от метро «Добрынинская» и являлось довольно обширным полуподвалом старого жилого дома. Здесь Николай Николаевич уже мог иметь собственный кабинет, сотрудники работали в соседней комнате, имелась складская площадь. Р.Ф. Кутуков снабдил нас старой списанной мебелью, в том числе двумя огромными стальными сейфами. На стенке своего шкафа Николай Николаевич собрал и повесил ряд изречений из художественной литературы, повествующих о жизни «на дне» вроде того, что «ближе к земле, в подвалах флигелей, вдали от света Божьего, гнездится сволочь всякого рода, отребье общества...» (Н.Г. Помяловский). В этом полуподвале наш коллектив обосновался на несколько лет, там шла очень активная научная работа, писались диссертации, устраивались семинары, принимались иностранные гости.

Через ряд лет нас попросили освободить это помещение, пришлось искать другое, которое нашлось на Кожевнической набережной и также в полуподвале, но более «комфортном» с высокими потолками. Но там нам не дали укорениться. Началась борьба с местными домовыми властями, которые сами имели виды на это помещение, и она закончилась в их пользу. Не успев приступить, пришлось ехать дальше, потеряв часть мебели. Глубоко переживавший все неудачи Николай Николаевич при этом как-то в отчаянии произнес, что «ни в одной «бармалезии» нет такого отношения к науке как в «стране развитого социализма»». Конечно, в целом это не было справедливо, но в данном случае это, безусловно, было так, поскольку руководство Института, следуя ошибочной политике, не желало строить собственное здание. Потом было еще два переезда и, в конце концов, наше подразделение, уже обретшее статус Лаборатории экологии пресноводных сообществ, опять оказалось без рабоче-

го помещения и было вынуждено перевезти все имущество и мебель на биостанцию «Глубокое озеро».

Как раз в период пребывания нашей группы в полуподвале на Большой Ордынке произошло неожиданное пополнение состава коллектива за счет появления в нем аспиранта из Перу Рубена Саула Вальдивии Виллара. В то время был, очевидно, период укрепления отношений нашей страны с Перу, там, в верховьях Амазонки, даже была организована биостанция ИЭМЭЖ. Так вот, проходя как-то коридором Института, Николай Николаевич наткнулся на бородатого человека южного вида, стоявшего в растерянности. С ним можно было лишь с трудом объясниться. Выяснилось, что этот человек приехал по приглашению Академии наук совершенствоваться в области то ли биохимии, то ли биофизики, но что-то пошло не так по линии бюрократии, и он остался не у дел, пребывая в неопределенности. Николай Николаевич не остался равнодушным и пригласил Рубена Саула к нему в аспирантуру по теме изучения кладоцер Перу. Тот не был знаком ни с зоологией, ни тем более с микроскопическими рачками, не знал русского языка, но стал усердно трудиться, за сравнительно короткий срок выучился всему и, в конце концов, защитил достаточно добротную диссертацию по заданной ему теме. Более того, к нему приехала семья: жена Мария Луиза с двумя маленькими дочерьми Марией Хосе и Марией Фатимой. Николай Николаевич, имея связи в Президиуме Академии, очень опекал перуанское семейство, обеспечил его хорошей квартирой и всякими другими удобствами. Во всех этих заботах участвовали и другие сотрудники группы. Мария Луиза позже также защитила диссертацию по исследованию пигментов кладоцер. По завершении стажировки наши гости очень не хотели уезжать, понимая, что на родине не будут иметь такой работы и таких жизненных удобств.

В 1978 году Николай Николаевич обрел новую семью, женившись на Ларисе Андреевне Луферовой, в прошлом его коллеге по работе в академическом Институте биологии внутренних вод в пос. Борок Ярославской области, а в то время сотруднице Института «Гидропроект» в Москве. Он усыновил сына Ларисы Андреевны Алексея, мальчика лет восьми. Николай Николаевич очень заботился об Алеше, его воспитании и образовании. Его стараниями тот поступил затем на кафедру низших растений Биофака МГУ, стал специалистом по болезням культурных растений, а впоследствии доктором наук и профессором Тимирязевской академии.

Семья Смирновых приезжала на биостанцию «Глубокое озеро», особенно часто здесь бывали Николай Николаевич и Алеша. Мальчик с помощью отца учился познавать природу. Были многочисленные прогулки по окрестностям, сбор растений, грибов и ягод, работа в маленьком огороде. Обычно транспорта не было. Помнятся их фигуры, закутанные в плащи, когда они уходили во время дождя с биостанции на автобус для возвращения в Москву.

В начале 1980-х годов Николай Николаевич организовал сотрудничество биостанции с Институтом минералогии, геохимии и кристаллохимии редких

элементов, группа сотрудников которого провела серию гидрохимических исследований озера Глубокого. Вместе с трудами сотрудников биостанции результаты этих работ составили отдельный том международного журнала “Hydrobiologia” (1986), что в советское время было редким примером выхода отечественной науки на международную арену.

Постепенно внимание Николая Николаевича к биостанции ослабло. Изменились его семейные обстоятельства, новая семья требовала большего внимания, уже не было в живых основного организатора и двигателя станционного хозяйства Р.Ф. Кутукова. Много времени занимала другая работа, заграничные поездки. Частое отсутствие руководителя сказывалось на работе биостанции, обстановке в коллективе. Изменился и состав последнего, в 1990 г. его покинули квалифицированные зоопланктонологи супруги Владимир и Лилиан Матвеевы, эмигрировавшие в Австралию. Появились новые молодые сотрудники – А.О. Беньковский, М.Я. Орлова-Беньковская, А.А. Котов, А.Ю. Синёв (последний вскоре перешел на кафедру зоологии беспозвоночных Биофака МГУ). В целом тематика лаборатории стала более «зоологической».

Вместе с тем, в новой политической обстановке появилась возможность у иностранных коллег бывать на биостанции, что раньше, за очень редким исключением, было невозможно. Николай Николаевич вместе с сотрудниками возлагал большие надежды на международное сотрудничество, в том числе и на финансовую помощь, поскольку материальная поддержка биостанции со стороны Института в начале 1990-х годов резко сократилась. Но этим надеждам не суждено было сбыться, иностранные гости приезжали в основном лишь взглянуть на открывшуюся из-за «железного занавеса» новую для них загадочную страну. В 1990-х годах здесь побывали профессор Х. Дюмон (H. Dumont) из университета г. Гент (Бельгия) со своими сотрудниками И. Мертенсом (J. Mertens) и Х. Сегерсом (H. Segers) с супругой Сильвией, профессор Д. Бернер (D. Berner) (Филадельфия, США) и профессор Б. Тиммс (B. Timms) (Аделаида, Австралия). Из них только Х. Сегерс работал на биостанции достаточно продолжительно, около месяца, изучая фауну колловраток (Rotifera).

В 1990-х годах Николай Николаевич приобрел участок земли и начал строить дачу в деревне Апальщино, километрах в 8–10 от биостанции, с тем расчетом, чтобы было достаточно легко добираться и до нее. Он любил садоводство и, конечно, возможность обрести собственный участок земли вызвала у него большой энтузиазм, сохранявшийся до конца жизни.

Как не раз писал в своих воспоминаниях Николай Николаевич (Смирнов, 2005, 2019), он с ранних лет приобрел живейший интерес к природе, занятиям наукой, и этот интерес, в полном смысле энтузиазм, сохранялся у него всю жизнь. О своей научной работе он подробно написал в указанных публикациях, данные о его вкладе в отечественную и мировую зоологию обобщены в статье Коровчинского и Бойковой (2020). Необходимо подчеркнуть уникальность Николая Николаевича именно как специалиста мирового уровня, постоянно публиковавшегося в международных журналах, участвовавшего

во многих зарубежных конференциях, побывавшего во многих странах и знавшего лично многих зарубежных коллег. Как писалось ранее (Коровчинский, Бойкова, 2020), в этом ему, безусловно, помогало профессиональное знание английского языка, что в то время не было свойственно большинству отечественным ученым.

Свои знания и настрой Николай Николаевич стремился передать своим молодым сотрудникам, приглашал их участвовать в зарубежных изданиях, знакомил с иностранными коллегами, которые порой приезжали в Москву. Для нас, не имевших до конца 1980-х годов возможности выезда за рубеж, эти встречи были очень важны. Так, на квартире Николая Николаевича мы познакомились с румынским карцинологом Стефаном Негря (S. Negrea), американским профессором Дэвидом Фраем (D. Frey), который подробно рассказывал о последних результатах своих исследований, демонстрируя слайды, бельгийским профессором Х. Дюмоном (H. Dumont). Ещё раньше в полуподвальную лабораторию на Большой Ордынке приходил испанский кладоцеролог Мигель Алонсо (M. Alonso), который попав туда, удивленно спросил: «А это и есть Академия наук?». Позже были встречи с австралийским лимнологом У. Вильямсом (W. Williams) и бразильским профессором Ж. Тундиси (J. Tundisi).

Как уже было сказано выше, в характере Николая Николаевича было стремление не «руководить», а скорее тактично и доброжелательно направлять, показывать пример, покровительствовать. Дав сотруднику тему, он почти не вмешивался в ход его работы, узнавая о ее результатах в разговорах, на семинарах и в ходе отчетов. У него всегда присутствовало желание расширить тематику исследований, он часто обращался к сотрудникам с тем или иным новым предложением (например, он долго пытался внушить идею заняться изучением мускулатуры кладоцер), но те обычно предпочитали продолжать «копать» свои темы, не отвлекаясь на новое. Мы помним лишь единственный случай, когда Николай Николаевич активно настоял, чтобы зоопланктонолог В. Матвеев занялся исследованием остатков кладоцер в донных отложениях, что тот затем успешно выполнил, получив интересные результаты полезные и для своей основной темы.

В стиле руководства Николая Николаевича было много правильного, приучавшего к самостоятельности, но, вместе с тем, многое пускалось на самотек; в такой обстановке в подразделении, не чувствующем волю руководителя, начиналась энтропия, брожение, столкновения личных интересов. Николай Николаевич, похоже, по особенностям характера недостаточно чувствовал важность своей руководящей роли в построении эффективной работы коллектива и отдельных сотрудников, налаживании их взаимоотношений. Он всеми силами стремился вести самостоятельные исследования (круг интересов его был обширен, о чем уже говорилось и ещё подробнее будет сказано ниже), а времени для этого у него не хватало, много сил отнимали отчеты, участие в разных комиссиях и пр. Административную работу

он откровенно не любил, стремился поскорее от нее отделаться. Большое облегчение в этих трудах он получил, когда в наш коллектив поступила лаборантом Н.В. Бритаева, взявшая на себя выполнение машинописных, курьерских и других технических обязанностей.

Николай Николаевич обычно следил за служебным ростом сотрудников, подталкивал, стремился довести их работу до защиты диссертации. Действительно, все мы защитили в приемлемые сроки кандидатские диссертации, а некоторые потом и докторские (Н.М. Коровчинский, А.А. Котов, А.Ю. Синёв). Главное, что в целом нами был воспринят правильный стиль работы – возможно детальная проработка вопросов, иной раз с охватом смежных тем, широкое международное сотрудничество. Все это дало возможность коллективу занять лидирующие позиции в мировой науке, коллективно более широко и глубоко продолжить начинания Николая Николаевича.

Будучи руководителем научного подразделения и руководителем диссертационных работ, Николай Николаевич никогда не стремился к соавторству, тем более, никогда не приписывал свою фамилию к чужим трудам, в этом он был очень щепетилен. Большинство работ написано им без соавторов, а если с соавторами, то значит, что эти работы были действительно коллегиального характера (обзоры, определители) или его вклад в них был особенно существенен.

Помимо зоологических исследований ветвистоусых ракообразных, которые были главным направлением его научной деятельности (см. Коровчинский, Бойкова, 2020), Николай Николаевич занимался рядом других тем. В первую очередь это была оценка влияния войн и других социальных катастроф на окружающую среду, чем он начал заниматься в 1976 г. в Швеции в Стокгольмском институте исследований проблем мира (СИПРИ). По этой теме было опубликовано восемь статей в отечественных и зарубежных изданиях. Другой областью его интересов была альгология, особенно биология цианобактерий и протококковых водорослей, с исследования которых Николай Николаевич начал свою научную деятельность и защитил кандидатскую диссертацию. Потом были исследования питания водных беспозвоночных, в том числе высшими водными растениями, фауны беспозвоночных различных водных биотопов. В течение многих лет у Николая Николаевича не иссякал интерес к физиологии ветвистоусых ракообразных, по этой теме он опубликовал фундаментальную монографию, выдержавшую два издания в издательстве Elsevier (2014, 2017). Но особенно большое внимание Николай Николаевич уделял исторической биоценологии (палеолиминологии), что было прямо связано с хорошим знанием им морфологии кладоцер и других водных организмов, возможностью их адекватного определения. По этой теме он опубликовал итоговую монографию «Историческая экология пресноводных зооценозов» (2010). Обозревая очень широкий спектр трудов Николая Николаевича можно отметить его необычность на фоне привычной узкой специализации современных биологов. В нашей лаборатории начатая

им тематика продолжается в плане углубленных исследований систематики, фаунистики, зоогеографии и генетики ветвистоусых ракообразных (*Cladocera*) и палеолимнологии.

Помимо биологии, истинным и в полном смысле профессиональным увлечением Николая Николаевича была филология. Со студенческих лет он начал серьезно заниматься сначала на курсах английского языка, а потом на вечернем отделении Института иностранных языков, поэтому этот язык знал в совершенстве, в достаточной мере он также знал немецкий и французский языки. И не просто знал английский язык, а вложил труд исследователя в его познание, написав ряд оригинальных руководств: «Все английские предлоги»

(2009), «Словарь английских сочетаний без артикля» (2011), «Справочник английских предлогов» (2015). С 1955 г. Николай Николаевич начал участвовать в создании англо-русских и русско-английских биологических словарей и занимался этим почти всю жизнь. Теперь уже не одно поколение биологов пользуется этими незаменимыми изданиями. Конечно, прекрасное знание общепотребительного английского языка, профессия переводчика очень помогали Николаю Николаевичу в его основной биологической работе, открывали возможность выезжать за границу, участвовать в международных конференциях, налаживать контакты с заграничными коллегами, печататься в зарубежных изданиях тогда, когда общая обстановка для ученых была «невыездной». Эта атмосфера «международности» повлияла затем и на сотрудников его лаборатории, помогая выполнять работу на более высоком уровне. При этом мы, конечно, пользовались помощью Николая Николаевича при налаживании контактов с зарубежными коллегами и написании статей на английском языке, которую он неизменно охотно оказывал.

Судьбе Николая Николаевича благоприятствовал ряд важных обстоятельств. Он вступил во взрослую жизнь после окончания войны, ближайшие родственники не подвергались репрессиям (более дальние подвергались), с детства находился в интеллигентном семейном окружении, обстановка которого способствовала его цельному интеллектуальному развитию, прежде всего как естествоиспытателя. Затем это было закреплено учебой на кафедре гидробиологии Московского института рыбной промышленности и хозяйства (Мосрыбвтуза), которую возглавляла выдающийся специалист-гидробиолог профессор Н.С. Гаевская, где он прошел хорошую школу подго-



Рис. 3. Николай Николаевич Смирнов на праздновании своего 80-летия (2008 г.).

товки как гидробиолог широкого профиля. Второй научной школой Николая Николаевича была лаборатория профессора Ф.Д. Мордухай-Болтовского в академическом Институте биологии внутренних вод, где он приобщился к зоологической тематике, в сфере которой оставался до конца своей жизни. Он находился в общении с выдающимися коллегами-биологами – Б.С. Кузиным, Е.В. Боруцким, А.А. Стрелковым, Г.Г. Винбергом, М.А. Фортунатовым и многими другими. Начало его активной научной деятельности как зоолога совпало со временем политической «оттепели» в нашей стране, когда оказались возможны международные контакты, осуществлению которых способствовал талант Николая Николаевича к иностранным языкам. Без всего этого выполнение ревизии мировой фауны клadoцер семейства Chydoridae, проводившейся в 1960-х годах, было бы очень затруднено или даже невозможно.

Исключительная работоспособность и огромный интерес к проблеме, позволили ему, недавнему гидробиологу-альгологу, всего за 10 лет выполнить масштабное исследование мировой фауны этой, до того совершенно неизвестной ему большой группы микроракообразных, написать много статей и защитить докторскую диссертацию в Зоологическом институте, что Николай Николаевич особенно с гордостью отмечал, а затем опубликовать замечательную монографию «Chydoridae фауны мира» (1971). В далеком, затерянном в российской глубинке, поселке Борок Ярославской области, Николай Николаевич получал посылки с пробами этих рачков со всего света. Позже он вспоминал, как вез зимой на саночках объемистую рукопись упомянутой выше книги на почту для отправки в редакцию Зоологического института.

В науке Николай Николаевич не был спорщиком, полемистом, не стремился критиковать чужие исследования, а если и критиковал, то очень мягко, наставительно. Его правка в тексте рукописей была обычно очень аккуратной, даже, пожалуй, с каким-то «извинительным» оттенком. Здесь опять же сказывался его спокойный, мирный нрав. Он был оппонентом многих диссертаций, и никогда не было слышно, чтобы против какой-либо из них возникали с его стороны серьезные возражения. За это его любили, иногда его снисходительностью пользовались не очень добросовестные люди. В свои молодые годы, будучи аспирантом и научным сотрудником, Николай Николаевич преподавал в Мосрыбвузе, где до этого учился. Я как-то спросил его, ставил ли он когда-нибудь при этом двойки. Из ответа: «да ну их», можно было понять, что нет. Но из сказанного не нужно делать вывод о каком-то безграничном равнодушии и терпимости Николая Николаевича. Он очень нетерпимо относился к безобразиям и аморальным поступкам, с негодованием вспоминал некоторые случаи, происходившие при его работе в Борке. Выше было сказано, как он горячо, вплоть до серьезных столкновений с дирекцией, отстаивал интересы глубокоозерской биостанции, иногда отказывался допускать диссертации к защите. Долго сдерживаемое неприятие,

раздражение могло потом вылиться у него в очень резкие действия, которых, наверное, можно было бы избежать при осуществлении профилактических мер.

Николай Николаевич был библиофилом, большая часть книг и журналов, находящаяся ныне в библиотеке биостанции и в лаборатории в Москве была собрана благодаря его инициативе. Узнав, что обменный фонд Ленинской библиотеки отдает дубликаты книг и журналов научным организациям по официальному запросу, он организовал походы туда для поиска нужной литературы. В 1980-х годах этот фонд помещался в большом храме Святого Климента в Климентовском переулке в центре Москвы. Огромное помещение было сплошь заполнено стеллажами с книгами разных направлений. На хорах находился склад церковных книг. Мы с Николаем Николаевичем ходили туда несколько раз, по его словам: «Каждый такой поход... был волнующим приключением с интересными находками» (Смирнов, 2019, с. 112). Отобранные книги вывозили в полуподвальную лабораторию на Большой Ордынке. Потом часть книг попала на биостанцию. С теми же целями мы ходили затем в Обменные фонды Библиотеки иностранной литературы и Сельскохозяйственной библиотеки. Литература поступала и из других источников, частично из личной библиотеки Николая Николаевича. К сожалению, при упомянутых выше хаотичных переездах нашей лаборатории часть книг была утрачена.

В коллективе, возглавляемом Николаем Николаевичем, в целом царил спокойная, доброжелательная атмосфера. Регулярно устраивались семинары, обмен мнениями за чайным столом. По случаю юбилеев или приезда иностранного гостя Николай Николаевич приглашал гостей домой, в квартиру на улице Северодвинская в районе Медведково. Он обычно участвовал при этом в подготовке праздника вместе с супругой Ларисой Андреевной, любил что-то приготовить сам. Вообще Николай Николаевич был большим семьянином, очень много участвовал в домашнем хозяйстве, почти до последних дней жизни ходил в магазин, занимался уборкой квартиры. Дача в деревне Апальчино, которую он построил, вместе с садом и огородом, также были на его попечении. Нельзя забыть того, с каким вниманием и интересом относился Николай Николаевич к личной жизни людей своего коллектива, с пониманием входил в их семейные обстоятельства, интересовался детьми, их развитием и успехами. Приходил почтить память их умерших родителей, разделить семейное горе.

Николай Николаевич в практической повседневной жизни не отличался большим умением – домашним инструментарием, насколько известно, владел слабо, невозможно было представить его за рулем велосипеда или автомобиля, на спортивной площадке и т.д. На биостанцию лет до 80-ти он ходил пешком (от автобусной остановки в деревне Ново-Горбово до биостанции около 5,5 километров), только изредка, особенно в более преклонном возрасте, его подвозили сотрудники биостанции на автомобиле. Плавать

не умел. Когда-то в молодости он занимался несложными экспериментами с водорослями и ветвистоусыми ракообразными, их культивированием, но, безусловно, гораздо больше тяготел к описательной работе. Математику не воспринимал. Когда наступила эра компьютеров и интернета, то у Николая Николаевича, в то время уже пожилого человека, их освоение вызвало немало затруднений. Его стихией были письменный стол, книги, микроскопирование и зарисовка изучаемых объектов, составление словарей, переводы. Истинный интерес у Николая Николаевича с малых лет вызывала окружающая природа во всех ее проявлениях, натуралистическое начало в нем было очень сильно. Помимо водных беспозвоночных он хорошо знал водоросли, высшие растения, проводил экскурсии по ним. В целом он был очень хорошо подготовленный пресноводный гидробиолог широкого профиля, чему в свое время специально обучался, в отличие от нас, в студенчестве почти не знавших жизнь пресных вод и, в общем, узко специализировавшихся по морской фауне. Приезжая на биостанцию, Николай Николаевич сразу надевал резиновые сапоги, брал сачок и шел собирать прибрежную водную фауну, которую затем исследовал под микроскопом. Другая сторона его личных интересов коренилась в гуманитарной сфере – филологии и истории.

Кроме познания местной русской природы, Николай Николаевич, безусловно, имел страсть к путешествиям и познанию чудес краев далеких. И в этом ему очень повезло, поскольку с довольно молодых лет он начал выезжать в зарубежные страны, куда обычному советскому человеку вход был закрыт. И где он только не был! Перечень и описание стран приведено в его книге воспоминаний (Смирнов, 2019). А еще, конечно, были многочисленные поездки по Советскому Союзу, на восток до озера Байкал, восточнее побывать не довелось.

Еще одной сферой интересов Николая Николаевича была художественная литература, особенно поэзия, многое он помнил наизусть. Был интерес к пословицам и поговоркам, частушкам, «словечкам» (см. Смирнов, 2019, с. 171–172). Все это опять же свидетельствовало о его общем интересе к словесности. При этом сквозь свойственную ему сдержанность проглядывал иногда юмор и даже как бы озорство. Хорошее знание иностранных языков позволяло многое читать в оригинале, а еще ранее при обучении английскому языку соответствующая литература входила в программу, что-то из нее надо было заучивать (Смирнов, 2019). В период своей научно-организационной деятельности в Президиуме Академии Наук Николай Николаевич имел случай способствовать продвижению в печать книги «Этногенез и биосфера земли» историка Льва Гумилева, которой не давали хода (Смирнов, 2019, с. 105).

Николай Николаевич всегда проявлял живой интерес к истории, особенно к истории науки, активно интересовался историей своих предков и оставил сведения о них в своей книге воспоминаний, знал он также многих известных отечественных биологов (см. Смирнов, 2019). Мы вместе с ним ходили на встречу с профессором Зинаидой Эрнестовной Беккер, внучкой Н.Ю. Зо-

графа, основателя биостанции на Глубоком озере, которая поведала нам много важного и интересного о своих предках. Николай Николаевич тщательно исследовал биографию своего дальнего родственника биолога В.Г. Дурова и опубликовал сведения о нем в журнале «Природа» (2008), которые затем расширил в книге воспоминаний (Смирнов, 2019). Характерно также, что Николай Николаевич стремился искать и читать старую литературу по естествознанию XVII–XIX веков и использовал некоторые данные оттуда в своих работах. Интересны его рассуждения о пересечении путей науки и искусства (Смирнов, 2019, с. 163–168). Несомненно, что именно интерес к истории науки способствовал возрождению издания «Трудов Гидробиологической станции на Глубоком озере имени Н.Ю. Зографа», которое Николай Николаевич инициировал в 1997 г. после почти семидесятилетнего перерыва.

Николай Николаевич был очень интересным собеседником. Он был свидетелем большой эпохи развития науки в нашей стране, знал многих замечательных ученых, очень много повидал в стране и мире, да и просто был культурным человеком, многое познавшим и продумавшим. Поэтому то, что он рассказывал и обсуждал, было важным, ярким, запоминающимся.

По линии отца Николай Николаевич вышел из священнического рода, в котором были два святых священномученика – Всеволод Васильевич Смирнов и Димитрий Васильевич Смирнов. Их родной брат Николай Васильевич



Рис. 4. В лаборатории биостанции (2012 г.).



Рис. 5. В московской лаборатории (2015 г.).

Смирнов, дед Николая Николаевича, также учился в духовной семинарии, но не окончил ее, так как был исключен за какие-то провинности. Мама Зиновия Михайловна была религиозной женщиной. О своем детстве, которое пришлось на 1930-е годы, Николай Николаевич вспоминал: «По воскресеньям и праздникам ходили в церковь. Ярko осталось в памяти, как расходились домой по схваченным морозом лужам после службы, кажется, накануне Вербного воскресенья, с горящими свечками. Смутно помню приезды брата деда Дмитрия – высокого священника в темном одеянии...» (Смирнов, 2019, с. 11). Конечно, эта теплая атмосфера детства не осталась втуне. До конца жизни Николай Николаевич, несмотря на годы «советского воспитания», не был чужд вопросам веры, знал Библию, читал святых отцов, дарил фамильные иконы храмам в селах Колюбакино и Ново-Горбово, расположенных в окрестностях биостанции, выполняя наказ матери «не забывать искру Божию» (Смирнов, 2019, с. 23). У него в кабинете за стеклом шкафа находилось изречение святого благоверного Великого князя Владимира Мономаха: «Смерти бося, дети, не боячи, ни рати, ни от звери, но мужское дело творити, каковы Бог подаст. Оже боязь от рати, и от звери и от воды, от коня спадаяся, то никто же вас не может вредитися и убити, понеже не будет от Бога повелено. А иже от Бога будет смерть, то ни отец, ни мать, ни братья не могут отъяти, но аче добро есть блюсти, Божие блюденье леплее есть человеческого».

Летом 2015 г. мы посетили с Николаем Николаевичем и Ларисой Андреевной подмосковный Троицкий храм на реке Москве между Звенигородом и селом Поречье (ныне подворье Николо-Перервинского монастыря в Москве), где многие годы служили его предки. Храм и прилегающая к нему территория находились тогда в процессе активного восстановления, на аналое лежала икона священномученика Димитрия Смирнова, двоюродного деда Николая Николаевича.

Семейная жизнь Николая Николаевича протекала непросто, омрачалась разногласиями родственников, несправедливыми нападками, которые тяжело им переживались. Только спокойный характер и огромное терпение помогали ему переносить невзгоды, однако, все это, несомненно, сказывалось на его здоровье.

Замечательно было желание Николая Николаевича написать и оставить воспоминания о себе и своем времени, которое, конечно, было неповторимо и по-своему ярко. Эта мысль, очевидно, жила в нем давно и, к счастью, успела реализоваться незадолго до его кончины (Смирнов, 2019). Эпиграфом к книге были выбраны слова великопостной покаянной молитвы: «Господи и Владыко живота моего, дух праздности, уныния, любоначалия и празднословия не даждь ми...».

В последние примерно два-три года здоровье Николая Николаевича заметно ухудшилось, стали отказывать ноги, он ходил с палочкой, но все равно приезжал на такси на ученые советы в Институт и в лабораторию, интересовался ходом



Рис. 6. Возле Троицкой церкви села Троицкое (слева направо: Н.Н. Смирнов, О.С. Бойкова, Л.А. Смирнова) (1915 г.).

работ, участвовал в семинарах, писал воспоминания, дорабатывал второе издание книги “Physiology of the Cladocera”.

У Николая Николаевича было чувство истории: истории своей страны, истории науки, истории своего рода. В эту личную историю оказались вплетены многие и многие его коллеги и, неисповедимыми судьбами и мы, его ближайšie соратники. Он и путь его жизни вошли в нашу жизнь, мы ответственны за развитие оставленного нам научного наследства и сохранение благодарной памяти о том, кто явился основателем нашего научного родословного древа.

Николай Николаевич Смирнов был в высшей степени интеллигентным человеком, очень разносторонним, знающим, культурным, прежде всего, конечно, биологом и натуралистом, но также и гуманитарием, с ним можно было, как сказано выше, интересно и содержательно обсудить многое. Но сколько еще осталось недоговоренного... С кончиной человека уходит целый мир, особенно это относится к людям высокого достоинства. Прощай, добрый человек, как жаль не увидеть более твоего мягкого, округлого русского лица, внимательных глаз, не пожать твердой руки... да упокоит Господь душу твою с миром...

Литература

- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С. Вклад Николая Николаевича Смирнова в развитие отечественной и мировой карцинологии // Зоол. ж. 2020. Т. 99, № 10. С. 1083–1093.
- Смирнов Н.Н. Почему я стал биологом (памяти Владимира Геннадиевича Дурова) // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2005. Т. 9. С. 8–20.
- Смирнов Н.Н. Записки о былом. – М.: ООО «САМ ПОЛИГРАФИСТ», 2019. 392 с.
- Smirnov N.N. L.I. Smirnova (1923, November 17 – 1976, October 31). In memoriam // Hydrobiologia. 1977. Vol. 55. P. 271–276.

DEAR NIKOLAY NIKOLAEVICH

N.M. Korovchinsky, O.S. Boikova

Summary

Memories of professor N.N. Smirnov’s closest colleagues, who worked with him for 45 years, about their joint work and life in the Moscow laboratory and at the biostation “Lake Glubokoe”.

СОВРЕМЕННЫЙ ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА ГЛУБОКОГО: РЕЗУЛЬТАТЫ ЧЕТЫРЕХ ЛЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Д.И. Соколов, О.Н. Ерина, М.А. Терёшина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Введение

Многочисленные исследования термического режима сотен озер по всему миру – от крупнейших озер Америки и Европы до средних и малых водоемов – свидетельствуют о существенном росте их поверхностной температуры с конца 1970-х – начала 1980-х гг., особенно в умеренных широтах. Это подтверждается как натурными данными (Schindler et al., 1990; Dobiesz, Lester, 2009; Обязов, 2011; Жукова и др., 2014; O'Reilly et al., 2015; Winslow et al., 2017; Дубровская и др., 2018; Anderson et al., 2021), так и модельными расчетами (Kirillin, 2010; Fink et al., 2014; Rose et al., 2016; Piccolroaz et al., 2020).

С учетом прогнозируемых климатических изменений в XXI веке ожидается еще большее увеличение температуры воды в озерах. Такие модельные прогнозы получены как на основе статистического анализа архивных данных (Trumpickas et al., 2009), так и в соответствии с различными климатическими сценариями: удвоением выбросов CO₂ (Hondzo, Stefan, 1993; Fang, Stefan, 1999), актуальными сценариями RCP (Суховило, 2020) и др.

Среднемировые темпы нагрева озерных вод за последние 50–70 лет многими исследователями оцениваются примерно в 0,03 °C/год (Kirillin, 2010; Филатов и др., 2013; O'Reilly et al., 2015; Ефремова и др., 2016), причем после 1970-х гг. эти темпы возросли примерно вдвое (Ефремова и др., 2016). Чаще всего оцениваемые изменения температуры воды оказываются существеннее, чем прогрев воздуха (Dobiesz, Lester, 2009; Жукова и др., 2014; O'Reilly et al., 2015; Ефремова и др., 2016; Суховило, 2020), но могут быть сопоставимы (Kirillin, 2010) или уступать потеплению атмосферы (Обязов, 2011).

Однако, несмотря на попытки выделить зональные закономерности климатически обусловленных изменений термического режима озер, было показано (O'Reilly et al., 2015), что даже в пределах одного региона тренды изменения температуры поверхностных вод характеризуются очень большим разбросом (вплоть до охлаждения в отдельных озерах). Различаются эти тренды и по сезонам. Так, в Чудском озере среднегодовые поверхностные температуры практически не изменились, зато зимние возросли на 1,5 °C (Ögü et al., 2020). Аналогичная тенденция (даже с небольшим снижением летних температур) отмечается в небольших озерах Берлина (Kirillin, 2010).

Многие исследования ограничиваются рассмотрением только поверхностной температуры, отмечая ее несомненный рост. Между тем, изменения температуры гипolimниона не столь очевидны. В отдельных озерах наблю-

дается рост температуры глубинных слоев зимой (Anderson et al., 2021). По прогнозу (Hondzo, Stefan, 1993) в условиях глобального потепления можно ожидать даже некоторого охлаждения гипolimниона. В одной работе (Kirillin, 2010) показано, что вслед за термическим возможна кардинальная перестройка гидродинамического режима озер – переход от димиктического типа перемешивания к теплому мономиктическому с соответствующим резким изменением придонных температур.

Наряду с прогревом озер уже зафиксированы наблюдениями или прогнозируются в будущем следующие термодинамические последствия глобального потепления: заглубление термоклина (Schindler et al., 1990), увеличение продолжительности и устойчивости летней стратификации (Hondzo, Stefan, 1993; Fang, Stefan, 1999; Trumpickas et al., 2009; Kirillin, 2010). Все это определяет многочисленные гидроэкологические последствия для пресноводных экосистем: изменения ледового режима, уровня воды, прозрачности, длительности вегетационного периода, биопродуктивности и биоразнообразия, темпов эвтрофирования, эмиссии парниковых газов и т.д.

Глобальное потепление принято связывать с антропогенным фактором. Между тем, климатические изменения – не единственная причина изменений термического режима озер и не единственное следствие антропогенного воздействия. На прогрев озер в не меньшей степени могут влиять цикличность циркуляции атмосферы (Шимараев и др., 2019), изменения антропогенной нагрузки на водосбор (Филатов и др., 2013), вселение гидробионтов-фильтраторов (Жукова и др., 2014) и вызываемое последними двумя факторами увеличение прозрачности (Dobiesz, Lester, 2009; Rose et al., 2016).

В настоящее время чрезвычайно сложно разделить воздействие природных и антропогенных факторов на формирование гидроэкологического состояния водоемов, так как процент водных экосистем, не трансформированных человеческой деятельностью, невелик и продолжает стремительно снижаться (особенно в Московском регионе). В этом отношении особый интерес представляет озеро Глубокое, водосбор которого расположен на территории государственного природного заказника в Рузском районе Московской области и отличается малой антропогенной нарушенностью.

На протяжении более чем вековой истории комплексных исследований экосистемы озера Глубокого наблюдения за температурой воды проводились как правило «лишь попутно с другими исследованиями гидрохимического или гидробиологического характера и играли подсобную роль» (Щербаков, 1967). Собственно термический режим в 1946 г. детально изучал Б.Б. Богословский (1951), а в 1948–1956 гг. – Л.Л. Россолимо (Щербаков, 1967). На основе этих и других имеющихся данных указанными авторами выполнены расчеты теплозапаса озера, средней температуры, его вертикальной устойчивости. Из более поздних опубликованных работ следует упомянуть наблюдения 1976 г. (Садчиков, 1983). Однако сопоставимых по детальности исследований термического режима озера Глубокого в современную клима-

тическую эпоху с середины XX века не производилось. С 2017 г. наш коллектив начал систематические наблюдения за температурой воды озера для восполнения этого пробела.

Материалы и методы

Основными материалами настоящей работы послужили данные автоматической регистрации температуры при помощи термометрической косы, устанавливаемой преимущественно в периоды открытой воды в 2018 г. (с 13 мая по 3 ноября), 2019 г. (с 25 апреля по 12 ноября), 2020 г. (с 10 июля до весны следующего года) и в 2021 г. (с 14 июня по 14 ноября).

Термометрическая коса представляет собой буйковую станцию, закоренную в центральной, самой глубоководной части озера (рис. 1) и оснащенную регистраторами температуры воды НОВО UA-001-64 и НОВО MX2201 (Oneset, США), закрепленными на тросе на глубинах 0,5, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 20, 26 м.

Дополнительным материалом послужили данные рейдовых наблюдений на той же вертикали, проводимых нашим коллективом с 2017 г. на регулярной основе с частотой 1–3 раза в месяц: в 2017 г. – с июня по октябрь, а с

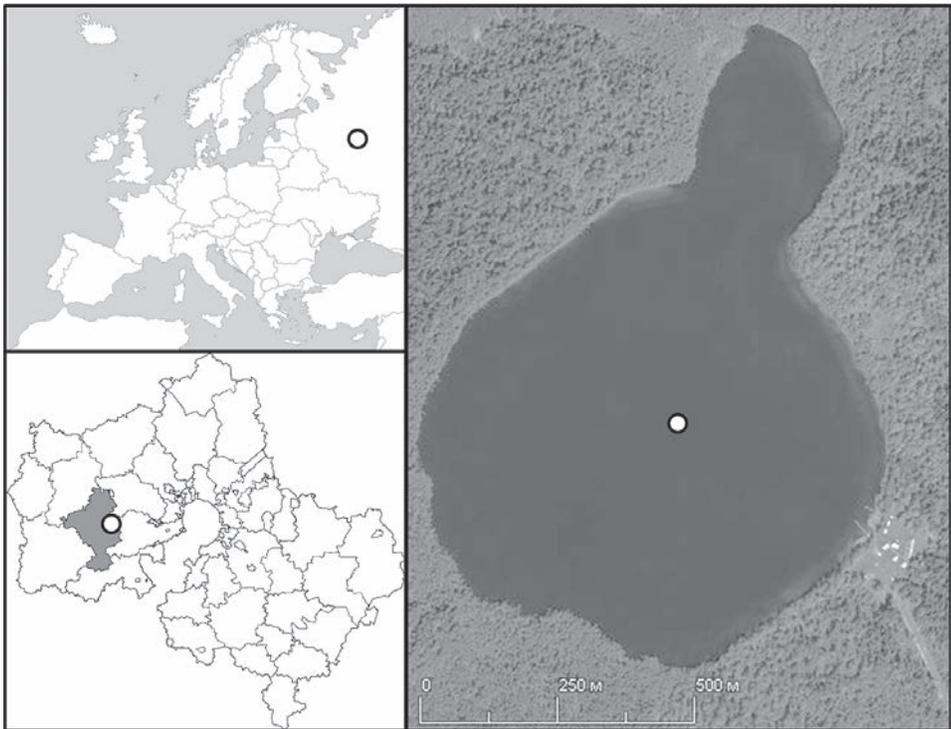


Рис. 1. Схема расположения озера Глубокого в Рuzском районе Московской области (слева) и рейдовой вертикали на акватории озера (справа).

марта 2018 г. – круглогодично (в связи с неблагоприятной эпидемиологической ситуацией в первом полугодии 2020 г. выполнен только один рейд – в марте). Температуру воды на вертикали измеряли портативным зондом Pro30 или ProSolo (YSI, США) на горизонтах 0.1, 0.5, 1 м и далее каждый метр до придонного горизонта (28 м).

Для описания синоптических условий использованы данные ближайшей метеостанции Росгидромета – Ново-Иерусалим (55.9° с.ш., 36.8° в.д.), расположенной в 25 км к северо-востоку от озера Глубокого.

Периоды автоматической регистрации температуры в каждый из четырех рассматриваемых лет разделены на фазы нагревания и охлаждения водной массы, каждая пара из которых образует погодный цикл гидроэкологического режима водоема. Фаза погодного цикла выделяется как три и более суток, в течение которых температура поверхности воды стабильно повышается или понижается не менее чем на три градуса (Эдельштейн и др., 2020). Изменчивость температуры воды в каждую фазу и количество таких погодных фаз, определяющие контрастность гидроэкологического режима, предлагается количественно оценивать при помощи индекса погодной контрастности ИПК:

$$\text{ИПК} = \frac{\sum |\Delta T_i|}{(T_{\text{макс}} - T_{\text{нач}}) + (T_{\text{макс}} - T_{\text{кон}})}$$

где ΔT_i – диапазон изменения температуры поверхностного слоя воды в каждую i -ю погодную фазу, $T_{\text{макс}}$ – максимальная температура расчетного периода, $T_{\text{нач}}$ и $T_{\text{кон}}$ – ее значения в начале и конце периода (Эдельштейн и др., 2020).

В качестве основных характеристик термического режима озера по аналогии с работой Богословского (1951) вычислены теплозапас Θ , средняя температура всего озера $T_{\text{ср}}$, устойчивость его водной массы S .

Теплозапас воды в озере рассчитан аналитическим методом по формуле:

$$\Theta = \sum_{k=1}^n \Theta_k = c_p \cdot \rho \cdot \sum_{k=1}^n (T_k \cdot w_k)$$

где c_p – удельная теплоемкость воды, равная 4186 Дж/(кг·°С); ρ – плотность воды, принятая равной 1000 кг/м³; T_k – средняя температура каждого из n слоев воды от поверхностного ($k = 1$) до придонного ($k = n$); w_k – объем соответствующего слоя, м³. Величины w_k определялись по координатам кривой объемов озера Глубокого, полученной по результатам оцифровки батиметрической карты озера, опубликованной в работе Богословского (1951).

Средняя температура воды в озере вычислялась по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\Theta}{c_p \cdot \rho \cdot W}$$

где W – суммарный объем воды в озере, м³.

Под величиной вертикальной устойчивости водной массы водоема S Шмидт (Schmidt, 1915) предложил понимать количество работы, которую

необходимо произвести, чтобы полностью выровнять фактическое вертикальное распределение плотности (или, иными словами, чтобы поднять всю водную массу озера на высоту, равную разности высотных положений фактического центра тяжести и инерционного центра). Величина S рассчитана по формуле:

$$S = \int_0^H \sigma_z(z - H_{IC})F(z)dz$$

где H – максимальная глубина озера, σ_z – условная плотность (разница между фактической плотностью и величиной 1000 кг/м^3) на горизонте z , H_{IC} – глубина положения инерционного центра водной массы озера, $F(z)$ – площадь озерной чаши на горизонте z . Глубина инерционного центра рассчитывается по формуле:

$$H_{IC} = \frac{\int_0^H z \cdot F(z)dz}{F}$$

где F – площадь поверхности озера. Для озера Глубокого среднее значение H_{IC} с учетом относительного постоянства его уровня составляет 8.4 м .

Работа проводилась на базе биологической станции «Глубокое озеро» Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН.

Результаты

Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через $0 \text{ }^\circ\text{C}$ во все четыре рассматриваемых года произошел в конце марта – начале апреля (самая ранняя дата этого перехода – 25 марта 2021 г., самая поздняя – 2 апреля 2020 г.). Однако предшествующий зимний период существенно отличался. Самыми холодными были зимы 2018 и 2021 гг. (средняя температура февраля – $10\text{--}11 \text{ }^\circ\text{C}$), но в 2018 г. морозы были устойчивы, а в 2021 г. нарушались кратковременными оттепелями. В 2019 г. оттепели отмечались регулярно с середины февраля, а зима 2020 г. стала самой теплой: в январе-феврале среднемесячная температура была выше $-1 \text{ }^\circ\text{C}$, а в марте достигла $+3 \text{ }^\circ\text{C}$.

При этом весна 2020 г. выдалась, напротив, самой холодной (рис. 2а), ветренной (рис. 2б) и облачной (рис. 2в). Средняя температура апреля и мая в 2020 г. составила соответственно 4 и $11 \text{ }^\circ\text{C}$, в то время как в остальные годы воздух в апреле прогревался в среднем до $7 \text{ }^\circ\text{C}$ (а в отдельные дни до $15 \text{ }^\circ\text{C}$ и выше), в мае – до $13\text{--}15 \text{ }^\circ\text{C}$ (в отдельные дни до $20 \text{ }^\circ\text{C}$ и выше).

Самым жарким, малооблачным и безветренным стало лето 2021 г.: температуры воздуха в июне-августе составляли в среднем $19\text{--}21 \text{ }^\circ\text{C}$, неоднократно превышая $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Лето 2020 г. было аномально дождливым (примерно вдвое выше нормы; только 29–31 мая выпало около 100 мм осадков, что уже составляет двойную месячную норму) и пасмурным, однако относительно теплым. Самым холодным и также дождливым оказалось лето 2019 г., когда прогрев воздуха в конце мая – начале июня доходил до $22\text{--}24 \text{ }^\circ\text{C}$. Затем

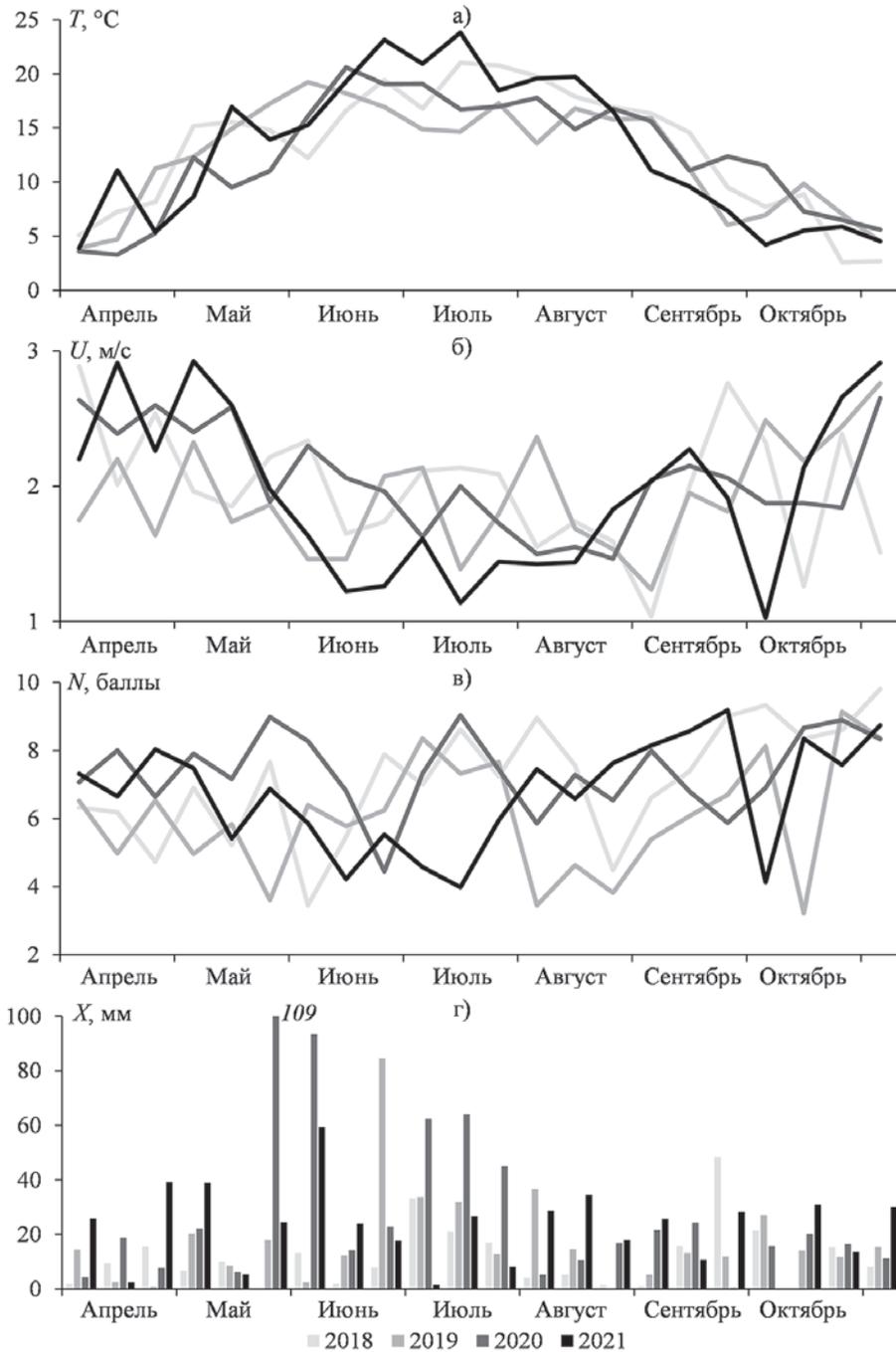


Рис. 2. Среднедекадные значения температуры воздуха T , °C (а), скорости ветра U , м/с (б), общей облачности N , баллы (в), декадные суммы атмосферных осадков X , мм (г) с апреля по начало ноября в 2018–2021 гг. по данным метеостанции Ново-Иерусалим.

он сменился чередой похолоданий в конце июня – середине июля – начале августа, в результате чего среднемесячная температура снизилась от 18 °С в июне и до 15 °С в августе (по сравнению с 17–19 °С в остальные годы).

Конец августа – начало сентября в 2021 г. (и в меньшей степени 2020 г.) характеризовались холодной, ветренной, пасмурной и дождливой погодой. Уже в первых числах сентября температура воздуха опустилась ниже 10 °С, тогда как в 2019–2020 гг. этот переход произошел в середине, а в 2018 г. – в конце месяца. Средняя температура сентября и октября 2021 г. составила 9 и 5 °С по сравнению с 11–13 и 6–8 °С в другие годы. Самой устойчиво теплой была осень 2020 г.: температура воздуха не опускалась ниже 10 °С до середины октября.

Периоды автоматизированных наблюдений за температурой воды озера Глубокого в 2018–2021 гг. неравноценны по длительности. Период зимней стагнации, а также одна из наиболее интересных фаз термического режима – ранневесенний прогрев и переход от полной весенней циркуляции к формированию летней стратификации – лишь частично обеспечены данными логгеров термометрической косы, впервые оставленной в озере на зиму 2020/2021 г. Часть логгеров за период ледостава вышла из строя, из-за неполноты массива данные исправных логгеров не приводятся на рис. 5, но использованы при анализе термического режима в зимний и весенний периоды.

Минимальный теплозапас в водной массе озера Глубокого в фазу зимней стагнации 2020/2021 г. зафиксирован по данным логгеров 6–7 декабря 2020 г., через месяц после полного разрушения летней стратификации и спустя неделю с момента начала формирования обратной зимней стратификации. Его величина составила 54 ТДж при средней температуре водной толщи 2.2 °С. В эти же дни наблюдалась минимальная за год температура придонного слоя воды – 3.2 °С. Вертикальная устойчивость, бывшая нулевой в фазу полной осенней циркуляции, за несколько дней формирования зимней стратификации возросла до $7 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot 10^5$ (такой порядок размерности S выбран для сопоставимости результатов с расчетами Б.Б. Богословского).

На рис. 3 представлены эпюры вертикального распределения температуры воды по данным весенних рейдов, предшествовавших установке термометрической косы (для 2021 г. на правом графике также представлена эпюра в первый день автоматической регистрации температуры).

За исключением 2020 г., когда в условиях аномально теплой зимы к 28 марта ледостав уже завершился, все мартовские рейды выполнены незадолго перед вскрытием озера. Как видно из рис. 3а, после более холодных зим в 2018 и 2021 гг. в конце марта еще наблюдалась обратная зимняя стратификация, а после более теплых зим 2019 г. и тем более 2020 г. уже происходило конвективное перемешивание при температуре близкой к 4 °С.

К моменту вскрытия озера в середине апреля 2021 г. придонный слой прогрелся до 3.5–3.6 °С за счет теплообмена с дном, средняя температура

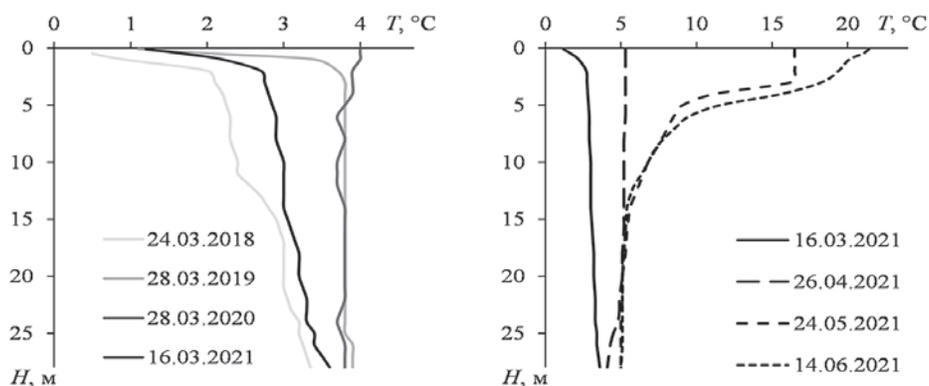


Рис. 3. Вертикальное распределение температуры воды в озере Глубоком в 2018–2021 гг. накануне или сразу после вскрытия (слева) и с конца ледостава до начала автоматической регистрации температуры в 2021 г. (справа) по данным рейдовых наблюдений.

увеличилась до $3.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, теплозапас – до 76 ТДж (почти в 1.5 раза). Устойчивость водной толщи в течение всего периода ледостава 2020/21 г. оставалась практически неизменной. За последние недели зимы в условиях частичной подледной циркуляции она снизилась с 7 до $5\text{ кг}\cdot\text{м}\cdot 10^5$ и затем за несколько дней разрушения ледяного покрова – до нуля.

Вторая декада апреля 2021 г. была самой теплой и ветренной за четыре года наблюдений (рис. 2а, б). В середине апреля началась фаза полной циркуляции при температуре всей водной толщи $3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и теплозапасе около 90 ТДж, 18 апреля водная толща прогрелась до $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, 26 апреля (рис. 3б) – до $5.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ при теплозапасе 130 ТДж (рис. 4а). В конце апреля начался устойчивый прогрев верхних слоев воды; за первую половину мая средняя температура достигла $9\text{ }^{\circ}\text{C}$, теплозапас превысил 200 ТДж, а вертикальная устойчивость (рис. 4б) увеличилась от 0–3 до 60–90 $\text{кг}\cdot\text{м}\cdot 10^5$.

В 2019 г. на момент установки термокосы (25 апреля) в условиях теплой безветренной погоды (рис. 2а, б) поверхностные слои уже прогрелись до $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 5), а температурный градиент на глубине 2–4 м достиг $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$, что позволяет говорить о появлении слоя температурного скачка (СТС).

В 2021 г. СТС с температурным градиентом более $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$ в слое 2–4 м сформировался только в начале второй декады мая. 20 мая 2021 г. эпилимнион прогрелся до $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, градиент температуры в металимнионе достиг $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$.

Устойчивость водной толщи к этому моменту превысила $100\text{ кг}\cdot\text{м}\cdot 10^5$, величина теплозапаса – 260 ТДж, средняя температура достигла $10.6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Период с 24 мая до 14 июня 2021 г. не охвачен измерениями, однако в условиях похолодания (рис. 2а) можно предположить некоторое снижение всех показателей термического режима к началу июня.

Примечательно, что в 2019 г. вертикальная устойчивость достигла значений $100\text{ кг}\cdot\text{м}\cdot 10^5$ также ко второй декаде мая (рис. 4б), хотя СТС сформиро-

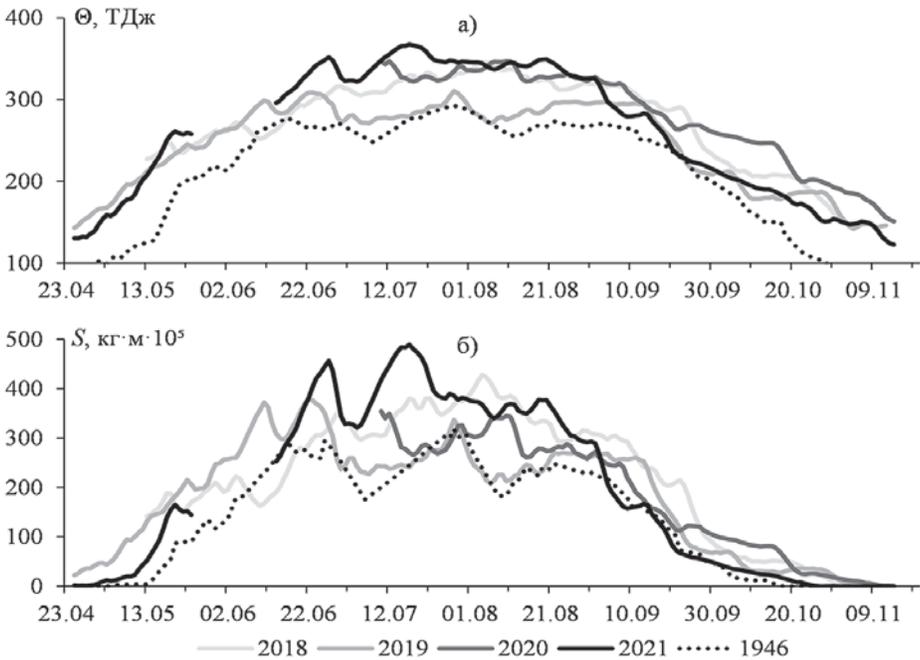


Рис. 4. Изменения теплозапаса Θ , ТДж (а) и вертикальной устойчивости S , $\text{кг}\cdot\text{м}\cdot 10^5$ (б) в озере Глубоком в теплый период 2018–2021 гг. и в 1946 г. (по: Богословский (1951)).

вался на полмесяца раньше. При схожих с 2021 г. изменениях теплозапаса (рис. 4а) и средней температуры водной толщи май 2019 г. отличался от 2021 г. большей толщиной металимниона, располагавшегося на глубинах 2–6 м, большей устойчивостью (до $200\text{--}250 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot 10^5$ к концу месяца) и температурными градиентами (до $4\text{--}5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{м}$).

В 2018 г. термокоста была установлена 13 мая. За вторую половину мая термоклин заглубился от 2–4 до 4–6 м (рис. 5), при этом его толщина не превышала 2 м (как в 2021 г.), а максимальные градиенты достигали $5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{м}$ (как в 2019 г.). Вертикальная устойчивость всей водной толщи при этом была средней по сравнению с другими годами (до $200 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot 10^5$).

Дальнейшее развитие летней стратификации в июне–августе 2018–2021 гг. и ее разрушение в сентябре–октябре происходило в соответствии с известными закономерностями термического режима озера Глубокого (Богословский, 1951; Щербаков, 1967) и любого димиктического озера умеренных широт, различаясь прежде всего сроками и контрастностью чередующихся фаз прогресса и охлаждения эпилимниона, которые определяются погодными условиями конкретного года. Наиболее репрезентативным показателем, отражающим синоптическую изменчивость метеопараметров (температуры и влажности воздуха, инсоляции, облачности, скорости и направления ветра) считается температура поверхностного слоя воды (Эдельштейн и др.,

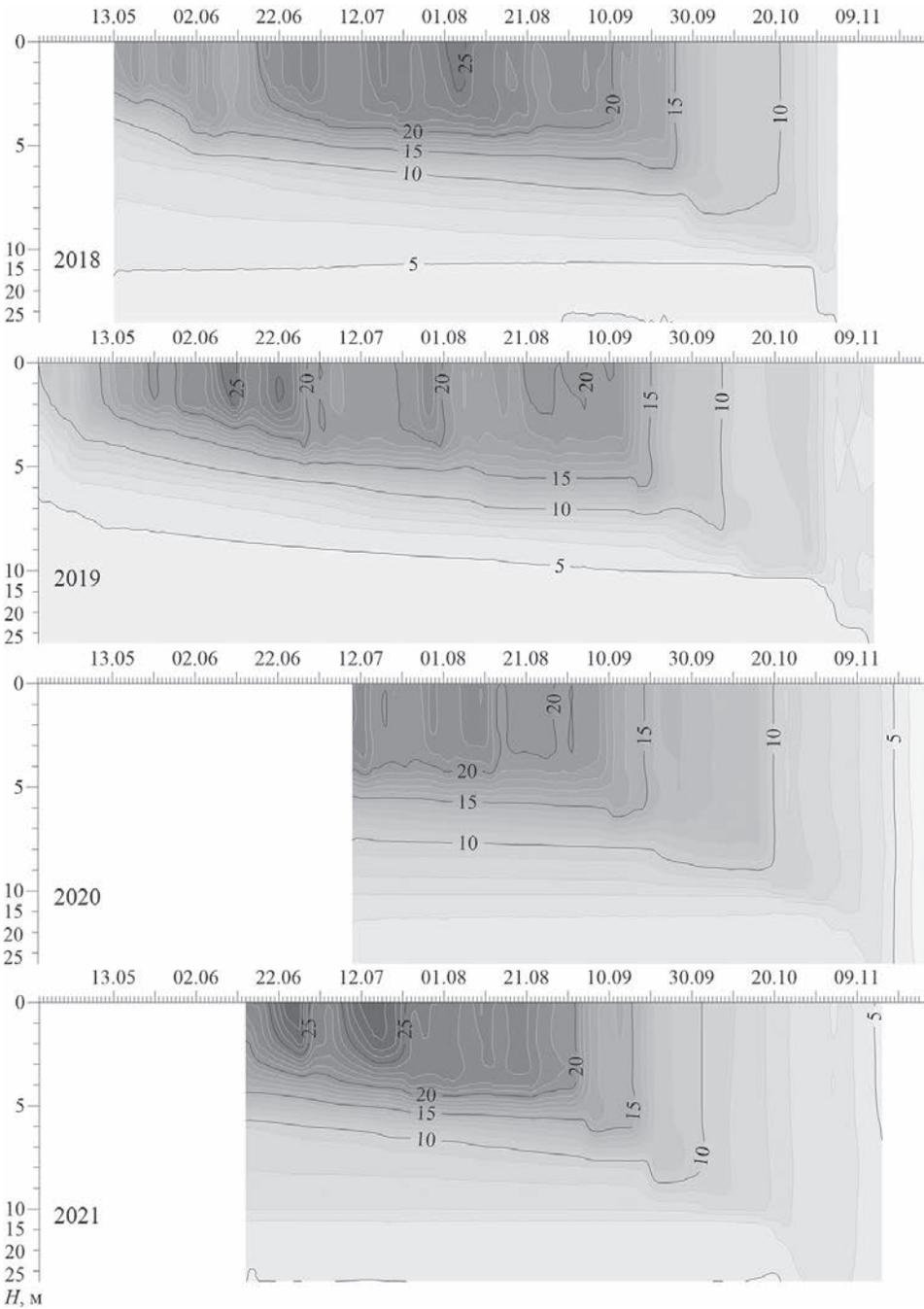


Рис. 5. Изменения температуры воды в озере Глубоком в 2018–2021 гг. по данным термометрической косы.

2020). Погодные циклы и фазы, выделенные для периодов автоматической регистрации температуры воды, и соответствующие этим фазам показатели гидродинамической устойчивости представлены в таблице 1.

Ввиду того, что наблюдения 2020 г. начаты лишь в июле, определить точное количество погодных циклов в этот год не представляется возможным, равно как и достоверно оценить величину индекса погодной контрастности. То же отчасти касается 2021 г.: в связи с неполнотой данных логгеров в мае и трехнедельным перерывом в работе термоксы в начале лета параметры первой фазы первого цикла приняты условно с учетом имеющихся данных (температуры воды на горизонте 2 м, температуры воздуха, скорости ветра).

Самый жаркий период 2018 г. пришелся на июль-август, в 2019–2020 гг. – на июнь, в 2021 г. – на июнь-июль (рис. 2). Соответственно, максимальная температура поверхности эпилимниона в 2018 г. наблюдалась в начале августа (четвертый погодный цикл), в 2019 г. – в первой половине июня (первый цикл), в 2020 г. – вероятно, в середине июня, в 2021 г. отмечено два сопоставимых максимума в конце июня (первый из двух циклов) и в середине июля (второй цикл). В 2018–2019 гг. максимальные значения температуры эпилимниона превышали $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, в 2021 г. температура достигала $28.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Положение металимниона все четыре года изменялось в течение летней стратификации однотипно. В начале лета термоклин располагался на глубине 2–3 м и характеризовался градиентом температуры примерно $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$, в течение июня заглублялся до 3–5 м с увеличением градиентов до $5\text{--}6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$, в июле-августе – до 4–6 м. В 2018 и 2021 г. максимальная устойчивость термоклина наблюдалась во второй половине июля (градиент достигал $6\text{--}7\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$), в 2019 г. и, вероятно, в 2020 г. – во второй половине июня (градиент $5\text{--}6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$). В сентябре-октябре по мере охлаждения эпилимниона и усиления динамического перемешивания термоклин быстро погружался до глубины 14–16 м, где прекращал существование с переходом к полной осенней циркуляции.

В целом наиболее устойчивый термоклин наблюдался в 2018 и 2021 гг., наименее устойчивый – в 2020 и 2019 гг. То же можно сказать и об устойчивости всей водной массы (рис. 4б, табл. 1). В 2021 г. она превышала $500\text{ кг}\cdot\text{м}\cdot 10^5$, в 2019 г. не достигала $400\text{ кг}\cdot\text{м}\cdot 10^5$.

Толщина сезонного СТС была минимальна в 2018 и 2021 гг. и в первую половину лета 2019 г. В 2020 г. и во вторую половину лета 2019 г. скачок был более «размытым».

Что касается теплозапаса (рис. 4а), то он был минимальным летом 2019 г., что обусловлено не только менее прогретым эпилимнионом во вторую половину лета, но и сравнительно холодным гиполимнионом по сравнению с остальными годами (рис. 5). Так, в 2019 г. изотерма $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ располагается на графике на глубинах от 7–8 м в начале периода стратификации до 10 м в конце, в 2018 г. она все лето находится на отметке 14–15 м, а в 2020–2021 гг. весь гиполимнион прогрет выше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. На глубине 10 м

Таблица 1. Погодная цикличность и гидродинамическая устойчивость озера Глубокого в 2018–2021 гг.

Цикл	Фаза	Период	n	T ⁰ , °C	ΔT ₀	grad T, °C/м		S, кг·м·10 ⁵	
						ср.	макс.	ср.	макс.
2018 г. (ИПК = 2.0)									
I	1	22.05-30.05	8	17.2-19.5	2.3	3.2	4.1	181	226
	2	30.05-10.06	11	19.5-16.4	-3.1	4.4	5.7	196	235
II	3	10.06-29.06	19	16.4-23.9	7.5	4.4	5.3	257	369
	4	29.06-05.07	6	23.9-21.2	-2.8	5.0	5.8	326	369
III	5	05.07-17.07	12	21.2-24.4	3.2	5.2	6.0	327	398
	6	17.07-25.07	8	24.4-22.7	-1.7	5.2	6.0	367	398
IV	7	25.07-04.08	10	22.7- 25.6	2.9	5.1	6.7	381	443
	8	04.08-13.09	40	25.6 -19.0	-6.6	4.1	5.7	327	443
2019 г. (ИПК = 2.5)									
I	1	25.05-11.06	17	19.2- 25.8	6.6	4.0	5.4	268	392
	2	11.06-16.06	5	25.8 -22.4	-3.4	4.4	5.4	328	392
II	3	16.06-22.06	6	22.4-24.9	2.6	4.8	5.7	337	397
	4	22.06-07.07	15	24.9-18.8	-6.1	5.1	6.4	291	397
III	5	07.07-28.07	21	18.8-23.0	4.2	4.1	5.0	259	353
	6	28.07-06.08	9	23.0-17.9	-5.1	3.7	4.7	264	353
IV	7	06.08-22.08	16	17.9-21.0	3.0	3.3	4.6	232	284
	8	22.08-14.09	23	21.0-18.8	-2.2	3.3	4.2	262	284
2020 г. (ИПК – ?)									
I	1	–	–	–	–	–	–	–	–
	2	10.07-18.07	8	23.3 -19.9	-3.3	3.7	4.8	308	375
II	3	18.07-10.08	23	19.9-23.1	3.1	3.2	3.9	303	364
	4	10.08-09.09	30	23.1-18.1	-4.9	2.7	4.0	272	364
2021 г. (ИПК = 1.5)									
I	1	01.06-25.06	24	16.5- 28.5	12.0	3.8	4.9	338	456
	2	25.06-04.07	9	28.5 -22.7	-5.8	4.3	6.0	381	480
II	3	04.07-14.07	10	22.7- 28.5	5.8	4.6	5.6	397	501
	4	14.07-03.09	51	28.5 -18.9	-9.6	4.6	6.9	369	511

Примечание: жирным шрифтом указаны максимальные годовые значения, прочерками – отсутствие данных, курсивом – оценочные значения при нехватке/отсутствии наблюдений.

температура гипolimниона в 2019 г. составляла от 4 до 8 °C, в 2018 г. – 5–8 °C, в 2020 и 2021 гг. – 7–9 °C.

В конце августа температура воздуха в 2018–2021 гг. (рис. 2) различалась незначительно, однако осень в 2021 г. была наиболее холодной, а ее начало – наиболее ветренным за четыре года, поэтому разрушение летней стратифи-

Таблица 2. Максимальные величины теплозапаса и средней температуры воды озера Глубокого в 1910–1946 гг. (Щербаков, 1967) и в 2018–2021 гг.

Год	Дата		Θ, ТДж	T _{ср} , °C
1910	17	июля	299	13.2
1911	28	июня	307	13.5
1912	13	июня	274	12.1
1913	31	августа	314	13.8
1915	25	июля	323	14.2
1916	18	июля	292	12.8
1917	27	июня	300	13.2
1924	3	июля	271	11.9
1925	29	июля	325	14.3
1928	27	июля	283	12.4
1932	25	июня	260	11.5
1935	17	августа	304	13.4
1936	5	августа	295	13.0
1946	28	июля	293	12.9
2018	4	августа	346	14.1
2019	28	июля	310	12.7
2020	10	августа	347	14.2
2021	17	июля	368	15.0

кации началось в этом году раньше всего. В середине сентября эпилимнион остыл до 15 °C, его нижняя граница опустилась до 6 м (рис. 5), устойчивость водной толщи снизилась с конца августа вдвое – с 300 до 150 кг·м·10⁵. К началу октября эпилимнион перемещался до глубины 9 м, его температура понизилась до 10 °C, максимальный температурный градиент на вертикали – до 1 °C/м, устойчивость водной толщи – до 50 кг·м·10⁵.

Позже всего разрушение стратификации происходило в 2018 г. Начало осени было теплым и безветренным, поэтому до 15 °C эпилимнион охладился только к концу сентября (при положении металимниона и устойчивости водной толщи, сопоставимых с серединой сентября 2021 г.). Охлаждение до 10 °C и гидродинамического состояния, аналогичного началу октября 2021 г., произошло к началу третьей декады октября.

В 2019 г. переходы температуры эпилимниона через значения 15 и 10 °C наблюдались на несколько дней позже, чем в 2021 г., но при этом сохранялась более высокая устойчивость термоклина, чем в другие годы (градиент температуры в середине октября превышал 2 °C/м). В 2020 г. охлаждение было самым длительным: переход через 15 °C произошел так же рано, как в 2019 и 2021 гг., а через 10 °C – так же поздно, как в 2018 г. (рис. 5).

Полная циркуляция, характеризующаяся близкой к нулю вертикальной устойчивостью водной толщи, в 2021 г. началась 27 октября при температуре 6.2–6.4 °С, в 2020 г. – 14 ноября при температуре 6.1–6.3 °С. Наблюдения 2018 и 2019 гг. завершились соответственно 3 и 12 ноября, в условиях частичной циркуляции при температуре 6.0–6.2 °С почти всей водной толщи и 4.8–5.0 °С в придонном слое.

Обсуждение

Результаты наблюдений за температурой воды озера Глубокого в 2018–2021 гг. качественно соответствуют предыдущим описаниям (Богословский, 1951; Щербаков, 1967; Садчиков, 1983) и отражают общеизвестные закономерности термического режима димиктических озер.

Однако для оценки многолетних изменений термического режима озера интересным представляется сравнение полученных значений количественных показателей его термодинамического состояния с опубликованными ранее. Как видно из рис. 4, теплозапас и вертикальная устойчивость водной толщи озера Глубокого в 1946 г. по данным Богословского (1951) большую часть лета были существенно ниже, чем в годы наших исследований. Максимальная устойчивость водной толщи в 1946 г. составляла немногим более $300 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot 10^5$, а в 2018–2021 гг. достигала $400\text{--}500 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot 10^5$ и более.

В таблице 2 максимальные за лето величины теплозапаса и средней температуры озера, полученные по данным исследований первой половины XX века и обобщенные Б.Б. Богословским, сопоставлены с результатами наших наблюдений. А.П. Щербаков (1967) обращает внимание на то, что максимальные величины теплозапаса различаются не более чем на 25%. Разброс значений Θ за 2018–2021 гг. составляет 16%. При этом в среднем современный максимальный годовой теплозапас оказывается на 16% выше, чем в первой половине XX века, а средняя температура – на 8% выше.

В литературе описаны два типа изменений теплозапаса в озере Глубоком в летний период: с одним максимумом (в конце июля) и с двумя максимумами (в конце июня – начале июля и в конце июля – начале августа). Между тем, например, в 2021 г. наблюдалось три пика теплозапаса (рис. 4а): в конце июня, середине июля и конце августа.

Не привлекая дополнительного материала, нельзя утверждать, что это повышение теплосодержания в летний период обусловлено исключительно климатическими изменениями. Другая возможная причина – значительное снижение цветности воды в озере и увеличение прозрачности после мелиоративных работ на заболоченном водосборе озера в 1960-х гг.

В работе Богословского (1951) приводится подробный анализ термического режима в 1946 г., а в книге Щербакова (1967) – графики пространственно-временного распределения температуры за 1948–1949 гг. Формирование летней стратификации в эти годы начиналось во второй половине мая, а в

2019 и 2021 гг. в конце апреля – первой половине мая. Полная осенняя циркуляция в 1940-е гг. начиналась во вторую-третью декаду октября, то есть почти на месяц раньше, чем в 2018–2020 гг.

В своих исследованиях озера Глубокого Б.Б. Богословский (1951) пришел к выводу о том, что «необходимы вполне определенные величины S и Θ для того, чтобы начался процесс возникновения термических зон и окончательного их формирования». Для озера Глубокого он оценивал эти величины в $100 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot 10^5$ и 190 ТДж соответственно. По нашим данным в 2021 г. металимнион действительно сформировался при устойчивости водной толщи, близкой к $100 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot 10^5$, однако теплозапас при этом составлял 260 ТДж . В 2019 г., напротив, плотностное расслоение водной толщи наблюдалось уже в апреле при теплозапасе менее 150 ТДж и устойчивости менее $30 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot 10^5$.

Заключение

Проведенные детальные наблюдения за температурой воды озера Глубокого в 2018–2021 гг. позволили получить актуальные представления о его термодинамическом режиме. При сохранении всех черт, присущих озерам данной климатической зоны, современный режим озера по ряду количественных показателей отличается от наблюдавшегося в первой половине XX века.

Переход от весенней циркуляции к летней стратификации происходит на несколько недель раньше и в отдельные годы при меньшей устойчивости, чем указывается для прошлых лет.

Сезонный слой скачка формируется, как и прежде, на глубинах 2–4 м и в течение лета погружается до глубины 8–10 м, однако вертикальная устойчивость водной толщи оказывается выше. Также по сравнению с первой половиной XX века возросли максимальные величины теплозапаса и средней температуры воды в озере (в среднем на 16% и 8% соответственно). Температура придонных слоев гипolimниона при этом по-прежнему составляет 4–6 °С; различия между соседними годами бывают существеннее, чем между прошлым и современным периодом.

Разрушение летней стратификации и переход к осенней гомотермии происходит, как и раньше, при температуре водной толщи близкой к 6 °С, однако почти на месяц позже. Таким образом, средняя длительность периода летней стратификации возросла не менее чем на 1–1.5 месяца.

Причиной увеличения теплосодержания и средней температуры озера могут быть как климатические изменения, так и увеличение прозрачности воды в результате мелиоративных работ на водосборе.

Работа выполнена в рамках НИР кафедры гидрологии суши МГУ имени М.В. Ломоносова (ГЗ № 121051400038-1).

Литература

- Богословский Б.Б. О термическом режиме озера Глубокого в безледный период // В кн. Вопросы географии. Сб. 26. Гидрология М.: ГЕОГРАФГИЗ, 1951. С. 96–117.
- Дубровская К.А., Литова Т.Э., Матвеев М.С. Оценка изменений термического режима озер Европейской территории Российской Федерации // В сб. Гидрометеорология и экология: научные достижения и перспективы развития. Труды II Всерос. конф. СПб.: Химиздат, 2018. С. 239–241.
- Ефремова Т.В., Пальшин Н.И., Белашев Б.З. Температура воды разнотипных озер Карелии в условиях изменения климата (по данным инструментальных измерений 1953–2011 гг.) // Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 2. С. 228–238.
- Жукова Т.В., Радчикова Н.П., Адамович Б.В. и др. Температурный режим Нарочанских озер на фоне многолетних климатических изменений // Вестник БГУ. Серия 2. 2014. № 2. С. 26–35.
- Обязов В.А. Гидрологический режим озер Забайкалья в условиях меняющегося климата (на примере Ивано-Арахлейских озер) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2011. № 3. С. 4–14.
- Садчиков А.П. Температурный режим, прозрачность и распределение кислорода // В кн. Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. М.: Наука, 1983. С. 181–188.
- Суховило Н.Ю. Прогноз термического режима озер Беларуси в условиях изменения климата // В сб. Четвертые Виноградовские чтения. Гидрология от познания к мировоззрению. Сб. докладов междунар. науч. конф. СПб: ВВМ, 2020. С. 777–782.
- Филатов Н.Н., Руховец Л.А., Назарова Л.Е. и др. Влияние изменений климата на экосистемы озер // Вестник РФФИ. 2013. № 2(78). С. 43–50. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5821431.v1>
- Шимараев М.Н., Сизова Л.Н., Троицкая Е.С. и др. Ледово-термический режим озера Байкал в условиях современного потепления (1950–2017 гг.) // Метеорология и гидрология. 2019. № 10. С. 67–76.
- Щербаков А.П. Озеро Глубокое (гидробиологический очерк). М.: Наука, 1967. 379 с.
- Эдельштейн К.К., Гречушникова М.Г., Гончаров А.В. Влияние изменчивости погоды на биопродуктивность Можайского водохранилища // Вестник Моск. ун-в. Серия 5: География. 2020. № 2. С. 36–44.
- Anderson E., Stow C., Gronewold A. et al. Seasonal overturn and stratification changes drive deep-water warming in one of Earth's largest lakes // Nature Commun. 2021. Vol. 12(1688). P. 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21971-1>.
- Dobiesz N., Lester N. Changes in mid-summer water temperature and clarity across the Great Lakes between 1968 and 2002 // J. Great Lakes Res. 2009. Vol. 35. P. 371–384. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2009.05.002>
- Fang X., Stefan H. Projections of climate change effects on water temperature characteristics of small lakes in the contiguous U.S. // Climatic Change. 1999. Vol. 42. P. 377–412. <https://doi.org/10.1023/A:1005431523281>
- Fink G., Schmid M., Wahl B. et al. Heat flux modifications related to climate-induced warming of large European lakes // Water Res. 2014. Vol. 50. P. 2072–2085. <https://doi.org/10.1002/2013WR014448>
- Hondzo M., Stefan H.G. Regional water temperature characteristics of lakes subjected to climate change // Climatic Change. 1993. Vol. 24. P. 187–211. <https://doi.org/10.1007/BF01091829>
- Kirillin G. Modeling the impact of global warming on water temperature and seasonal mixing regimes in small temperate lakes // Boreal Env. Res. 2010. Vol. 15. P. 279–293.
- O'Reilly C., Sharma S., Gray D. et al. Rapid and highly variable warming of lake surface waters around the globe // Geoph. Res. Lett. 2015. Vol. 42. P. 10.773–10.781. <https://doi.org/10.1002/2015GL066235>

- Öglü B., Möls T., Kaart T. et al. Parameterization of surface water temperature and long-term trends in Europe's fourth largest lake shows recent and rapid warming in winter // *Limnologia*. 2020. Vol. 82(125777). <https://doi.org/10.1016/j.limno.2020.125777>
- Piccolroaz S., Woolway R.I., Merchant C.J. Global reconstruction of twentieth century lake surface water temperature reveals different warming trends depending on the climatic zone // *Climatic Change*. 2020. Vol. 160. P. 427–442. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02663-z>
- Rose K., Winslow L., Read J., Hansen G. Climate induced warming of lakes can be either amplified or suppressed by trends in water clarity // *Limnol. Oceanogr. Lett.* 2016. Vol. 1. P. 44–53. <https://doi.org/10.1002/lol2.10027>
- Schindler D.W., Beaty K.G., Fee E.J. et al. Effects of climatic warming on lakes of the central boreal forest // *Science*. 1990. Vol. 250 (4983). P. 967–970. <https://doi.org/10.1126/science.250.4983.967>
- Schmidt W. Über den Energie-gehalt der Seen // *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. Suppl.* 1915. Vol. 6. P. 1–25.
- Trumpickas J., Shuter B., Minns C. Forecasting impacts of climate change on Great Lakes surface water temperatures // *J. Great Lakes Res.* 2009. Vol. 35. P. 454–463. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2009.04.005>
- Winslow L., Read J., Hansen G. et al. Seasonality of change: summer warming rates do not fully represent effects of climate change on lake temperatures // *Limnol. Oceanogr.* 2017. Vol. 62. P. 2168–2178. <https://doi.org/10.1002/lno.10557>

CURRENT THERMAL REGIME OF LAKE GLUBOKOE: RESULTS OF FOUR YEARS OF RESEARCH

D. Sokolov, O. Erina, M. Tereshina

Summary

Detailed observations of the water temperature of Lake Glubokoe in 2018–2021 have allowed us to obtain relevant insights into its thermodynamic regime. While preserving all the features inherent to dimictic lakes of temperate latitudes, the modern regime of the lake differs from that observed in the first half of the XX century by a number of quantitative indicators. Transition from spring circulation to summer stratification occurs several weeks earlier and in some years with less stability than indicated for the previous years. The seasonal thermocline is formed, as before, at 2–4 m depths and dips to 8–10 m depth during the summer, but the vertical stability of the water column is higher. Also, the maximum values of heat storage and average water temperature in the lake have increased compared to the first half of the 20th century (on average by 16% and 8%, respectively). The breakdown of summer stratification and the transition to autumn homothermia occurs, as before, at water column temperatures close to 6 °C, but almost a month later. Thus, the average duration of the summer stratification period increased by at least 1–1.5 months. The reason of increase of heat content and average temperature of the lake can be both climatic changes and increase of water transparency as a result of reclamation works on the watershed.

ПЕЛАГИЧЕСКИЙ РАЧКОВЫЙ ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРА ГЛУБОКОГО В 2017–2021 ГОДАХ

Н.М. Коровчинский

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН

Пелагический рачковый зоопланктон озера Глубокого изучается длительное время – со второй половины XIX века, по нему накоплен значительный объем данных (Щербаков, 1967; Matveev, 1986; Коровчинский, 1997; Коровчинский, Бойкова, 2009; Бойкова, Коровчинский, 2017 и др.). Вместе с тем, отмечалось (Коровчинский и др., 2017), что эти данные носили во многом эпизодический, разрозненный характер и служили для выполнения разных задач. Регулярные стандартные наблюдения за данным сообществом начались только с 1991 года и продолжаются по настоящее время, их результаты изложены в указанных выше публикациях. Отмечены значительные изменения в составе рачкового зоопланктона, в частности, появление гибридных форм дафний. Был сделан вывод о нахождении обсуждаемого сообщества на стадии длительной перестройки, продолжавшейся примерно 30 лет, вызванной гидромелиорацией на водосборе озера в середине 1960-х годов и связанных с ней гидрологическими и экосистемными изменениями. В данной работе излагаются результаты дальнейших наблюдений за пелагическим рачковым зоопланктоном, выполненных по стандартной методике (см. Коровчинский, 1997). Измерения температуры воды и содержания кислорода по вертикальному профилю выполнены с помощью оксиметра «Марк-303» («Взор», Н. Новгород). При этом от поверхности до глубины 10 м измерения проводились от поверхности с интервалом один метр, а глубже только на глубинах 15, 20 и 25 м.

Результаты

В таблице 1 представлены данные по температуре, прозрачности и изменениям уровня воды озера Глубокого в последний период стандартных мониторинговых наблюдений. В разные годы наблюдений средние показатели температуры воды колебалась в пределах от 16 °С (или 18.1 °С, если не считать температур марта-апреля 2020 г., когда озеро необычно рано освободилось от льда в середине марта) до 19.9 °С, максимальная температура достигала 29.0 °С (29.2 °С по данным вертикальной съемки (Табл. 3)) в конце июня 2021 года и не превышала 23.1 °С в наиболее прохладном 2020 г. В остальные годы она не поднимаясь выше 24.1 °С.

В таблицах 2 и 3 представлены данные по вертикальному распределению температуры в озере Глубоком в течение пяти сезонов наблюдений. Обычно температурный скачок приходился на глубину 3–5 метров, но при быстром поверхностном прогреве воды мог находиться выше – начиная с

Таблица 1. Поверхностная температура, прозрачность и уровень воды озера Глубокого в 2017–2021 годах

Темп., °С	2017 7.05 – 20.09			2018 4.05 – 19.09			2019 8.05 – 25.09			2020 28.03 – 25.09			2021 22.04 – 18.09		
	Прозр., М	Ур., см.	Темп., °С	Прозр., М	Ур., см.	Темп., °С	Прозр., М	Ур., см.	Темп., °С	Прозр., М	Ур., см.	Темп., °С	Прозр., М	Ур., см.	
10.9	2.5	35.0	14.6	3.3	36.0	14.5	2.4	27.0	4.0	3.3	27.0	5.0	3.0	41.0	
16.6	3.1	36.0	17.1	3.9	31.0	19.5	3.6	25.5	4.5	3.1	26.0	11.3	3.1	40.0	
16.7	3.5	34.0	18.4	3.9	24.0	24.1	3.8	20.0	10.0	3.8	26.0	19.1	2.3	33.5	
18.4	3.9	35.0	18.5	3.7	22.0	24.0	4.7	17.0	12.1	3.8	26.0	18.2	3.1	31.0	
19.5	3.0	41.5	22.7	4.0	18.0	18.6	3.9	15.0	12.8	2.9	38.0	29.0	3.8	28.0	
20.5	2.9	41.0	22.4	3.1	18.5	19.6	3.3	16.0	22.8	3.9	38.0	26.0	3.0	25.0	
23.1	1.9	31.0	23.0	2.5	19.0	18.5	3.0	12.0	23.1	3.2	32.0	24.0	3.3	21.0	
23.5	3.5	35.0	23.5	2.9	16.0	20.3	2.8	12.0	20.1	2.1	46.0	23.7	3.1	19.0	
18.1	2.1	27.0	20.5	3.1	12.0	19.5	2.1	8.5	21.5	2.1	38.0	22.6	3.2	20.5	
15.2	2.6	29.5	20.7	2.5	9.5	12.0	2.7	8.0	22.5	2.6	35.0	17.6	3.5	20.5	
			17.2	3.0	6.0				20.6	1.7	32.0	14.0	3.9	18.0	
									19.1	1.6	29.0				
									14.6	2.9	30.0				
18.3	2.9	34.5	19.9	3.3	19.3	19.1	3.2	16.1	16.0	2.8	32.5	19.1	3.2	27.0	

Таблица 2. Вертикальное распределение температуры (°С) в озере Глубоком в 2017–2019 гг. (серым цветом отмечена область металимниона)

Глуб., м	2017										2018										2019									
	29,6	25,7	31,8	20,9	20,10	21,5	03,6	16,6	28,6	13,7	27,7	11,8	25,8	05,9	19,9	06,10	21,6	5,7	19,7	3,8	29,8	7,9	25,9	10,10						
0	20,1	21,7	18,6	15,5	8,5	17,1	18,7	22,7	22,4	23,3	23,5	20,6	20,6	17,2	10,7	24,5	18,6	19,6	18,6	19,7	19,3	11,9	8,8							
1	19,8	21,6	18,2	15,2	8,4	17,0	18,5	22,6	22,3	22,8	23,5	20,5	20,6	17,1	10,7	24,5	18,6	19,5	18,6	19,7	19,2	11,9	8,8							
2	18,9	21,5	18,1	15,1	8,4	16,9	17,8	22,3	22,0	22,6	23,4	20,3	20,5	17,1	10,7	24,5	18,6	19,4	18,5	19,6	19,0	11,9	8,8							
3	18,6	20,4	17,4	15,0	8,3	16,8	17,6	21,5	21,5	22,4	23,3	20,1	20,5	17,0	10,7	23,9	18,6	19,2	18,4	19,4	18,9	11,9	8,8							
4	17,7	18,5	17,3	15,0	8,3	10,8	17,2	19,1	20,7	21,9	22,5	20,0	20,2	16,9	10,7	19,0	18,6	18,9	18,4	19,1	18,7	11,8	8,8							
5	14,8	15,9	17,0	14,9	8,3	8,1	9,7	14,0	16,2	16,5	17,8	18,9	18,3	16,9	10,7	13,0	18,4	17,4	18,3	17,8	17,8	11,8	8,8							
6	10,6	12,6	13,3	14,8	8,3	6,7	7,3	8,1	9,8	11,0	11,7	12,4	13,3	13,5	16,5	10,7	8,4	10,6	12,4	12,5	15,0	14,8	11,8	8,8						
7	8,6	9,8	10,3	12,3	8,3	6,1	6,2	6,7	7,1	7,6	8,1	9,0	9,6	10,0	10,1	10,7	6,0	6,7	7,4	8,6	10,0	10,2	11,7	8,8						
8	7,3	7,9	8,4	9,2	8,3	5,7	5,8	6,1	6,6	6,3	6,5	7,8	7,6	7,7	8,2	10,5	5,0	5,7	5,9	6,5	7,2	7,4	9,2	8,7						
9	6,5	6,4	7,0	7,2	8,2	5,5	5,5	5,7	5,6	5,8	5,9	6,0	6,2	6,4	6,7	8,3	4,5	5,1	5,2	5,4	5,9	5,6	6,3	8,6						
10	5,9	5,7	6,4	6,2	8,0	5,2	5,3	5,4	5,3	5,4	5,5	5,4	5,5	5,6	5,9	6,0	4,1	4,4	4,5	4,8	5,0	4,9	5,3	6,7						
15	4,9	4,9	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1						
20	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,8	4,7	4,8	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1						
25	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	3,9	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,0						

Таблица 3. Вертикальное распределение температуры (°С) в озере Глубоком в 2020–2021 годах (серым цветом отмечена область металимниона)

Глуб., м	2020												2021											
	0	20.5	3.6	18.6	3.7	17.7	31.7	10.8	22.8	5.9	25.9	13.10	13.5	28.5	11.6	25.6	8.7	24.7	2.8	22.8	11.9	2.10		
1	12.4	12.8	25.2	23.3	20.2	21.4	22.5	20.7	19.1	14.6	12.4	11.2	19.8	18.3	29.2	26.7	23.9	23.7	22.6	16.2	10.0	10.0		
2	12.1	12.8	22.9	23.0	20.2	21.4	22.5	20.4	19.1	14.1	12.3	11.1	19.0	18.3	29.2	26.5	23.9	23.6	22.6	16.1	10.0	10.0		
3	11.9	12.8	20.2	22.8	20.0	21.3	22.2	19.8	19.0	14.0	12.2	11.1	18.5	18.3	27.0	24.3	23.8	23.6	22.6	16.0	10.0	10.0		
4	11.8	12.8	17.9	22.5	20.0	21.3	21.6	19.6	19.0	13.9	12.2	10.0	16.8	17.5	23.4	23.2	23.6	23.5	22.6	15.9	10.0	10.0		
5	11.6	12.8	14.5	16.9	19.9	19.9	20.2	19.2	18.9	13.7	12.2	8.9	12.6	16.3	18.6	20.6	23.2	22.9	22.5	15.7	10.0	10.0		
6	11.2	12.7	13.4	14.4	17.1	17.5	17.3	17.7	17.8	13.6	12.2	8.5	9.6	11.4	13.9	14.9	18.6	18.6	19.5	15.5	10.0	10.0		
7	10.5	11.3	12.1	12.4	12.7	13.9	13.4	14.0	14.3	13.6	12.1	8.4	8.7	9.1	10.3	10.8	12.3	13.3	13.9	15.3	10.0	10.0		
8	8.7	8.9	10.2	10.3	10.6	10.9	10.6	11.0	11.3	13.3	12.0	8.2	8.2	8.3	8.9	9.1	9.9	10.2	10.9	9.0	10.0	10.0		
9	7.4	7.7	8.0	8.3	8.8	9.0	9.0	8.9	9.4	9.8	11.2	7.9	8.0	7.9	7.9	8.2	8.3	8.3	9.3	8.9	9.8	9.8		
10	7.1	7.0	7.1	7.2	7.9	7.7	7.9	8.0	8.0	8.4	8.9	7.6	7.4	7.4	7.5	7.6	7.6	7.4	7.9	8.0	9.4	9.4		
15	6.8	6.7	6.7	6.7	7.2	7.1	7.3	7.3	7.3	7.4	7.3	7.2	6.9	7.0	7.2	7.1	7.1	6.9	7.2	7.1	7.9	7.9		
20	5.8	6.0	5.9	5.9	6.0	6.1	5.9	6.0	5.9	6.0	6.0	5.3	5.5	5.5	5.4	5.4	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6		
25	5.6	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.7	5.7	5.8	5.7	5.8	5.0	5.2	5.1	5.1	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3		
25	5.6	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2		

Таблица 4. Вертикальное распределение кислорода (мг/л) в озере Глубоком в 2017–2019 гг. (серым цветом отмечена область окислина)

Глуб., м	2017										2018										2019									
	29.6	25.7	31.8	20.9	20.10	21.5	03.6	16.6	28.6	13.7	27.7	11.8	25.8	05.9	19.9	06.10	21.06	5.07	19.07	3.08	29.8	7.9	25.9	10.10						
0	10.3	11.8	11.9	12.2	11.1	12.6	13.0	13.3	11.1	10.7	11.2	11.5	11.7	11.3	10.3	10.6	10.4	3.6	6.1	10.6	14.0	12.9	11.2	8.2						
1	10.1	11.7	12.0	12.3	10.8	12.7	13.0	13.6	11.6	10.7	11.6	11.6	11.4	11.6	10.2	10.6	10.4	3.6	6.2	10.6	14.0	13.5	11.4	8.0						
2	10.1	11.8	12.0	12.3	10.8	12.9	13.0	13.3	11.7	10.6	11.6	11.4	11.4	11.6	10.1	10.6	10.2	3.6	6.2	10.4	14.2	13.9	11.5	7.9						
3	10.3	12.4	11.6	12.2	10.8	12.7	12.6	13.5	11.8	10.7	11.4	11.6	11.4	11.6	10.1	10.5	10.3	3.6	6.2	10.3	14.3	14.2	11.7	7.9						
4	10.3	13.6	11.5	12.1	10.7	13.5	12.9	13.6	13.5	10.2	9.8	11.0	11.0	11.2	10.0	10.5	12.8	3.6	6.1	10.1	14.0	13.9	11.9	7.9						
5	9.7	5.8	10.2	12.1	10.7	12.9	13.2	13.1	14.0	10.3	8.8	5.7	6.9	3.6	10.0	10.5	11.8	3.6	4.8	9.9	8.6	5.5	11.9	7.9						
6	8.6	6.1	1.3	10.7	10.6	11.5	11.2	10.6	7.9	7.7	4.7	3.0	3.0	1.2	7.2	10.5	8.1	2.3	1.8	0.6	0.4	0.7	12.0	7.9						
7	6.4	5.6	1.7	0.5	10.6	10.4	9.9	9.5	7.1	6.4	6.1	3.9	2.1	0.6	0.3	10.6	3.5	1.8	1.0	0.5	0.3	0.7	11.9	7.8						
8	5.4	4.6	1.7	0.3	10.5	9.7	9.5	8.9	7.2	5.5	4.4	3.2	2.1	0.9	0.2	9.0	3.3	1.4	1.0	0.4	0.2	0.8	0.5	7.8						
9	5.3	4	3.0	1.2	10.0	9.2	9.0	8.2	6.5	5.3	5.4	3.5	2.7	2.2	0.2	1.4	3.2	1.1	0.5	0.7	0.2	0.8	0.3	7.2						
10	4.9	4.7	2.9	2.7	8.7	9.1	8.7	8.0	6.5	5.4	6.0	4.3	2.9	2.6	2.1	1.3	2.7	0.8	0.9	0.8	0.4	0.8	0.3	4.3						
15	5.3	5.5	4.9	4.2	2.5	8.7	7.5	8.0	6.4	5.7	6.5	5.1	4.1	2.9	2.3	1.7	4.0	0.5	0.5	0.6	0.2	0.8	0.3	9.7						
20	3.9	3.6	1.4	0.3	0.3	8.5	7.3	7.3	4.1	3.1	2.8	1.8	0.2	0.2	0.2	0.02	3.3	0.5	0.4	0.4	0.2	0.8	0.3	5.1						
25	2.9	1.9	0.2	0.2	0.2	8.0	6.2	4.2	2.0	0.7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.02	2.7	0.4	0.3	0.3	0.2	0.8	0.3	4.0						

Таблица 5. Вертикальное распределение содержания кислорода (мг/л) в озере Глубоком в 2020–2021 гг. (серым цветом отмечена область оксиглина)

Глуб., м	2020										2021									
	0	17.7	31.7	10.8	22.8	5.9	25.9	13.10	13.5	28.5	11.6	25.6	8.7	24.7	2.8	22.8	11.9	2.10		
1	13.0	11.5	11.0	12.8	12.2	10.3	11.1	12.1	12.3	10.6	9.3	10.2	8.7	3.4	9.9	10.4	10.7			
2	13.8	11.5	11.3	13.6	12.7	14.5	11.2	12.4	12.9	10.8	9.3	10.7	8.7	3.4	10.5	11.1	11.5			
3	13.9	11.6	11.7	14.3	12.6	11.7	11.4	12.4	13.1	11.0	10.3	11.8	9.0	3.4	10.6	11.4	11.9			
4	13.9	11.7	13.6	13.2	12.4	11.7	11.3	13.0	12.0	10.6	12.2	12.4	9.0	3.4	10.5	11.6	12.1			
5	14.1	10.6	9.9	10.8	12.5	10.9	11.5	13.1	13.2	10.8	13.9	13.7	8.9	3.4	10.6	11.5	12.1			
6	11.6	6.8	6.3	4.6	4.7	10.6	11.5	12.6	13.3	12.2	13.2	12.2	11.5	3.6	6.6	10.9	12.4			
7	10.9	5.9	4.4	4.0	1.4	10.5	10.3	12.4	11.9	11.7	11.7	11.0	8.9	2.9	4.3	10.0	12.4			
8	10.8	6.2	5.2	4.3	0.7	10.0	8.9	12.4	11.5	11.1	10.2	8.5	7.6	3.0	4.5	4.9	12.4			
9	11.5	6.4	5.6	5.2	2.3	0.5	3.8	12.3	11.4	10.8	9.6	8.3	6.1	3.1	4.6	4.8	10.7			
10	12.4	6.6	6.6	6.0	4.9	3.3	1.8	11.7	10.4	9.6	9.2	8.0	6.4	3.1	4.0	4.3	11.0			
15	12.9	6.9	7.1	6.8	5.9	3.8	3.0	11.7	10.3	9.4	8.6	7.7	6.6	3.1	3.3	3.9	3.0			
20	13.1	7.6	6.7	7.1	5.5	5.5	2.6	9.2	8.7	7.7	6.9	6.2	5.2	3.0	4.3	3.2	2.8			
25	10.7	5.9	4.4	3.7	2.8	0.4	0.2	8.4	8.0	6.9	5.5	4.8	3.5	2.2	1.2	0.2	0.1			
25	8.9	5.0	3.0	1.9	1.4	0.09	0.01	8.1	7.6	5.7	4.2	2.8	1.6	0.7	0.1	0.1	0.07			

глубины 1 м, как это наблюдалось, например, 18 июня 2020 г. или с 2 м (25 июня и 8 июля 2021 г.). Осенью скачек имеет тенденцию заглубляться, в октябре при начале перемешивания отмечалось установление гомотермии до глубин 8–10 м. Протяженность металимниона обычно составляла 2–4 метра, но иногда доходила до 8 м, как это наблюдалось при быстром поверхностном прогреве воды в конце июня 2020 г. и в мае 2021 г. Температура воды гипolimниона колебалась от 3.9 до 8.2 °С, слой воды на глубине 25 м имел температуру 3.9–4.8 °С в 2017–2019 гг. и 5.0–5.7 °С в 2020–2021 гг.

Данные по вертикальному содержанию кислорода представлены в таблицах 4 и 5. Оксиклин обычно отмечался на глубинах 5–8 м, осенью имел тенденцию заглубляться. Но в мае-июне 2021 г. толща воды озера была более равномерно насыщена кислородом, и оксиклин был сильно заглублен. В августе-сентябре 2017, 2018 и 2020 гг. можно было отметить наличие металимниального минимума кислорода (0.2–4.4 мг/л). Область очень низкой концентрации кислорода (<1 мг/л) или, возможно, его отсутствия отмечалась на глубине 25 м, начиная, примерно, с середины июля, и распространялась позже, в августе-октябре, выше до глубины 20 м (возможно, и выше). В июле-сентябре 2019 г. низкое содержание кислорода (0.2–0.8 мг/л) отмечено на глубине 15 м, в остальные годы в это время на этой глубине оно не опускалось ниже 2.3 мг/л. Вместе с тем, в 2019 г. практически бескислородная зона наблюдалась, начиная с июля, уже с глубины 6–10 м, низкая концентрация кислорода в этом месяце (не выше 3.6–6.2 мг/л) отмечалась во всем столбе воды.

Показатели прозрачности воды колебались в среднем от 2.8 до 3.3 м, достигая максимума в 2019 г. (4.7 м) и минимума в середине августа 2017 г. (1.9 м) и начале сентября 2020 г. (1.6 м). Наибольший средний уровень воды в озере наблюдался в 2017 г. (34.5 см), а наименьший в 2019 г. (16.1 см), когда осенью он достиг рекордно низкого значения в 8,0 см (в 2018 г. осенний уровень достиг еще меньшего значения – 6.0 см). В этом случае отмечалось также наибольшее падение уровня воды за сезон (на 30 см). Минимальные разницы в уровнях отмечены в сравнительно прохладном и дождливом 2020 году (20 см), когда максимальный уровень наблюдался летом (46 см), а весенний и осенний уровни были практически равны (27–30 см).

Средняя за сезон численность рачкового зоопланктона в данный период наблюдений колебалась от 30.0 экз/л в 2018 г. до 43.4 экз/л в 2021 г. (табл. 6)¹. Максимальные значения численностей составляли от 48.6 экз/л (конец июня 2018 г.) до 78 экз/л (вторая половина мая 2020 г.). С учетом науплиусов, многочисленных в мае-начале июня, эти числа могли быть заметно выше. *Eudiaptomus graciloides* заметно доминировал, в среднем за пять

¹ При этом надо учитывать, что согласно сравнению с более точными ловами зоопланктона батометром и последующим тотальным подсчетом зоопланктеров, сборы планктонной сетью и последующий подсчет зоопланктеров в одной подпробе приводят к недоучету их численности в 25–30% (неопубл. данные автора).

Таблица 6. Средняя за сезон численность (экз/л) отдельных видов и форм ракообразных и их общая численность в пелагиали озера Глубокого в 2017–2021 гг.

Виды и формы	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg)	15.1	12.6	14.5	11.9	13.4
<i>Cyclops</i> spp.	1.2	1.4	1.5	2.0	2.9
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	5.2	5.2	7.4	5.9	6.9
<i>Bosmina coregoni</i> Baird	4.4	2.6	3.1	1.2	5.0
<i>B. longirostris</i> (O.F. Müller)	4.3	1.7	1.9	7.9	3.0
<i>Daphnia galeata</i> Sars	0.4	0.2	0.04	0.03	0.3
<i>D. hyalina</i> Leydig	0.4	0.9	1.6	0.3	2.2
<i>D. cucullata</i> Sars	0.5	1.5	0.02	0.1	3.5
<i>D. galeata</i> x <i>D. cucullata</i>	0.4	0.5	0.3	1.7	0.5
<i>D. hyalina</i> x <i>D. galeata</i>	0.2	0.6	0.4	1.2	0.9
<i>D. cristata</i>	2.5	1.2	1.8	3.9	3.0
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars	0.3	0.03	0.06	0.02	0.04
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	2.1	1.5	1.1	2.8	1.7
<i>Polyphemus pediculus</i> (L.)	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Общая численность	37.0	30.0	33.7	39.0	43.4

лет более чем вдвое превосходя по численности (13.5 экз/л) субдоминанта *Diaphanosoma brachyurum* (6.1 экз/л), но в 2020–2021 гг. его доля по отношению к прочим видам рачков заметно снизилась (рис. 1).

Diaphanosoma brachyurum все рассматриваемые годы занимала положение субдоминанта, кроме 2020 г., когда ее место заняла обычно сравнительно немногочисленная *Bosmina longirostris* (20.3%), намного обогнавшая *D. brachyurum* (5.9%) и *B. coregoni* (3.1%) (рис. 1). В другие годы *B. longirostris* обычно уступала место *B. coregoni* или обилие обоих видов босмин было сравнительно равным (2017 г.). В 2020 г. наблюдалось также значительное развитие *Chydorus sphaericus* (7.2%).

Доля представителей рода *Daphnia*, не считая самого многочисленного вида рода в озере, *D. cristata* (в среднем 2.5 экз/л), численность которого только частично учитывалась в данном исследовании, была в целом весьма незначительной (в среднем 1.9–7.4 экз/л), составляя 5.1–17.1% от общего числа ракообразных. Последнее число отображает численность дафний в 2021 г., которая значительно превосходила таковую в предыдущие годы. На рисунке 2 представлена средняя численность видов и гибридных форм *Daphnia* в разные годы наблюдений. В 2017 году доля всех представителей рода была относительно заметной, в остальные же годы доминирование одних увеличивалось, тогда как доля других сильно сокращалась. Так в 2018 и 2021 гг. первое место заняла *D. cucullata* (40.5 и 47.3%, соответственно), в

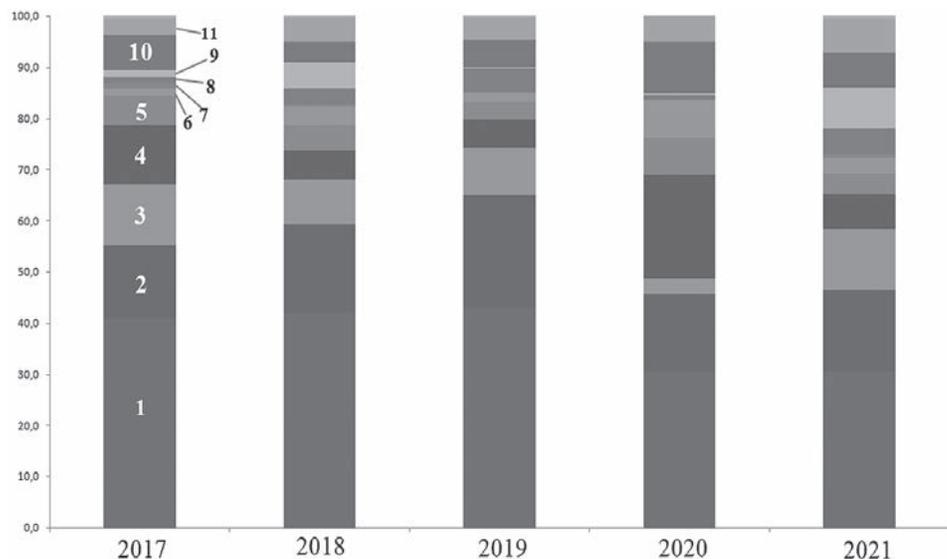


Рис. 1. Среднегодовые значения процентного соотношения численностей видов пелагических ракообразных озера Глубокое в 2017–2021 годах (1 – *Eudiaptomus graciloides*, 2 – *Diaphanosoma brachyurum*, 3 – *Bosmina coregoni*, 4 – *B. longirostris*, 5 – *Chydorus sphaericus*, 6 – гибридные формы *Daphnia*, 7 – *Daphnia galeata*, 8 – *D. hyalina*, 9 – *D. cucullata*, 10 – *D. cristata*, 11 – *Cyclops* spp.

2019 г. – *D. hyalina* (67.3%), а *D. galeata* и *D. cucullata* попадались единично (0.8–1.7%). Напротив, в 2020 г. абсолютно доминировали гибридные формы (87.9%), а представители родительских видов были необычно малочисленными.

Очень заметным событием 2021 года (и последних десятилетий после проведения гидромелиорации на водосборе озера в середине 1960-х годов) явилось появление в пелагиали озера Глубокое нового вида мелких циклопов *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863), особи которого были впервые отмечены 25 июня. В целом, его численность заметно превосходила таковую крупных особей *Cyclops* spp. В связи с появлением нового достаточно многочисленного вида доля циклопов в зоопланктоне заметно увеличилась до 6.7% от общей численности ракообразных (рис. 1).

Ниже приводится краткое описание морфологических признаков взрослых самок *T. oithonoides* (рис. 3, А–Е). В целом эти признаки согласуются с данными описаний вида в монографиях Рылова (1948) и Hołyńska et al. (2003). Тело стройное, удлинённое. Абдомен относительно тонкий. Передние выросты *receptaculum seminis* несильно, но заметно изогнуты. Длина фуркальных ветвей примерно в 3.5 раза больше их ширины, их латеральная щетинка прикреплена близко к середине внешнего края. Соединительная пластинка торакальных конечностей IV пары сзади по бокам с крупными закруглёнными выростами с мелкими шипиками, на середине пластинки имеются два ряда тонких сетул. Внутренняя длинная щетинка дистального

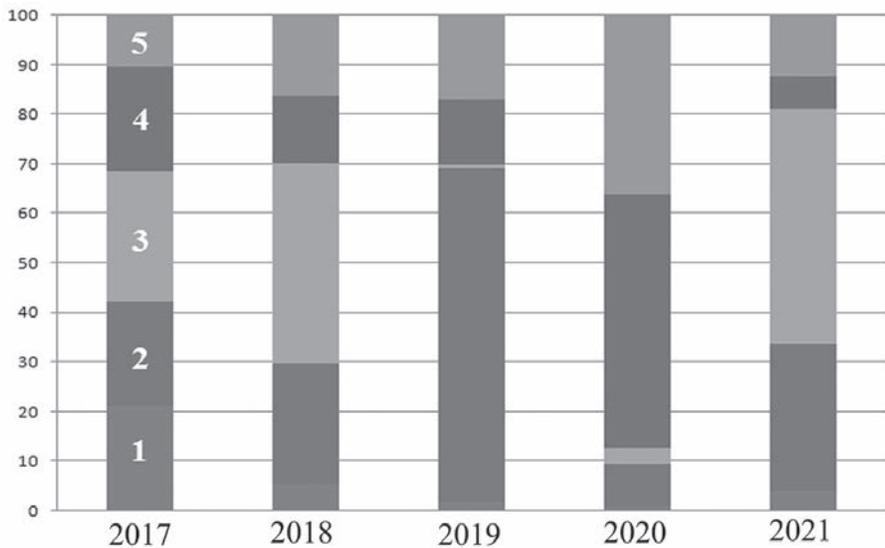


Рис. 2. Среднегодовые значения процентного соотношения численностей видов и гибридных форм *Daphnia* в 2017–2021 годах (1 – *D. galeata*, 2 – *D. hyalina*, 3 – *D. cucullata*, 4 – *D. galeata* x *D. cucullata*, 5 – *D. hyalina* x *D. galeata*).

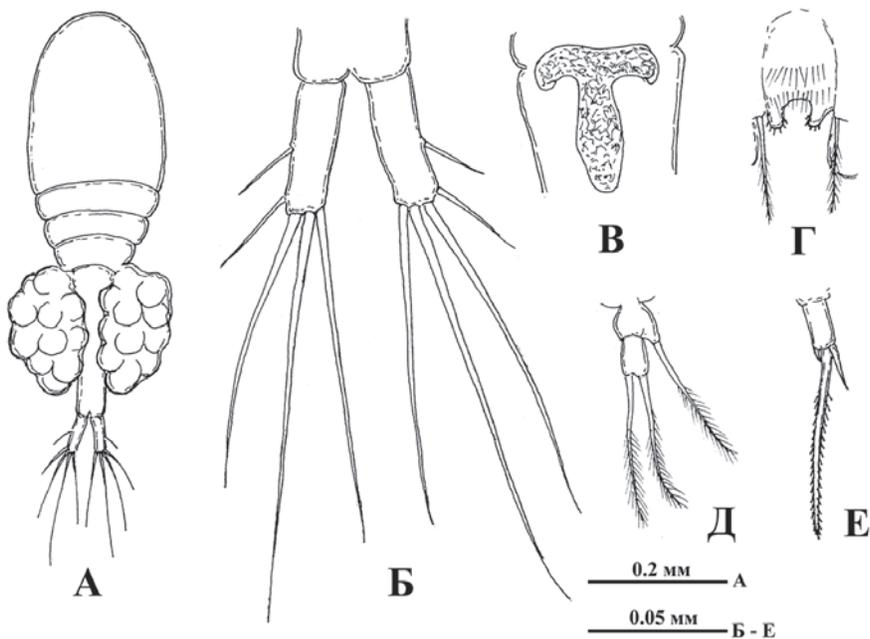


Рис. 3. *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863). А – общий вид взрослой самки, Б – фуркальные ветви, В – ресектакулум семинис, Г – соединительная пластинка между торакальными конечностями IV пары, Д – торакальная конечность V пары, Е – апикальные шипы дистального членика эндоподита торакальной конечности IV пары.

членика торакальных конечностей V пары прикрепляется терминально или немного субтерминально. Терминальные шипы эндоподита торакальных конечностей IV пары сильно различаются по длине – внутренний из них примерно в четыре раза превосходит по длине маленький внешний. Длина тела 0.62–0.72 мм.

Обсуждение

Средняя поверхностная температура озера Глубокого в весенне-осенний период, по сравнению с предыдущими наблюдениями 2009–2016 гг. (Бойкова, Коровчинский, 2017), продолжала оставаться достаточно высокой (18.9 °С или 19.7 °С, если брать температуру одного метра глубины вертикальных профилей (Табл. 2 и 3)). Максимальные значения температуры в оба периода наблюдений были сходные (29.2 и 29.1 °С соответственно).

Прозрачность в среднем осталась на прежнем уровне – 3.1 м, достигая максимума 4.7 м (июнь 2019) и минимума 1.6–1.9 м (сентябрь 2020 и август 2017). То же можно сказать об уровне воды озера, в среднем оставшегося примерно на уровне прошлых лет (в среднем 26.9 см и 24.6 см соответственно). Также сходными были его максимальные значения (46 см и 45 см соответственно), но минимальные (6.0–8.0 см) не опускались так низко как в сентябре 2014 г. (0.5 см).

Проводимые с 1991 г. регулярные стандартные мониторинговые наблюдения рачкового зоопланктона озера Глубокого являются наиболее продолжительными и массовыми за всю историю его изучения. Исследования вертикального распределения температуры и кислорода озера в 2017–2021 гг. также являются наиболее продолжительными и детальными по сравнению с предыдущими работами, собиравшими сходные данные, и выполненные после проведения гидромелиорации на его водосборе (см. Матвеев, 1978; Катунина, 1983; Садчиков, 1983; Yanin et al., 1986; Шапоренко, Шилькрот, 2005; Соколов и др., 2018) (см. также статью Соколова и др. в настоящем сборнике).

В целом, приведенные в настоящей работе данные по температуре, прозрачности и содержанию кислорода совпадают с таковыми в цитированных выше работах. Отличия заключаются в том, что ранее не отмечалась столь высокая как в последние годы максимальная температура воды озера (29 °С против прежних 22–25 °С), что, впрочем, могло быть связано с меньшей частотой взятия проб. Также публикуемые данные свидетельствуют о несколько большем диапазоне температур воды гипolimниона (3.9–8.2 °С против прежних 4.5–6.8 °С). Обращает на себя внимание несколько большая температура воды на глубине 25 м в 2020–2021 гг. (5.0–5.7 °С) по сравнению с предыдущими 2017–2019 гг. (3.9–4.8 °С). Также к числу отличий можно присоединить данные о иногда очень низких значениях прозрачности воды озера Глубокого в 2017–2021 и в 2009–2016 гг. (1.6–1.9 м и 1.2–1.6 м соот-

ветственно), тогда как в вышеперечисленных работах прозрачность менее 2.0 м не отмечалась.

Также как и ранее, настоящее исследование отметило существование металимниального минимума кислорода, который, впрочем, был зафиксирован в августе-сентябре только трех лет из пяти. Садчиков (1983) отмечал отсутствие кислорода ниже 20–25 м глубины, к октябрю бескислородная зона поднималась до глубины 16 м (Матвеев, 1978; Соколов и др., 2018). Та же картина сильного дефицита или отсутствия кислорода на глубинах 20–25 м отмечена и в данном исследовании. Это также периодически могло быть характерно и для меньших глубин, судя по данным о низком содержании кислорода на глубине 15 м в июле-сентябре 2019 г., но регулярно не фиксировалось из-за фрагментарности взятия проб глубже 10 м.

Появление нового и достаточно многочисленного вида циклопов *Thermocyclops oithonoides* в составе пелагического зоопланктона летом 2021 г. явилось очень ярким событием в жизни этого сообщества. Данное событие как бы по новому восполняет выпадение из этого сообщества ранее многочисленного вида *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857), исчезнувшего после мелиорации на водосборе озера Глубокого в середине 1960-х годов (Матвеев, 1975) и ведет его к состоянию, структурно более сходному с изначальным. Указанные виды циклопов достаточно близки, нередко встречаются совместно, но, вместе с тем, отличаются размером тела и рядом экологических особенностей, в частности, большей стойкости более мелкого термоциклопса к прессу рыб (Nilssen, Waervågen, 2000). Несомненно, что появление нового мелкого хищника вызовет определенные изменения в планктонном сообществе озера Глубокого.

Также был определен таксономический статус крупных циклопов, обитающих в глубоких слоях воды озера, которые относятся к двум видам – *Cyclops strenuus* Fischer, 1851 и *C. bohater* Koźmiński, 1933 (Лазарева, Жданова, 2020). Ранее этих циклопов относили совокупно к первому из этих видов (Щербаков, 1967; Matveev, 1986).

По сравнению с данными предыдущих лет (см. Бойкова, Коровчинский, 2017), пелагические ракообразные в последнее пятилетие были несколько менее многочисленными (в среднем в отдельные годы их численность составляла 30.0–43.4 экз/л против 34.5–44.2 экз/л; максимальная численность 48.6–76.0 экз/л против 52.1–96.0 экз/л). По-прежнему абсолютным доминантом выступал *Eudiaptomus graciloides*, превосходивший в среднем по численности прочие виды более чем вдвое. Почти постоянным субдоминантом, кроме 2020 г., была *Diaphanosoma brachyurum*. Совместно эти два вида составляли 45.6–65.0% численности рачкового зоопланктона. Третье место делили виды *B. coregoni* и *B. longirostris* (в среднем 3.3 и 3.8 экз/л соответственно), последний вид особенно выделился (7.9 экз/л) в 2020 г.

Дафнии, помимо *D. cristata*, были малочисленны, особенно, как и прежде, *D. galeata* (в среднем 0.2 экз/л); более многочисленная *D. cucullata* так-

же сохранила прежнюю численность (1.1 экз/л), тогда как гибридная форма *D. galeata* × *D. cucullata* ее уменьшила (0.6 экз/л против 1.6 экз/л в прежний период), а *D. hyalina* × *D. galeata* сильно увеличила численность с прежнего очень низкого уровня (0.7 экз/л против 0.06 экз/л). Интересно отметить, что в период жаркого 2021 г. дафнии совокупно заметно увеличили своё обилие (24.0% от общей численности ракообразных), что напоминло ситуацию особенно жаркого 2010 г., когда их численность была очень высокой (см. Бойкова, Коровчинский, 2017).

Интересной особенностью данного периода исследований явилось почти полное отсутствие в планктоне представителей рода *Ceriodaphnia*, попадавшихся единично, тогда как ранее они постоянно присутствовали, иногда достаточно заметно, достигая порой среднесезонной численности до 5.5 экз/л (2013 г.).

Литература

- Бойкова О.С., Коровчинский Н.М. Пелагический рачковый зоопланктон озера Глубокого в 2009–2016 годах // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 63–73.
- Катунина Е.И. Вертикальное распределение и пространственное перекрывание в макрозоопланктоне // (Н.Н. Смирнов, ред.), Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. 1983. М.: Наука. С. 20–36.
- Коровчинский Н.М. Наблюдения за пелагическим рачковым зоопланктоном озера Глубокого в 1991–1993 годах // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 9–22.
- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С. Пелагический рачковый зоопланктон озера Глубокого в 1999–2008 годах и некоторые итоги его многолетних наблюдений // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2009. Т. 10. С. 39–50.
- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С., Мнацаканова Е.А. Долговременные наблюдения пелагического зоопланктона озера Глубокого и некоторые проблемы мониторинговых исследований // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 39–62.
- Лазарева В.И., Жданова С.М. Копепода *Cyclops bohater* (Crustacea, Copepoda) в Европейской России // Биол. внутр. вод. 2020. № 6. С. 550–561.
- Матвеев В.Ф. Сравнительная характеристика зоопланктона озера Глубокого за 1972–1973 и 1951 гг. // Гидробиол. журн. 1975. Т. 11, № 4. С. 40–46.
- Матвеев В.Ф. Сезонные изменения численности и пространственное распределение зоопланктона озера Глубокого в 1973–1974 гг. // (Г.Д. Поляков, ред.), Экология сообществ озера Глубокого. 1978. С. 9–28.
- Рылов В.М. Cyclozoidea пресных вод (Фауна СССР, Ракообразные, Т. III, в. 3). М.-Л.: Из-во АН СССР, 1948. 318 с.
- Садчиков А.П. Температурный режим, прозрачность и распределение кислорода // (Н.Н. Смирнов, ред.), Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. 1983. М.: Наука. С. 181–188.
- Соколов Д. И., Ерина О.Н., Терешина М.А., Вилимович Е.Н. Современный гидроэкологический режим озера Глубокого // Тр. II Всерос. конф. «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития». 2018. С. 590–593.
- Шапоренко С.И., Шилькрот Г.С. Многолетняя изменчивость гидрохимических параметров озера Глубокого // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2005. Т. 9. С. 30–63.
- Щербаков А.П. Озеро Глубокое (гидробиологический очерк). М.: Наука, 1967. 379 с.
- Hołyńska M., Mirabdullaev I.M., Reid J.W., Ueda H. Copepoda: Cyclopoida. Genera *Mesocyclops* and *Thermocyclops* (Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world, V. 20). Leyden: Backhuys Publ., 2003. 318 p.

- Matveev V.F. Long-term changes in the community of planktonic crustaceans in Lake Glubokoe // Hydrobiologia. 1986. Vol. 141. P. 33–43.
- Nilssen J.P., Waervågen S.B. Superficial ecosystem similarities vs autecological stripping: the “twin species” *Mesocyclops leuckarti* (Claus) and *Thermocyclops oithonoides* (Sars) – seasonal habitat utilization and life history traits // J. Limnol. 2000. Vol. 59, N 2. P. 79–102.
- Yanin E.P., Kashina L.I., Sayet Yu.E. Hydrochemistry of Lake Glubokoe // Hydrobiologia. 1986. Vol. 141. P. 11–23.

THE PELAGIC CRUSTACEAN ZOOPLANKTON OF LAKE GLUBOKOE IN 2017–2021

N.M. Korovchinsky

Summary

The results of the long-term quantitative study of the pelagic crustacean zooplankton of Lake Glubokoe (Moscow area) in 2017–2021 are presented together with data on water temperature, transparency and water level. Also, the data on vertical distribution of water temperature and oxygen concentration were collected some times in each year, at depths of 0–10 m at each meter and then at 15, 20, and 25 m depths. The most interesting fact is the introduction of a new species, *Thermocyclops oithonoides* (Sars), into zooplanktonic community of Lake Glubokoe in 2021 which reached rather conspicuous number. The short diagnosis of the species has been presented. During the period of present study, the average number of crustaceans varied, on average, from 30.0 ind/l in 2018 to 43.4 ind/l in 2021. The maximum numbers varied from 48.6 ind/l (the end of June 2018) to 78 ind/l (the second half of May 2020). Two species, *Eudiaptomus graciloides* and *Diaphanosoma brachyurum*, almost permanently dominated the crustacean assemblage (45.6–65.0% of total crustacean zooplankton number) whereas *Bosmina* species, *B. coregoni* and *B. longirostris*, alternately shared the third place (on average, 3.3 and 3.8 ind/l); the latter of them especially multiplied its numbers (7.9 ind/l) in 2020. The representatives of *Daphnia*, besides of *D. cristata*, had low numbers, especially *D. galeata* (on av., 0.2 ind/l), more numerous *D. cucullata* retained its previous numbers (1.1 ind/l) while the hybrid form *D. galeata* × *D. cucullata* diminished its number (0.6 ind/l instead of 1.6 ind/l before) and another one, *D. hyalina* × *D. galeata*, has increased its number from the previous low level (0.7 ind/l instead of 0.06 ind/l). The representatives of *Ceriodaphnia* were almost absent during all years whereas in previous time they reached sometimes conspicuous number (on av., 5.5 ind/l in 2013).

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕЛАГИЧЕСКОГО РАЧКОВОГО ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА ГЛУБОКОГО

Н.М. Коровчинский, О.С. Бойкова

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

Вертикальное распределение пелагических ракообразных озера Глубокого изучалось с начала XX века, результаты первого этапа этих работ обобщены в монографии Щербакова (1967). Последующие подобные сборы были проведены с апреля по октябрь 1973 и 1974 гг. (Матвеев, 1975, 1978), в июне-августе 1977 г. (Катунина, 1983) и в июле 2008 г. (Жданова, Лазарева, 2009), уже после того как экосистема озера подверглась значительным изменениям в результате проведения гидромелиоративных работ на его водосборе. Другие значительные вертикальные серии проб были собраны в мае-августе 1979 г. и в июне-августе 1980 г. с целью изучения пространственного распределения только двух видов рода *Bosmina* – *B. longirostris* и *B. coregoni* (Мнацаканова, 1990). При этом ловы производились 10-литровым батометром Дьяченко-Кожевникова в наиболее глубоком месте озера во всем столбе воды, за исключением самого придонного горизонта, послойно от поверхности до 10 м глубины через каждый метр, а затем через каждые пять метров. Другие серии вертикальных проб с помощью того же батометра от поверхности до глубины 10 м через каждый метр были взяты в августе 1977 года и в мае-сентябре 1985–1986 годов (Бойкова, 1991). Кроме того, в июле-октябре 1988 года и в октябре-ноябре 1989 пробы брались с целью изучения вертикального распределения только одного вида *Daphnia cristata* (Voikova, Korovchinsky, 1995). Отдельно в эти же годы изучалось пространственное распределение коловраток озера (Матвеева, 1983; Matveeva, 1986). В 2008 г. пробы брались с помощью закрывающейся на определённой глубине сети Джели (Жданова, Лазарева, 2009).

В целом можно видеть, что изучение видового состава и пространственного распределения рачкового зоопланктона озера Глубокого проводилось достаточно давно и со значительными перерывами. С тех пор, с 1970–80-х годов, экосистема озера подверглась определенным изменениям, в составе зоопланктона были обнаружены новые, ранее неизвестные, формы, иные могли исчезнуть, и в целом представление о его составе заметно изменилось. Выявлению этих изменений способствовал определенный прогресс в изучении систематики ряда представителей рачкового зоопланктона (Коровчинский и др., 2017; Коровчинский и др., 2021) и проведение долговременных мониторинговых наблюдений этого таксоценоза в озере Глубоком (Коровчинский, 1997; Коровчинский, Бойкова, 2009; Бойкова, Коровчинский, 2017; см. также статью Коровчинского в настоящем томе).

Необходимость более подробного мониторингового слежения за экосистемой озера Глубокого поставило задачу выяснения современного пространственного, в частности, вертикального распределения представителей рачкового зоопланктона и сопоставления его особенностей с имеющимися данными прошлых лет.

Материал и методика

Всего с 1999 г. по 2021 г. было собрано 11 вертикальных серий проб, причем в 2017, 2019 и 2021 годах пробы собирали летом в дневное время ежедневно с июня по август. Дополнительные серии были собраны в июле 1999 г. и августе 2016 г. Сбор проводился с помощью того же 10-литрового батометра Дьяченко-Кожевникова, который использовался в предыдущих работах 1970–1980-х годов, опускаемого с лодки с помощью лебедки. Сбор проб проводили от поверхности до глубины 10 м через каждый метр, а затем на глубинах 15, 20 и 25 м в соответствии с тем, как это делалось при съемках прошлых лет. С каждого горизонта воду из батометра процеживали через сачок с газом № 73 и содержимое сливали в баночку с небольшим количеством формалина. Подсчет организмов проводился тотально под бинокулярным стереомикроскопом в камере Богорова. Взрослые особи и молодь (копеподиты) учитывались совместно, малочисленные летом науплиусы не учитывались. Относительно нахождения поверхностных эпилимниальных видов на большой глубине можно предположить, что это могло быть вызвано, хотя бы отчасти, их искусственным заносом вниз потоками воды, возникающими при опускании батометра.

Результаты

На рисунках представлены схемы количественного вертикального распределения видов и гибридных форм веслоногих (*Copepoda*) и ветвистоусых (*Cladocera*) ракообразных озера Глубокого, построенные по усредненным данным 11 вертикальных серий проб. Данные о положении металимниона и содержании кислорода в воде с 2017 г. по 2021 г. получены в результате собственных исследований (см. статью Коровчического в данном томе). В летний период зона металимниона находилась преимущественно в промежутке от 4–5 до 8–9 метров глубины.

Eudiaptomus graciloides (Lilljeborg, 1888). Это самый многочисленный вид рачкового зоопланктона озера, обычно выступающий в роли доминанта. Его представители распространены в заметном числе от поверхности до максимальной глубины, но наибольшую численность имеют в зоне металимниона (5–8 м) (в среднем 20.7–34.1 экз/л) (рис. 1А). В отдельные даты (21.06.2019) численность вида здесь могла достигать до 83.4–92.6 экз/л. С другой стороны, он мог быть иногда многочисленным у поверхности (43.5 экз/л (25.07.2017)) или на глубине 25 м (37.2 экз/л (29.06.2017)). Но в целом, в гипolimнионе его численность была мала (2.3–5.9 экз/л).

Cyclops spp. Крупные циклопы, вероятно, относящиеся к двум видам – *C. bohater* Koźmiński, 1933 и *C. cf. strenuus* (Fischer, 1851) (Лазарева, Жданова, 2020) (точную видовую принадлежность последнего вида и индивидуальную численность этих видов циклопов еще предстоит определить), подсчитывались совместно. Они также отмечены на всех глубинах, но в наибольшей степени опять же в зоне металимниона (4–8 м) (0.9–1.7 экз/л) (рис. 1Б). Иногда они достигали здесь заметно большей численности – до 3.6–4.9 экз/л (21.06.2019), иногда отмечались в значительном числе на глубине 25 м (2.3 экз/л (29.06.2017)).

Thermocyclops oithonoides (Sars, 1863) является новым вселенцем в пелагическое сообщество озера Глубокого, будучи обнаруженным здесь впервые в вертикальной серии проб 27 июня 2021 года (см. статью Н.М. Коровчин-

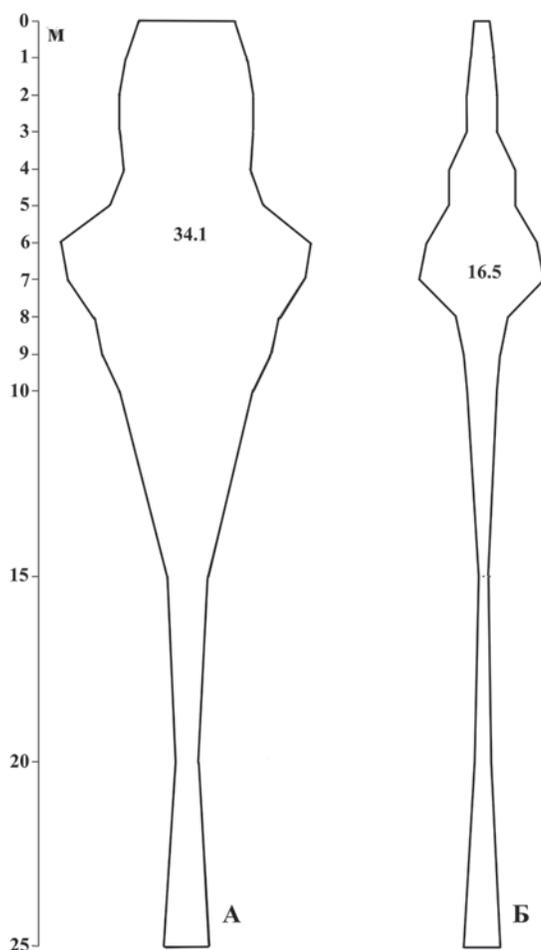


Рис. 1. Вертикальное распределение *Eudiaptomus graciloides* (А) и *Cyclops* spp. (Б). Здесь и далее цифры указывают максимальную численность (экз/л) (для циклопов – экз/10 л).

ского в данном томе), особенно в большом числе в августе этого года. Вид преобладал численно в эпилимнионе (до 8.5 экз/л).

Diaphanosoma brachyurum (Lievin, 1848) также нередко доминирует в зоопланктоне, являясь ярко выраженным эпилимниальным видом (рис. 2А), заметным и в верхней части металимниона, но ниже практически исчезающим. В эпилимнионе может достигать очень большой численности (максимально до 144.1–148.5 экз/л (21.06.2019 и 27.06.2021 соответственно), в среднем 56.4 экз/л).

Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1776) является сравнительно немногочисленным, но постоянным членом пелагического сообщества ракообразных. Наиболее характерен для эпилимниона и верхней части металимниона (в среднем до 7.1 экз/л) (рис. 2Б), но иногда занимает весь металимнион и

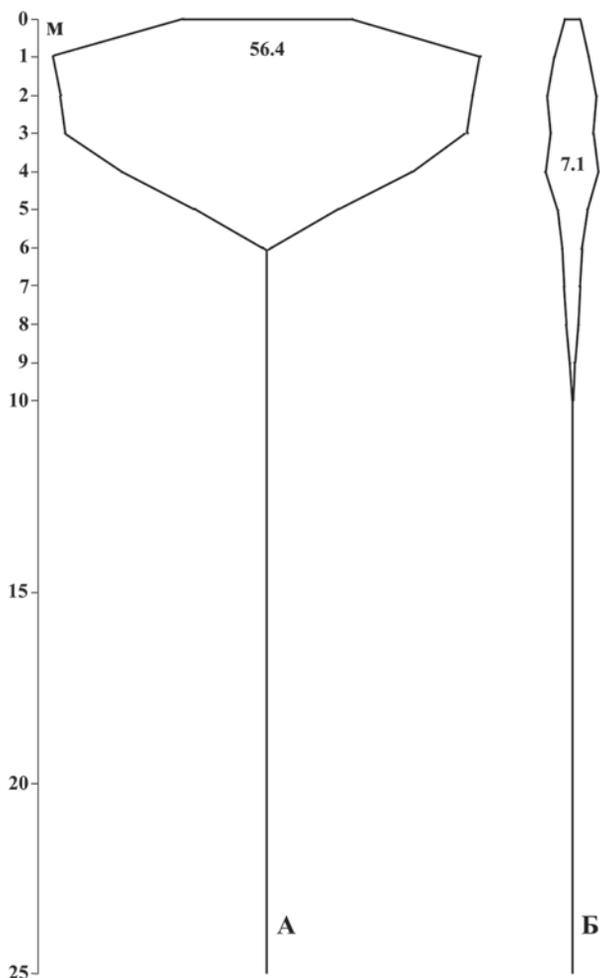


Рис. 2. Вертикальное распределение *Diaphanosoma brachyurum* (А) и *Chydorus sphaericus* (Б).

даже более. Так в конце июня 2017 г. он был особенно обилен до глубины 8 м, т.е. до верхней части гиполимниона (см. статью Коровчинского в данном томе), имея численность на глубинах 1–8 м от 12.7 до 25.6 экз/л.

Bosmina coregoni Baird, 1857 также в целом наиболее обильна в летнее время в эпилимнионе и верхней части металимниона (в среднем до 16.7 экз/л) (Рис. 3А), но в некоторые даты отмечена в значительном числе и глубже – во всем металимнионе и в гиполимнионе, в его верхней части или даже до глубины 25 м (4.8 экз/л на глубине 10 м (08.07.1999) или 8.0–1.0 экз/л на глубине 15–25 м (27.06.2021)). В эпилимнионе-металимнионе этот вид может достигать иногда большой численности – до 32.4–53.0 экз/л (29.06.2017) или до 20.6–41.2 экз/л (21.06.2019).

B. longirostris (O.F. Müller, 1776), в отличие от предыдущего вида, обитает летом почти исключительно в металимнионе-гиполимнионе (в среднем

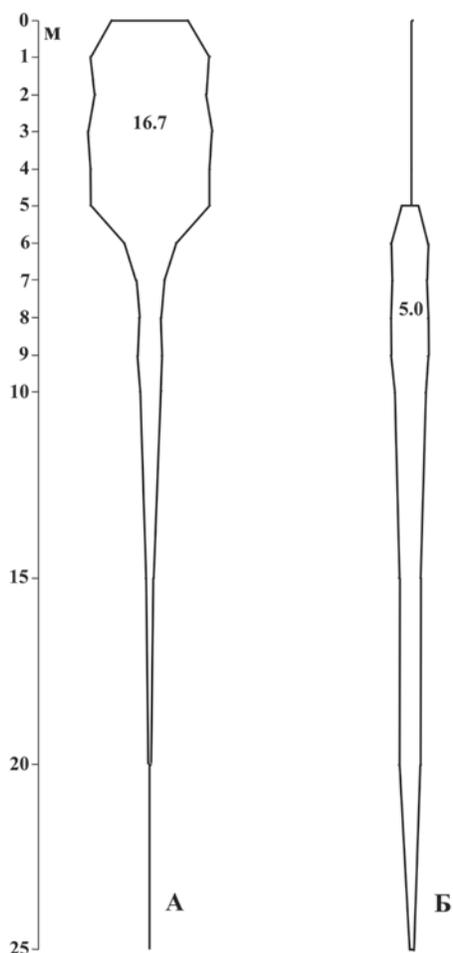


Рис. 3. Вертикальное распределение *Bosmina coregoni* (А) и *B. longirostris* (Б).

максимально до 5.0 экз/л) (рис. 3Б). Но временами численность вида могла быть значительно больше – до 13.5 экз/л в металимнионе (25.07.2017) и до 9.2–16.4 экз/л в гиполимнионе (25.07.2017 и 27.06.2021).

Daphnia cucullata Sars, 1862 является ярко выраженным эпилимниальным видом (в среднем до 9.9 экз/л), в небольшом числе проникающим также в верхнюю часть металимниона (рис. 4А). В 2019 г. вид ловился в очень малом числе (до 0.7–1.0 экз/л (21.06.2019) или даже отсутствовал в пробах конца августа, в то же время он был необычайно обилен во всех пробах из эпилимниона в 2021 г. (до 30.8–57.5 экз/л).

Daphnia cristata Sars, 1862, безусловно, тяготеет к металимниону-гиполимниону (рис. 4Б), даже становится несколько более многочисленным в последнем (в среднем до 7.2–7.9 экз/л). В металимнионе численность вида

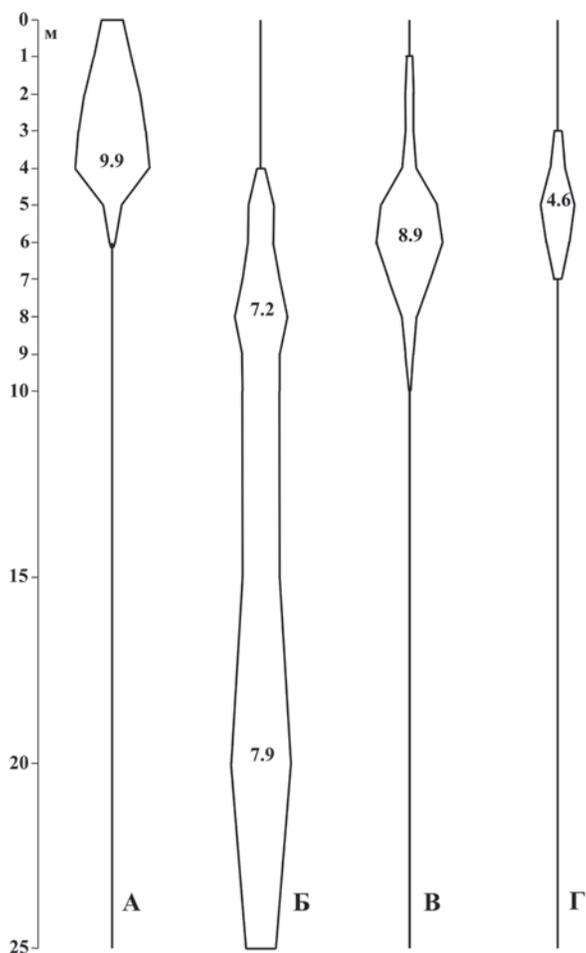


Рис. 4. Вертикальное распределение *Daphnia cucullata* (А), *D. cristata* (Б), *D. hyalina* (В) и *D. galeata* x *D. cucullata* (Г).

могла доходить до 43.6 экз/л (08.07.1999), в гиполимнионе – до 19.4–23.4 экз/л (27.06.2021 и 23.08.2021 соответственно).

Daphnia hyalina Leydig, 1860 проявляет отчетливое тяготение к металимниону (рис. 4В), где достигает средней численности до 8.9 экз/л. В отдельные даты обилие вида доходило до 17.9–25.0 экз/л в июне–августе 2019 г. и до 9.6–17.0 экз/л в июне–августе 2021 г.

Представители межвидовой гибридной формы *D. galeata* × *D. cucullata* имеют вертикальное распределение сходное с таковым предыдущего вида, находясь преимущественно в металимнионе (в среднем до 4.6 экз/л) (рис. 4Г). В отдельные периоды они могли быть здесь достаточно многочисленными (от 12.9–14.6 экз/л (08.07.1999) до 17.4 экз/л (27.06.2021)).

Остальные виды и гибридные формы ракообразных были за все время исследований наиболее малочисленными, и поэтому их вертикальное распределение не изображается графически. При этом все же можно уловить преобладающие черты их вертикального распределения. Так *Daphnia galeata* Sars, 1863 в наибольшем числе отмечалась в металимнионе (в среднем до 1.7 экз/л) и гиполимнионе (в среднем до 1.2 экз/л). В последнем слое в основном регистрировалась особи так называемой «глубинной» *Daphnia galeata*, отличающиеся наличием особенно крупного глаза. В отдельные даты обилие вида бывало заметным, например, на глубине 5–7 м до 3.9–10.2 экз/л (08.07.1999), а на глубине 20–25 м до 5.2–5.6 экз/л (июнь–август 2017 г.).

Представители межвидовой гибридной формы *D. hyalina* × *D. galeata* присутствовали обычно в небольшом числе (в среднем, до 4.1 экз/л) и в основном на границе эпилимниона и металимниона (4–6 метров глубины)¹.

Ceriodaphnia pulchella Sars, 1862 была особенно малочисленным видом, в некоторые даты регистрировалась единично (например, 08.07.2021, 27.06.2021) или отсутствовала совершенно (июнь–июль 2019, июль 2021). В наибольшем числе вид отмечался на границе эпи- и металимниона (4–5 метров глубины), а также в эпилимнионе, практически отсутствовал глубже 8 м. В отдельные даты его численность могла быть заметной (1.7–4.9 экз/л (29.06.2017 и 25.07.2017 соответственно)).

Помимо вышеперечисленных видов, в эпилимнионе озера Глубокого периодически отмечалось присутствие *Polyphemus pediculus* (L., 1758) и *Leptodora kindtii* (Focke, 1844).

При понижении содержания кислорода (< 0.5 мг/л) на 20–25 м глубины во второй половине лета (см. статью Коровчинского в данном сборнике), на этих глубинах в заметном числе встречались только *Eudiaptomus graciloides* (1.1–11.2 экз/л) и *Daphnia cristata* (до 14.1 экз/л).

¹ При этом надо иметь в виду, что не всегда удавалось однозначно определить представителей этой формы, особенно ювенильных особей, отделяя их от таковых *D. hyalina*, в связи с чем подсчет численности гибридной формы и родительского вида мог быть неточным.

Обсуждение

На протяжении длительной истории изучения зоопланктона озера Глубокого трактовка состава и статуса составляющих его таксонов претерпевала значительные изменения (Коровчинский, 1991; Коровчинский и др., 2017). Разночтения по этому вопросу наблюдались и в работах, касающихся изучения вертикального распределения видов планктонных ракообразных. Наибольшие разночтения касались представителей родов *Daphnia* и *Bosmina*. Так Щербаков (1967) писал о присутствии в его пробах представителей вида *D. hyalina*, которые, судя по сохранившимся архивным рисункам этого автора, идентичны тем, которые населяют озеро в настоящее время. Вместе с тем, Щербаков указывал на присутствие в пелагиали озера только одного вида *Bosmina* (*B. longirostris*), хотя их всегда было два (*B. coregoni*, *B. longirostris*), как показывает исследование остатков ракообразных в донных отложениях (Matveev, 1986a, b).

В последующих работах (Матвеев, 1973, 1975), основанных на обработке проб, взятых в 1972–1974 гг., вместо *D. hyalina* стала указываться *D. longispina* O.F. Müller, 1776, что соответствовало трактовке определителя Мануйловой (1964), где первый вид отнесён к синонимам второго. В дальнейшем, однако, исследователи все же обратили внимание на разнообразие внешнего вида дафний близких к «*D. longispina*» и стали относить их к двум видам *D. longispina* и *D. hyalina*, последняя из которых в озере Глубоком была очень малочисленной (Гиляров, Матвеев, 1977; Матвеев, 1978). Последний автор писал: «*D. longispina* является самой крупной из всех дафний, встречающихся в озере Глубоком. Этот вид в работах А.П. Щербакова приведен под названием *D. hyalina* Leydig (Матвеев, 1975). Типичные экземпляры имеют голову округлой формы, без шлема. В летних пробах 70-х годов наряду с ними попадались особи, имевшие вытянутую голову и по общей форме и размерам занимавшие промежуточное положение между *D. longispina* и *D. cucullata*... Так как проблема видовой принадлежности промежуточной формы достаточно сложна, ... для специального исследования мы условились называть ее *D. hyalina* Leydig». С современной точки зрения эти данные недостаточны, чтобы однозначно идентифицировать вышеуказанную «*D. hyalina*». Скорее всего, можно предполагать, что под этим именем фигурировала *D. galeata* или гибридная форма *D. galeata* x *D. cucullata* или представители обоих таксонов совместно. Во всех работах 1970-х годов, также как и раньше, указывался только один вид босмин – *B. longirostris*. Также в них не было указаний на находки в пелагиали озера Глубокого *Chydorus sphaericus*, но с 1972 г. отмечено присутствие здесь в заметном числе *Polyphemus pediculus*, распределение которого было крайне неравномерным (Матвеев, 1975; Коровчинский и др., 2017).

Впервые более адекватно состав пелагического рачкового зоопланктона был описан в работе Катунинной (1983), основанной на обработке верти-

кальных серий проб, взятых в июне-августе 1977 г. В списке видов впервые упоминаются *D. galeata*, *D. hyalina* (в современном смысле), *B. coregoni*, *B. longirostris* (в современном смысле) и *Chydorus sphaericus*, последний из которых именно в этом году был впервые массово отмечен в открытой части озера (Matveev, 1986a). Присутствие указанных видов дафний в озере было подтверждено данными специальной систематической ревизии (Glagolev, 1986). С этого времени трактовка видового состава пелагического рачкового зоопланктона приобретает более современный вид, за исключением того, что гибридные формы дафний тогда еще не были известны и не могли быть определены морфологически. Также и пелагические циклопы продолжали определяться как «*Cyclops strenuus*», хотя уже в 1970-е годы немецкий специалист-карцинолог У. Айнзле (U. Einsle), которому посылались пробы из озера Глубокого, определил, что представители этого рода в действительности относятся к двум видам – *C. strenuus* и *C. bohater*. Более углубленная работа по видовому определению циклопов озера стала вестись только в последнее время (Коровчинский и др., 2017; Лазарева, Жданова, 2020; статья Алексева и Сухих в настоящем сборнике). Указанные выше недочеты и различия в определении таксонов пелагических ракообразных затрудняют сравнение предыдущих данных по пространственному распределению их представителей с современными.

Наши данные по вертикальному распределению *Eudiaptomus graciloides* отличаются от данных А.П. Щербакова («*Diaptomus graciloides*»), который нашел его летом почти исключительно находящимся в эпилимнионе-верхней части металимниона, и в целом согласуются с данными, полученными в период после гидромелиорации, которые описывают его распространение как относительно наиболее равномерное по глубине с максимум численности в металимнионе (Matveev, 1975, 1978; Гиляров, Matveev, 1977; Сагайдачный и др., 1977; Катунина, 1983; Matveev, 1986a). То же можно сказать о вертикальном распределении крупных *Cyclops* spp., больше тяготеющих также к металимниону-верхней части гиполимниона, иногда в заметном числе (1.9–2.3 экз/л) отмеченных и на глубине 25 м (25.07. и 29.06.2017 соответственно). Индивидуальное распределение видов этого рода еще предстоит выяснить.

Мелкие циклопы *Thermocyclops oithonoides*, только что появившиеся в пелагиали озера Глубокого, обитают в основном в эпилимнионе, занимая то же пространственное положение, которое было свойственно в 1950-60-х годах *Mesocyclops leuckarti* Claus, впоследствии исчезнувшему.

Diaphanosoma brachyurum остается ярко выраженным эпилимниальным видом, как это сообщалось всеми предыдущими авторами (Щербаков, 1967; Matveev, 1975, 1978; Гиляров, Matveev, 1977; Сагайдачный и др., 1977; Катунина, 1983; Бойкова, 1991; Matveev, 1986a). Ни в одну из дат не было отмечено его преобладание в металимнионе, что отмечала в конце августа Катунина (1983).

Наши данные по *Chydorus sphaericus* также согласуются с предыдущими, которые отмечали его распространенным в эпилимнионе-металимнионе (Катунина, 1983; Бойкова, 1991).

Bosmina coregoni также в среднем определенно тяготеет к эпилимниону и его границе с металимнионом, хотя ее численность была заметна и в пределах металимниона, как это отмечали ранее Катунина (1983), Мнацаканова (1990) и Бойкова (1991). По нашим данным этот вид в заметном числе иногда находился и в гиполимнионе, как это можно было отметить 08.07.1999 и, особенно, 27.06.2021 (22.8 и 8.0 экз/л на 10 м и 15 м соответственно).

B. longirostris очень характерна для металимниона, как это отмечалось ранее (Катунина, 1983), но почти в такой же мере и для гиполимниона до глубины примерно 20 м (рис. 3Б), что ранее было отмечено только Ждановой и Лазаревой (2009). Раньше этот вид, похоже, был больше свойственен эпилимниону, где летом теперь практически отсутствует. В наибольшей степени данные 2008 г. (Жданова, Лазарева, 2009) и наши соответствуют данным Мнацакановой (1990), исследование которой в отношении босмин озера Глубокого отличается особой детальностью. Но все же, вероятно, можно говорить о большем заглублинии вида по сравнению с прошлым. Об этом может свидетельствовать также и то, что все авторы, начиная со Щербакова (1967), который анализировал пробы, собранные в 1951–1952 гг., и другие, исследовавшие пробы 1973–1977 гг. и 1979–1980 гг. (Матвеев, 1975, 1978; Гиляров, Матвеев, 1977; Сагайдачный и др., 1977; Катунина, 1983; Мнацаканова, 1990), писали о явном преобладании вида в металимнионе. Все они, кроме двух последних авторов, не разделяли оба вида и поэтому можно заключить, что в то время *B. coregoni* и *B. longirostris* обитали преимущественно совместно в эпи- и металимнионе. В последующее время *B. longirostris*, очевидно, заметно расширила свое проникновение в глубину, перекрываясь с первым видом в наибольшей степени лишь в металимнионе. Если сравнивать наши данные с данными Катуниной (1983: рис. 3, II), то можно предположить, что *B. longirostris* в среднем увеличила свою максимальную численность с 3.3 экз/л до 9.8–16.4 экз/л (21.06.2019 и 27.06.2021 соответственно)). В то же время, сравнение их с более подробными данными Мнацакановой (1990) это, скорее, не подтверждает. Расхождение показаний может зависеть также от различий численности вида в разные годы.

D. cucullata, безусловно, тяготеет к эпилимниону, находки ее в металимнионе единичны, и этим пространственное положение вида, похоже, несколько отличается от того, что было раньше, когда значительная часть популяции могла находиться в зоне температурного скачка (Матвеев, 1978; Катунина, 1983). *D. hyalina*, как и раньше, в основном занимает область металимниона, где к ней присоединяются представители гибридной формы *D. galeata* × *D. cucullata*. Согласно Катуниной (1983), которая первой стала учитывать *D. galeata* в озере Глубоком в качестве самостоятельного вида, он обитал в наибольшем числе в эпилимнионе, меньше в металимнионе,

иногда опускаясь единично в гиполимнион. Теперь же он регистрируется в основном в мета-гиполимнионе, причем в последнем отмечается наличие особой «глубинной» формы, отличающейся морфологическими, а, возможно, и генетическими особенностями, как это найдено у глубоководных *D. galeata* в одном из водоемов Чехии (Seda et al., 2007). Представители другой гибридной формы *D. hyalina* × *D. galeata* численно больше концентрируются на границе эпи- и металимниона.

В основном глубинная *D. cristata* в период исследований в наибольшей степени была приурочена к гиполимниону, в меньшей степени к металимниону. То же было отмечено в конце 1980-х годов (Boikova, Korovchinsky, 1995). Вместе с тем, видно, что в конце каждого июня месяца заметное число особей находилось также в эпилимнионе. Это может свидетельствовать о том, что в более ранний период, в конце мая-первой половине июня, популяция этого вида могла находиться в основном в эпилимнионе-металимнионе, а затем постепенно опускалась ниже и во второй половине августа почти полностью находилась в гиполимнионе, как это отмечалось ранее (см. Матвеев, 1975, 1978; Катунина, 1983; Жданова, Лазарева, 2009).

Виды пелагических дафний заметно расходятся по вертикальному распространению – *D. cucullata* в эпилимнионе, *D. hyalina* в металимнионе и *D. cristata* в основном в гиполимнионе, как это отмечалось ранее (Матвеев, 1973; Гиляров, Матвеев, 1977; Сагайдачный и др., 1977). Два последних вида в металимнионе перекрываются в относительно большей степени (рис. 4, 5). Малочисленная *Daphnia galeata* сосуществует с *D. cristata* в мета- и гиполимнионе. Также малочисленные гибридные формы сосуществуют друг с другом, а также с *D. hyalina* и *D. galeata* в металимнионе.

Ceriodaphnia pulchella присутствовала в пелагиали озера Глубокого в заметно меньшем числе, особенно в 2019–2021 гг., чем это наблюдалось в 1970-е годы (см. Катунина, 1983). Вертикальное распределение этих рачков по сравнению с прошлым, похоже, не изменилось. Они по-прежнему концентрируются в эпи- и металимнионе, в наибольшем числе на границе этих зон.

В поверхностных слоях открытой части озера по-прежнему достаточно постоянно, но в очень малом числе, встречались *Polyphemus pediculus* и *Leptodora kindtii*.

Суммируя вышесказанное (рис. 5), можно заключить, что в эпилимнионе озера Глубокого в настоящее время в период летней стагнации преимущественно обитают *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata*, *Polyphemus pediculus*, *Leptodora kindtii*, в самое последнее время к ним присоединился ещё *Thermocyclops oithonoides*. На границе с металимнионом и в верхней части последнего численно преобладают гибриды *D. hyalina* × *D. galeata*, наряду с *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia pulchella* и *Bosmina coregoni*, последняя из которых еще более заметно проникает в металимнион и даже в верхнюю часть гиполимниона.

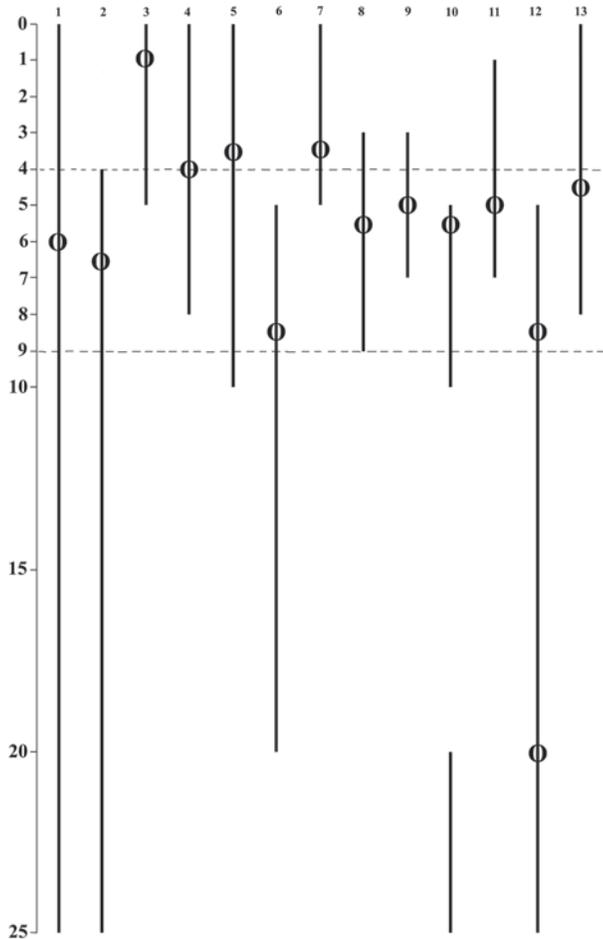


Рис. 5. Схема основного диапазона вертикального распределения пелагических ракообразных озера Глубокого в 1999–2021 гг.: 1 – *Eudiaptomus graciloides*, 2 – *Cyclops* spp., 3 – *Diaphanosoma brachyurum*, 4 – *Chydorus sphaericus*, 5 – *Bosmina coregoni*, 6 – *B. longirostris*, 7 – *Daphnia cucullata*, 8 – *D. hyalina*, 9 – *D. galeata* × *D. cucullata*, 10 – *D. galeata*, 11 – *D. hyalina* × *D. galeata*, 12 – *D. cristata*, 13 – *Ceriodaphnia pulchella* (пунктирные линии обозначают зону максимального развития металимниона в летнее время; кружки на линиях – область максимальной численности видов).

В металимнионе в наибольшем числе наблюдаются *Eudiaptomus graciloides* и крупные *Cyclops* spp., а также *Bosmina longirostris* и *Daphnia galeata*, также глубоко проникающие в гипolimнион, затем *D. hyalina* и гибриды *D. galeata* × *D. cucullata*.

Для гипolimниона наиболее характерна *D. cristata*, отчасти присутствующая и в металимнионе.

К наиболее заметным изменениям в летнем дневном вертикальном распределении пелагических ракообразных по сравнению с 1970–1980-ми го-

дами можно отнести, очевидно, меньшее проникновение *Daphnia cucullata* в металимнион, а, с другой стороны, более заметное заглубление таких видов как *B. coregoni*, и, особенно, *B. longirostris* и *D. galeata*, более широко освоивших мета- и гиполимнион.

Авторы благодарят П.Г. Гарибяна и В.И. Исаченко за помощь при взятии проб.

Литература

- Бойкова О.С. Влияние хищничества рыб на сообщество планктонных ракообразных озера Глубокого // Бюлл. МОИП. 1991. Т. 96, Вып. 2. С. 43–53.
- Бойкова О.С., Коровчинский Н.М. Пелагический рачковый зоопланктон озера Глубокого в 2009–2016 годах // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 63–73.
- Гиляров А.М., Матвеев В.Ф. Пространственное перекрывание в зоопланктонном сообществе озера Глубокого // Экология. 1977. № 4. С. 40–46.
- Катунина Е.И. Вертикальное распределение и пространственное перекрывание в макрозоопланктоне // (Н.Н. Смирнов, ред.), Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. 1983. М.: Наука. С. 20–36.
- Коровчинский Н.М. Насколько нам известен видовой состав зоопланктона «хорошо изученного» озера? // Бюлл. МОИП. 1991. Т. 96, Вып. 2. С. 17–29.
- Коровчинский Н.М. Наблюдения за пелагическим рачковым зоопланктоном озера Глубокого в 1991–1993 годах // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 9–22.
- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С. Пелагический рачковый зоопланктон озера Глубокого в 1999–2008 годах и некоторые итоги его многолетних наблюдений // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2009. Т. 10. С. 39–50.
- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С., Мнацаканова Е.А. Долговременные наблюдения пелагического зоопланктона озера Глубокого и некоторые проблемы мониторинговых исследований // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 39–62.
- Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синёв А.Ю., Неретина А.Н., Гарибян П.Г. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии, Т. II. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. 544 с.
- Лазарева В.И., Жданова С.М. Копепода *Cyclops bohater* (Crustacea, Sorepoda) в Европейской России // Биол. внутр. вод. 2020. № 6. С. 550–561.
- Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. Определители по фауне СССР. Т. 88. 1964. М.-Л.: Наука. 372 с.
- Матвеев В.Ф. Сравнительная характеристика зоопланктона озера Глубокого за 1972–1973 и 1951 гг. // Гидробиол. журн. 1975. Т. 11, № 4. С. 40–46.
- Матвеев В.Ф. Сезонные изменения численности и пространственное распределение зоопланктона озера Глубокого в 1973–1974 гг. // (Г.Д. Поляков, ред.), Экология сообществ озера Глубокого. 1978. С. 9–28.
- Матвеева Л.К. Сезонная динамика и вертикальное распределение планктонных коловраток // (Смирнов Н.Н., ред.) Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. – 1983. С. 37–61.
- Мнацаканова Е.А. Сезонное изменение пространственного распределения двух совместно обитающих видов рода *Bosmina* (Cladocera, Crustacea) // Экология. 1990. № 5. С. 59–67.
- Сагайдачный А.Ю., Гиляров А.М., Матвеев В.Ф. Исследование пространственного распределения зоопланктона методом главных компонентов // Ж. общ. биол. 1977. Т. 38, № 2. С. 218–227.
- Щербаков А.П. Озеро Глубокое (гидробиологический очерк). М.: Наука, 1967. 379 с.

- Boikova O.S., Korovchinsky N.M. On the intrapopulation polymorphism in *Daphnia cristata* Sars, 1862 (Crustacea, Daphniiformes): a new approach to the cyclomorphosis of the species // *Arthropoda Selecta*. 1995. Vol. 4. P. 25–32.
- Glagolev S.M. Species composition of *Daphnia* in Lake Glubokoe with notes on the taxonomy and geographical distribution of some species // *Hydrobiologia*. 1986. Vol. 141. P. 55–82.
- Matveev V.F. Long-term changes in the community of planktonic crustaceans in Lake Glubokoe // *Hydrobiologia*. 1986a. Vol. 141. P. 33–43.
- Matveev V.F. History of the community of planktonic Cladocera in Lake Glubokoe (Moscow Region) // *Hydrobiologia*. 1986b. Vol. 141. P. 145–152.
- Matveeva L.K. Pelagic rotifers of Lake Glubokoe from 1897 to 1984 // *Hydrobiologia*. 1986. Vol. 141. P. 45–54.
- Seda J., Kolarova K., Petrušek A., Machaček J. 2007. *Daphnia galeata* in the deep hypolimnion: spatial differentiation of a “typical epilimnetic” species // *Hydrobiologia*. Vol. 594. P. 47–57.

THE VERTICAL DISTRIBUTION OF THE PELAGIC CRUSTACEAN ZOOPLANKTON OF LAKE GLUBOKOE

N.M. Korovchinsky, O.S. Boikova

Summary

The vertical daytime distribution of the crustacean zooplankton of Lake Glubokoe (Moscow Region) had been investigated during summer months 1999, 2016, 2017, 2019, and 2021. In total, 11 series of vertical hauls have been provided. They were performed at the deepest part of the lake by means of 10-liter Djachenko-Kozhevnikov sampler from the water surface to 25 m depth; the water layers from 0 to 10 m were sampled at each meter, the following layers at each 5 m. The averaged data on vertical distribution of each planktonic crustacean species and two hybrid form are presented. These data are compared with the similar ones of 1950s and 1970–1980s which is complicated by differences in the understanding of the species composition of the community. Generally, the vertical distribution of species remained to be similar to that one of 1970–80s decades except the less penetration of *Daphnia cucullata* in metalimnion and more prominent penetration of *Bosmina coregoni* there whereas *B. longirostris* and *Daphnia galeata* have moved into hypolimnion deeper. The latter species formed there a specific “deep” morphotype, the representatives of which possess enormously large eye.

**МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ
ГЛУБОКОВОДНОГО ЦИКЛОПА *CYCLOPS BOHATER*
KOŹMIŃSKI, 1933 (CYCLOPIFORMES, COPEPODA)
ИЗ ОЗЕРА ГЛУБОКОЕ (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ) С
АНАЛИЗОМ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ РОДА**

В.Р. Алексеев, Н.М. Сухих

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

В озере Глубокое Московской области был обнаружен новый для фауны этого водоема вид циклопид – *Eucyclops speratus* (Lilljeborg, 1901) и детально исследован молекулярно-генетическими методами редко упоминаемый для фауны России вид *C. bohater* Koźmiński, 1933. Низкая внутривидовая генетическая (по участку митохондриального гена 12SrRNA) изменчивость *C. bohater* на обширной территории от Германии до Прибайкалья свидетельствует о выраженной цельности вида и позволяет рекомендовать полученные нами последовательности ДНК в качестве референтных.

Введение

Гидрофауна озера Глубокое, включая веслоногих рачков, изучена довольно хорошо. В последнем обзоре по этому вопросу в числе видов его пелагического зоопланктона указан *C. bohater* Koźmiński, который был определен еще в 1970-х гг. прошлого века известным специалистом по этому роду У. Айнзле (U. Einsle) (Коровчинский, 2017). До недавнего времени эти результаты оставались неизвестны науке и на эту находку указывают как на неопубликованный факт (Коровчинский и др., 2017; Лазарева, Жданова, 2020).

Данный вид, хотя и входит в известный ключ В.М. Рылова (1948), начал отмечаться в составе фауны России сравнительно недавно. В начале 1990-х годов прошлого века в пробе зоопланктона из Саратовского водохранилища, собранной аспирантом МГУ Е. Бычком один из авторов (В. Алексеев) определил этот вид, как обитающий в его глубоководной части. Препарат этого вида хранится в коллекции копепод ЗИН РАН, но эта находка так же не была опубликована. По-видимому, первым упоминанием вида в отечественной научной литературе следует считать находку *C. bohater* в озере Глубокое (Жданова, Лазарева, 2009). После недавней ревизии рода *Cyclops*, выполненной под руководством М. Холинской на циклопах Фенноскандии и переописания *C. bohater* (Hołyńska, Dimante-Deimantovica, 2016), были выявлены более четкие морфологические признаки этого вида, и он стал чаще упоминаться в составе зоопланктона водоемов как России, так и стран Западной Европы (Hołyńska, 2008; Krajčec et al., 2016; Лазарева, Жданова, 2020). До-

полнительные возможности в определении этого вида появляются также в связи с исследованиями нуклеотидных последовательностей ДНК (Krajíček et al., 2016). В GenBank к началу наших исследований было известно шесть сиквенсов двух участков митохондриальной ДНК 12SrRNA 16SrRNA, что недостаточно для молекулярно-генетической диагностики вида.

Настоящая работа была выполнена с целью получения более полной молекулярно-генетической характеристики популяции *C. bohater* из озера Глубокое, принадлежность которой к данному виду не вызывает сомнения.

Таким образом, задачами данной работы являются: получить последовательности ДНК участков показательных и часто используемых генов ((ген 12S малой рибосомальной субъединицы (12SrRNA), внутренний транскрибируемый спейсер (ITS1) и 18SrRNA)) и сравнить их с имеющимся в открытом доступе (GenBank) материалом. В ходе обсуждения было также проанализировано положение нескольких широко распространенных видов в системе рода по генетическим данным.

Материалы и методы

Сбор материала. Основой для данной работы послужили сборы материала по виду *Cyclops bohater* Koźmiński, 1933 (рис. 1) в озере Глубокое, выполненные в период проведения авторами школы-семинара по систематике Сорерода в сентябре 2020 г., организованной на биостанции “Глубокое озеро” Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН. Пробы были отобраны планктонной сетью Джели в центре озера, где глубина достигала 27 м. Пробы были зафиксированы 96° спиртом. Идентификация видов велась с использованием определительных ключей из публикаций Einsle (1993) и Hołyńska, Dimante-Deimantovica (2016).

Генетические исследования. Для амплификации участка митохондриального гена 12SrRNA использовали праймеры H13845-12S (5'-GTGCCAGCAGCTGCG GTT A 3'), H13842-12S (5'-TGT GCC AGC ASC TGC GGT TAK AC-3') и L13337-12S (5' YCTACTWTGYTACGACTTATCTC 3'), опубликованные ранее (Machida et al., 2004). Для амплификации ядерного участка гена 18S использовали следующие праймеры 18 s329 (5'-TAATGATCCTTCCGCAGGTT-3') и 18sI (5'-AACTCAAAGGAATTGACGG-3') (Spears et al., 1992). Условия постановки полимеразной цепной реакции (ПЦР) для данных участков описаны в статье Hamrová et al. (2012). Для амплификации ядерного участка гена ITS1 использовали следующие праймеры: SP-1-5'138 (5'-CACACCGCCCGTTCGCTACTA-3') и SP-1-3' (5'-ATTTAGCTGCGGTCTTCATC-3'). Данные праймеры и условия постановки ПЦР для данного участка ДНК описаны в статье Chu et al. (2001).

Секвенирование проводили в обе стороны на автоматическом секвенаторе ABI 3130 (Applied Biosystems) с применением тех же праймеров, что использовались для амплификации. Нуклеотидные последовательности выравнивали с помощью программы BioEdit 7.2 (Hall, 1999) по алгоритму Clustal W (Thompson et al., 1994) и редактировали вручную.

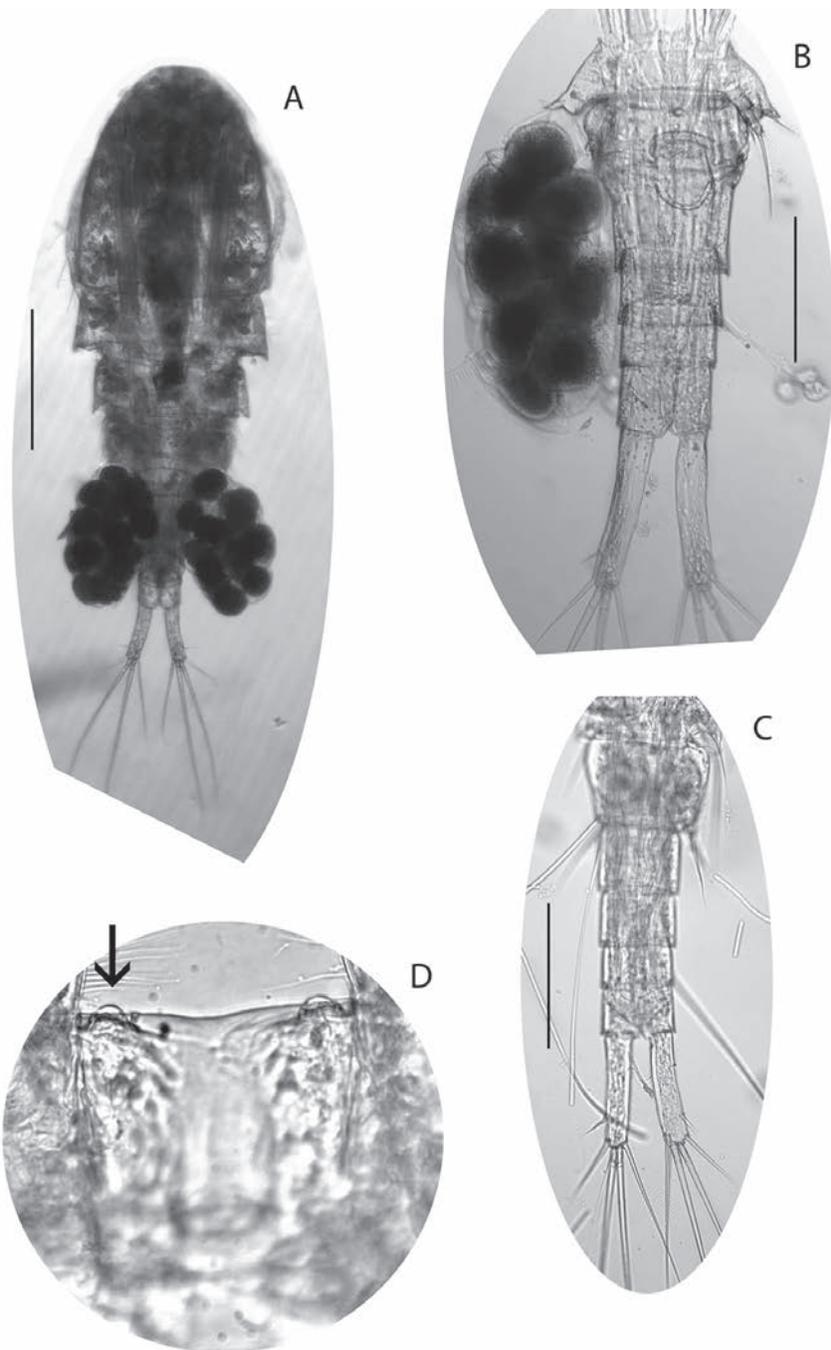


Рис. 1. *Cyclops bohater* из озера Глубокого. А, В, D – самка; С – самец. А – общий вид самки; В – уросома самки; С – уросома самца; D – коксальная пластинка 4-й пары плавательных ног самки, стрелка указывает на вырост свободного края. Масштаб: А – 500, В, С – 200, D – 50 мкм.

Филогенетическая реконструкция выполнена по алгоритму ближайшего связывания (NJ) с использованием модели Maximum Composite Likelihood в пакете программ: MEGA X (Kumar et al., 2018). В качестве статистического теста применяли метод бутстрепа с использованием 1000 псевдорепликаций.

Для генетического анализа были использованы 4 половозрелые особи. В ходе работы были также использованы последовательности видов рода *Cyclops* Müller, 1776, опубликованные в базе генетических данных GenBank: 17 последовательностей 12SrRNA; 24 последовательности ITS1 и 13 последовательностей 18SrRNA. В основном, это были последовательности ДНК, использованные в публикациях Krajíček et al. (2016) и Hołyńska, Wyngaard (2019).

Результаты и обсуждение

Наряду с видом *Cyclops bohater*, участниками школы-семинара в прибрежной части водоема был найден ещё один вид циклопов – новый для фауны озера Глубокое – *Eucyclops speratus* (Lilljeborg, 1901).

Последовательности ДНК для *Cyclops bohater*, полученные нами, публикуются впервые. Всего было исследовано три участка генома – один митохондриальный 12SrRNA и два ядерных ITS1 и 18SrRNA. Из одних и тех же рачков получено три последовательности участка гена малой субъединицы rRNA (12SrRNA) с длиной выравнивания 422 п.н., четыре последовательности участка гена ITS1 с длиной выравнивания 952 п.н. и одна последовательность участка гена 18SrRNA с длиной выравнивания 611 п.н. Все последовательности помещены в GenBank.

Средний уровень различий между видами рода *Cyclops* по участку гена 12SrRNA составляет $24 \pm 2\%$. Наиболее близким видом к исследуемому *C. bohater* по этому гену оказался *Cyclops lacustris* Sars, 1863 (озеро Мьеза, Норвегия) (Krajíček et al. 2016), отличие которого от первого составляет всего примерно 1,5%, притом, что различия внутри вида *C. bohater* между популяциями из гляциального озера Шозее в Германии, Прибайкалья и озера Глубокое в Подмосковье колеблются в пределах 0,4–1,0% (рис. 2; табл.1). Таким образом, установленные различия между *C. bohater* и т.н. *C. lacustris* по Krajíček et al. (2016) скорее соответствуют межпопуляционным различиям, а не межвидовым. Хотя именно норвежское гляциальное озеро Мьеза является типовым местообитанием для вида *C. lacustris*, поэтому, по нашему мнению, вид, используемый в этой работе, был определен неверно. На это также указывает перечень использованных определительных признаков, в число которых не вошли важнейшие. В частности, не приводятся сведения о строении пятой пары ног, а именно – относительной длине внутреннего шипа, который у *C. lacustris* очень маленький и не достигает конца членика. Напротив, у *C. bohater* этот шип хорошо развит и далеко заходит за дистальный конец членика (рис. 3). Вероятнее всего в этом водоеме, как и во многих других олиготрофных озерах, обитает не один вид рода *Cyclops*, а, по меньшей мере, два. И вторым, по результатам сравнения, оказался *C. bohater*.

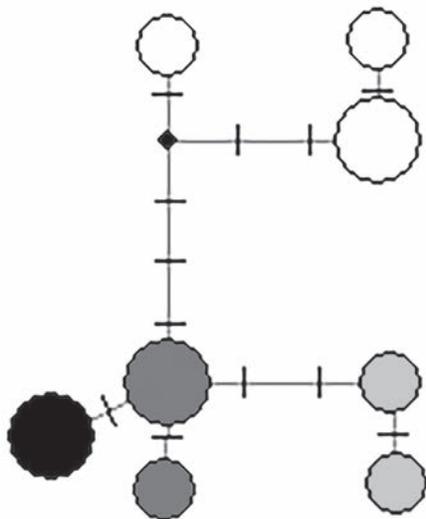


Рис. 2. Медианная сеть гаплотипов *Cyclops bohater* Koźmiński, 1933 и *Cyclops lacustris* G. O. Sars, 1863, построенная по восьми гаплотипам одиннадцати последовательностей ДНК участка гена 12SrRNA. Линиями указано количество мутаций между гаплотипами. Белым цветом обозначены гаплотипы *Cyclops lacustris* из озера Мьеза, Норвегия (KP773204, KP773176, KP773176, KP773189); темносерым – гаплотипы *Cyclops bohater* из озера Глубокое (902, 902-1, 902-2); светлосерым – гаплотипы *Cyclops bohater* из Германии (оз. Шозее), (KP773186, KP773187) и черным – из Прибайкалья (MW020535, MW020536).

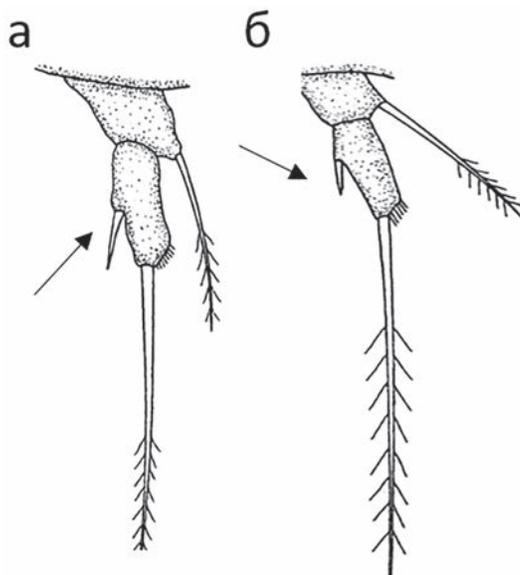


Рис. 3. Пятая пара ног *C. bohater* (а) и *C. lacustris* (б) (с изменениями по Rybak, Władzki, 2005). Стрелками показан отличительный признак видов - внутренний шип.

Таблица 1. Генетические различия, рассчитанные по участку митохондриального гена 12SrRNA между удаленными популяциями видов *Cyclops bohater* и *Cyclops lacustris*

N	Название вида	Номер GenBank	Места сборов	1	2	3
1	<i>Cyclops bohater</i>	KP773186, KP773187	Германия, оз. Шозее			
2	<i>Cyclops bohater</i>		Россия, оз. Глубокое	0,73		
3	<i>Cyclops bohater</i>	MW020535, MW020536	Россия, Прибайкалье	0,95	0,40	
4	<i>Cyclops lacustris</i>	KP773175, KP773176, KP773189, KP773204	Норвегия, оз. Мьеза	1,62	1,10	1,30

Представляют интерес также филогенетические отношения других представителей этого рода, выявившиеся в наших и других исследованиях (рис. 4, 5, 6 данной статьи; Krajčiček et al. (2016), Hołyńska, Wyngaard (2019)).

Наиболее важным является расхождение видов *Cyclops strenuus* Fischer, 1851 и *C. abyssorum* Sars, 1863, выявившееся во всех исследованиях (рис. 4).

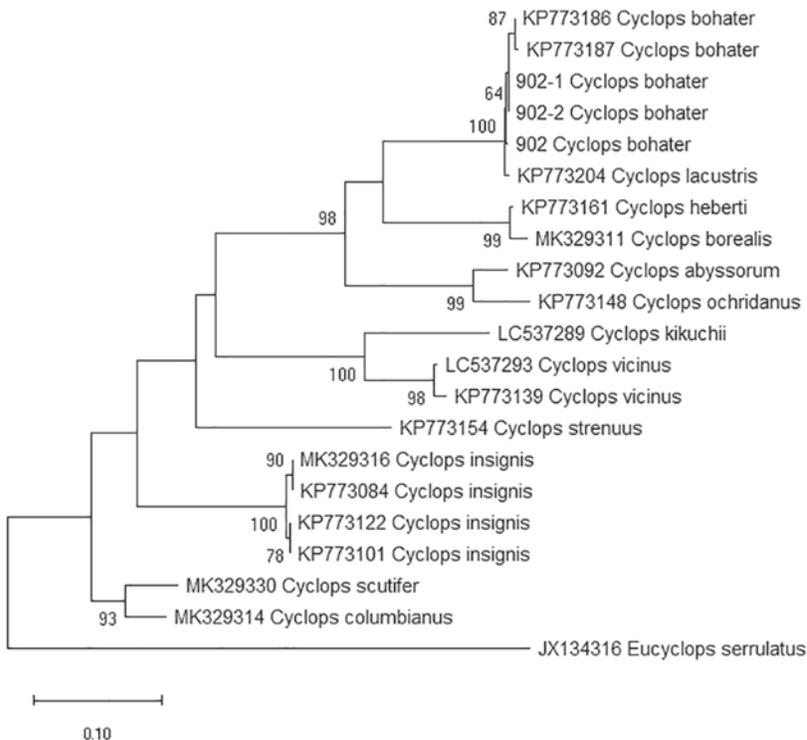


Рис. 4. Филогенетическое дерево, построенное по участку митохондриального гена 12SrRNA по 20 нуклеотидным последовательностям 12 видов рода *Cyclops* методом Максимального правдоподобия с использованием двухпараметрической модели Кимуры. Длина выравнивания 422 п.н. ДНК-последовательность *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851) использована, как внешняя группа для построения. В узлах ветвей приведены Бутстреп поддержки выше 50%. Перед названием вида указаны номера GenBank.

Эти различия впервые были достоверно установлены еще работами У. Айнзле по деминуции хроматина при делении клеток (Einsle, 1996). Он также предложил надежные морфологические признаки (набор признаков коксальных пластинок плавательных ног P4), разделяющие эти весьма насыщенные подвиды группы. Он доказал, что существовавшие в его время и часто перекрывавшиеся между собой подвиды *C. abyssorum* и *C. strenuus* на самом деле являются разными видами.

Следует также упомянуть о близости топологий на филогенетическом древе двух видов *Cyclops heberti* Einsle, 1996 и *Cyclops borealis* Lindberg, 1956 в контексте, заявленном в статье Hołyńska et al. (2021) о синонимии этих таксонов. Некоторые различия (1,6%) позволяют нам сохранить названия Айнзле в качестве подвида: *C. borealis heberti* stat. nov. Морфологические различия этих таксонов нуждаются в уточнении.

Еще два близких вида *Cyclops vicinus* Ułjanin, 1875 и *Cyclops kikuchii* Smirnov, 1932 группируются друг с другом по этому гену (15,2% нуклеотидных различий), что представляется вполне логичным, учитывая, что ранее они считались подвидами и морфологически очень близки.

Cyclops scutifer G.O. Sars, 1863 и *C. columbianus* Lindberg, 1956 также группируются вместе, различия между ними невелики – всего 7% и также могут быть объяснены значительным морфологическим сходством.

Наиболее морфологически отличный представитель рода *Cyclops* – *Cyclops insignis* Claus, 1857 – обособился от других видов и по генетическим признакам. По уровню морфологических отличий от других представителей этого рода он вполне мог бы быть отнесен к самостоятельному подроду: у него 14-членистые антеннулы, у остальных видов рода – 17-членистые, чрезвычайно узкие каудальные ветви ($L/W = 12$), период активного развития популяции и размножения приходится только на зимнее время, большую часть сезона вид находится в состоянии диапаузы (Диапауза ракообразных..., 1990).

Данные по участку более консервативного ядерного генома ITS1 для вида *Cyclops bohater* отсутствуют в GenBank. Полученные нами последовательности этого вида представляют собой один гаплотип. Наиболее близким видом, как и в случае 12SrRNA является вид *C. lacustris*, это те же самые ракообразные из озера Мьёза (Норвегия) (Krajčec et al. 2016). Для этого вида обнаружено 2 коротких последовательности ДНК участка ITS1. На данном участке имеется всего одна нуклеотидная замена между *C. lacustris* и *C. bohater*, что составляет 0,2% генетических различий. Это снова говорит в пользу высказанного нами предположения об их возможной идентичности. Средние различия среди видов по этому участку генов составляют значительно большую величину $9 \pm 1\%$.

Данный ген позволяет выделить 3 клады внутри видов рода *Cyclops* (рис. 5). В целом топология видов, выявленная по митохондриальному гену 12SrRNA, подтверждается и на этом гене. Следует сказать, что *C. abyssorum* и *C. strenuus* снова оказались в разных группах.

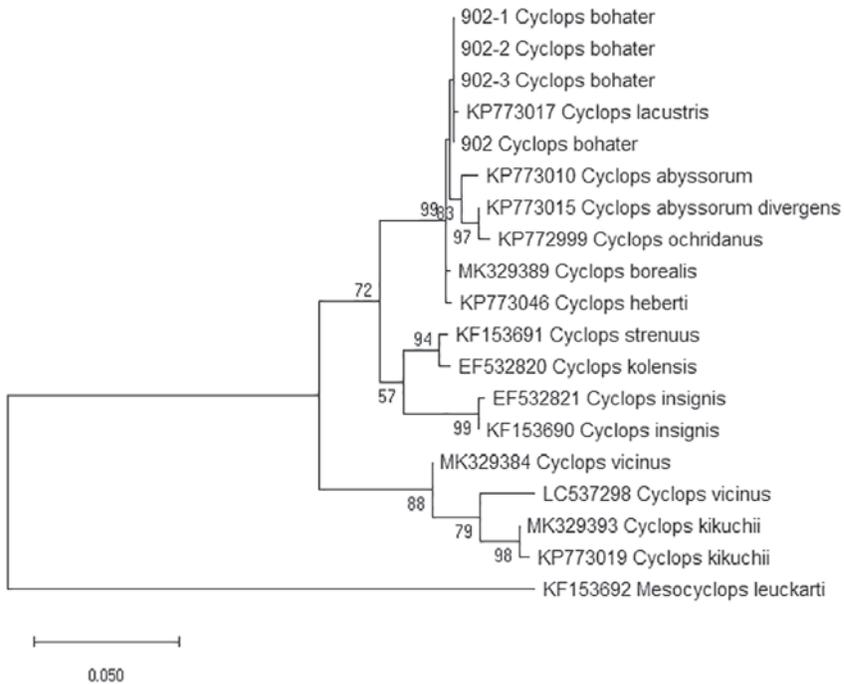


Рис. 5. Филогенетическое древо, построенное по участку ядерного генома ITS1 по 18 нуклеотидным последовательностям 11 видов рода *Cyclops* методом Максимального правдоподобия с использованием двухпараметрической модели Кимуры. Длина выравнивания 952 п.н. ДНК-последовательность *Mesocyclops leuckarti* Claus, 1857 использована, как внешняя группа для построения. В узлах ветвей приведены Бутстреп поддержки выше 50%. Перед названием вида указаны номера GenBank. Последовательности для *Cyclops bohater* Kozmiński, 1933 публикуются впервые.

Как и в предыдущем случае, *C. vicinus* и *C. kikuchii* объединяются в отдельную кладу. Морфологически их объединяет строение вооружения дистальных члеников экзоподита плавательных ног P1-P2 по типу $Vini\ 2:3:3:3$, а также наличие крыловидных выростов на последних торакальных сегментах.

Третья кллада образована морфологически значительно отличающимися друг от друга видами *Cyclops kolensis* Lilljeborg, 1901, *C. strenuus* и *C. insignis*. В целом эта кллада имеет слабую поддержку и, скорее всего, она недостоверна. Важно, что очень специфический, значительно отличающийся морфологически вид *C. insignis* генетически также оказывается достаточно хорошо обособленным (рис. 5).

Третий исследованный нами участок ядерного гена 18SrRNA считается наиболее консервативным. Обычно, среди Copepoda его используют для исследований устойчивых, хорошо различимых видов и родов (Sukhikh et al., 2020; Kochanova et al., 2021). В нашем случае средние межвидовые генетические различия для рода *Cyclops* минимальны и составляют всего лишь $0,02\% \pm 0\%$. При этом двенадцать исследованных видов образуют всего 5

групп (гаплотипов), внутри которых ДНК-последовательности не отличаются друг от друга. *C. bohater* формирует общую группу с *C. lacustris*, *C. ochridanus*, *C. abyssorum*, *C. heberti*, *C. borealis*. *C. kikuchii* формирует общую группу с *C. vicinus* и *C. strenuus*. Виды *C. insignis*, *C. kolensis* и *C. scutifer* формируют индивидуальные группы. Это может быть результатом предполагаемой «молодости рода» (Hołyńska, Wyngaard, 2019), с другой стороны, анализируемые участки гена достаточно коротки (611 п.н.), не исключено, что при рассмотрении большего отрезка, мы бы получили другой результат.

Древо 18SrRNA включает 3 клады, хотя их поддержки не очень высоки (рис. 6). Топология ветвей в целом подтверждает высказанную ранее гипотезу близости и удаленности видов. Вид *C. insignis* и по этому гену вновь оказывается обособлен от остальных видов. В кладу вместе с *C. abyssorum* и *C. bohater*, наравне с другими видами, вновь входит *C. lacustris*. Возможные причины этого сближения обсуждались нами выше. Так же и по этому гену подтверждается близость *C. heberti* и *C. borealis* (см. выше).

Вторая клада объединяет морфологически близкие виды *C. vicinus* и *C. kikuchii*. Эти виды имеют вооружение плавательных ног по типу *bini*. Несомненное родство прослеживается в истории их описания. Последний вид

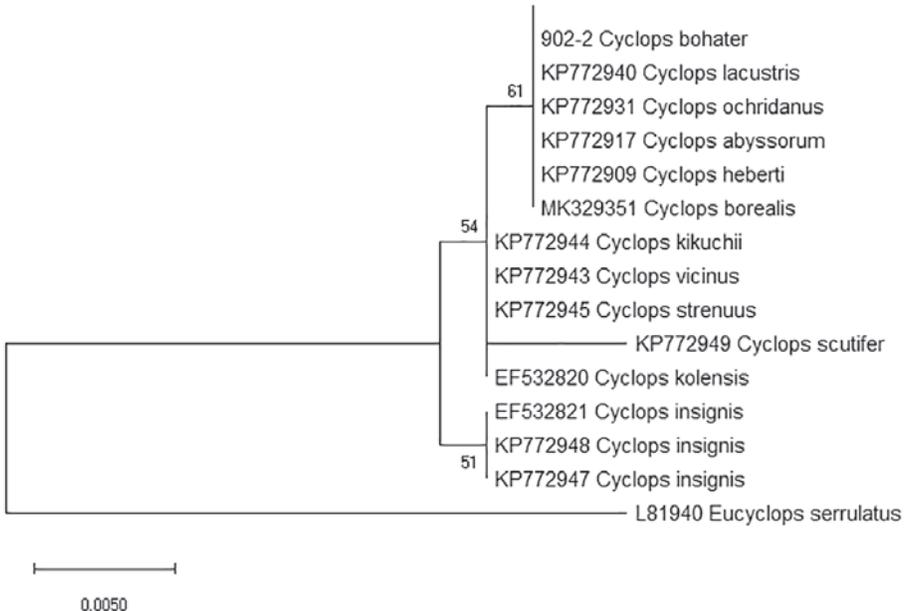


Рис. 6. Филогенетическое древо, построенное по участку ядерного генома 18SrRNA по 14 нуклеотидным последовательностям 12 видов рода *Cyclops* методом Максимального правдоподобия с использованием двухпараметрической модели Кимуры. Длина выравнивания 611 п.н. ДНК-последовательность *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851) использована, как внешняя группа для построения. В узлах ветвей приведены Бутстреп поддержки выше 50%. Перед названием вида указаны номера GenBank. Последовательности для *Cyclops bohater* Koźmiński, 1933 публикуются впервые.

долго считался подвидом *C. vicinus* и отличим от него прежде всего несколькими (увеличенным) соотношением длины и ширины каудальных ветвей, а также их параллельным расположением (у *C. vicinus* ветви расходящиеся).

Существенно, что виды *C. abyssorum* и *C. strenuus* вновь расходятся по разнымкладам.

В недавно опубликованной статье Krajicek et al. (2016) было построено общее древо по нескольким полученным генам (12S rRNA, 16S rRNA, cytochrome b, cytochrome c oxidase I, 18S rRNA и ITS 1), хотя мы нашли сиквенсы *C. bohater* в GenBank только по митохондриальным генам 12SrRNA и 16SrRNA. Как и в случае с отдельными генами при некоторой условности такого объединения (набор генов для каждого исследованного вида, вероятно, варьировал) было выделено 3 основных клады. Показательно, что виды групп *strenuus* и *abyssorum* (к последней относится *C. bohater*) оказались в разных группах. Как и у нас, *C. lacustris* и *C. bohater* оказались наиболее близкими, что дополнительно указывает на их генетическую близость при очевидном морфологическом различии. Результатом, который трудно понять, является объединение *C. insignis* в общую кладу с *C. kolensis*, *C. strenuus*, *C. scutifer* Sars G.O., 1863, *C. furcifer* Claus, 1857. Справедливости ради следует указать, что в этой группе *C. insignis* все-таки отстоит от остальных видов, как получилось у нас для гена ITS 1. В последней клade весьма логично объединились *C. vicinus* и *C. kikuchii*, которые и морфологически и по истории их описания рассматриваются как родственные формы, ранее считавшиеся подвидами.

Еще один генетический и морфологический обзор для порядка 30 таксонов рода был сделан в работе М. Холинской и Г. Вингард (Hołyńska, Wungaard, 2019). Основное внимание было уделено морфологической части работы. Авторами также проанализирована группа генов: 18SrRNA, 28SrRNA, ITS 1 и cytochrome c oxidase I для 10 видов. В данной работе как и у нас выделяют три основных клады, но такие виды как *C. strenuus*, *C. bohater*, *C. lacustris* здесь не рассмотрены. *C. insignis*, как и в нашем исследовании, обособляется от других видов, хотя и объединяется в общую группу с *C. kikuchii*, *C. vicinus* и рядом других видов. В целом, ввиду отсутствия интересующих нас видов, эта работа оказалась не так актуальна для нас, как предыдущая.

Заключение

В составе фауны циклопов из озера Глубокое отмечен ранее не упомянутый таксон *Eucyclops speratus* (Lilljeborg, 1901).

Анализ участков митохондриального и ядерного геномов редко встречаемого вида *C. bohater* из озера Глубокое Московской области позволил нам сделать следующие выводы: Сравнение наших данных по гену 12SrRNA *C. bohater* с доступными данными из GenBank, подтвердило их несомненную близость. Установлено, что вид *C. bohater* из разных регионов представлен

весьма близкими кладами с уровнем различий менее 1%. Клады соответствуют трем популяциям, географически значительно удаленным друг от друга: озеро Глубокое в Европейской России, озеро Шозее в Германии и водоем в Прибайкалье. Это позволяет рекомендовать полученные нами последовательности ДНК в качестве референсных для вида *C. bohater*.

Выявленная близость *C. lacustris* и *C. bohater*, по-видимому, свидетельствует о возможных неточностях с определением первого таксона из типового местообитания. По данному вопросу необходимы дальнейшего исследования.

Сопоставление разных видов рода *Cyclops* по выбранным участкам ДНК указывает на принадлежность *C. bohater* к видам широкораспространенного в Евразии комплекса *C. abyssorum*. Сопоставление наших результатов с опубликованными ранее данными по этому роду подтверждает вывод U. Einsle (Einsle, 1993) о генетическом различии многочисленных локальных популяций и подвидов *C. abyssorum* s.l. и *C. strenuus* s.l.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Н.М. Коровчинскому за организацию школы-семинара по копеподам в 2020 г, а также всем слушателям школы, принимавшим участие в сборе исследованного материала. Авторы выражают свою искреннюю благодарность О.А. Чабан за помощь в оформлении работы.

Финансирование работы

Работа выполнена в ЦКП «Таксон» в соответствии с госзаданием ЗИН РАН АААА-А22-1021051403065-4 «Систематизация и изучение динамики биологического разнообразия и функционирования экосистем континентальных водоемов в условиях антропогенного воздействия и изменения климата», а также поддержана грантом РФФИ 20-04-00035. Секвенирование ДНК выполнено в ЗАО «Евроген». В ходе исследований использована федеральная коллекция ЗИН РАН

Литература

- Алексеев В.Р. Диапауза ракообразных: эколого-физиологические аспекты. М.: Наука, 1990. 144 с.
- Жданова С.М., Лазарева В.И. Видовой состав и пространственное распределение летнего (июль) зоопланктона озера Глубокое // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2009. Т. 10. С. 51–66.
- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С., Мнацаканова Е.А. Долговременные наблюдения пелагического зоопланктона озера Глубокое и некоторые проблемы мониторинговых исследований // Тр. гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 39–62.
- Chu K.H., Li C. P., Ho H. Y. The first internal transcribed spacer (ITS-1) of ribosomal DNA as a molecular marker for phylogenetic and population analyses in Crustacea // Marine Biotechnology. 2001. V. 3. P. 355–361.

- Einsle U. Crustacea, Copepoda: Calanoida und Cyclopoida. Stuttgart: Gustav Fischer. 1993. 209 p.
- Einsle U.K. Copepoda: Cyclopoida. Genera *Cyclops*, *Megacyclops*, *Acanthocyclops*. In Dumont, H. J.F. (ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. V. 10. SPB Academic Publishing. 1996. 83 p.
- Hall T.A. Bioedit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT // Nucleic Acids Res. 1999. V. 41. P. 95–98.
- Hamrová E., Krajčec M., Karanovic T., Cerny M., Petrussek A. Congruent patterns of lineage diversity in two species complexes of planktonic crustaceans, *Daphnia longispina* (Cladocera) and *Eucyclops serrulatus* (Copepoda), in East European mountain lakes // Zool. J. Linn. Soc.. 2012. V. 166. P. 754–767.
- Holyńska M., Dimante-Deimantovica I. Redescription and taxonomic notes on *Cyclops bohater* Koźmiński, 1933 and *Cyclops lacustris* G.O. Sars, 1863 (Arthropoda, Crustacea), with an identification key to the *Cyclops* species of Fenno-Scandinavia // Europ. J. Taxonomy. 2016. V. 212. P. 1–31. <https://doi.org/10.5852/ejt.2016.212>
- Holyńska M., Wyngaard G.A. Towards a phylogeny of *Cyclops* (Copepoda): (in)congruences among morphology, molecules and zoogeography // Zool. Scripta. 2019. V. 48. P. 376–398. DOI: 10.1111/zsc.12342
- Holyńska M. On the morphology and geographical distribution of some problematic South Palearctic *Cyclops* (Copepoda: Cyclopidae) // J. Nat. Hist.. 2008. V. 42. P. 2011–2039.
- Kochanova E., Nair A.; Sukhikh N.; Väinölä R.; Husby A. Patterns of cryptic diversity and phylogeography in four freshwater copepod crustaceans in European lakes // Diversity. 2021. V. 13, N. 448. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/d13090448>
- Krajčec M., Fott J., Miracle M.R. et al. . The genus *Cyclops* (Copepoda, Cyclopoida) in Europe // Zool. Scripta. 2016. V. 45. № 6. P. 671–682. <https://doi.org/10.1111/zsc.12183>
- Kumar S., Stecher G., Li M. et al. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms // Mol. Biol. Evol. 2018. V. 35. P. 1547–1549
- Lazareva V.I., Zhdanova S.M. Copepod *Cyclops bohater* (Crustacea, Copepoda) in the European Part of Russia // Inland Water Biol. 2020. V. 13. P. 528–538. <https://doi.org/10.1134/S1995082920040069>
- Machida R.J., Miya M.U., Nishida M., Nishida S. Large-scale gene rearrangements in the mitochondrial genomes of two calanoid copepods *Eucalanus bungii* and *Neocalanus cristatus* (Crustacea), with notes on new versatile primers for the srRNA and COI genes // Gene. 2004. V. 332. P. 71–78.
- Rybak J.I., Błędzki L.A. Widłonogi, Copepoda: Cyclopoida, Klucz do oznaczenia. Warszawa: Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2005. 127 pp.
- Spears T., Abele L.G., Kim W. The monophyly of Brachyuran crabs: a phylogenetic study based on 18S rRNA // Systematic Biol. 1992. V. 41. P. 446–461.
- Sukhikh N., Abramova E., Holl A-C., Souissi S., Alekseev V. A comparative analysis of genetic differentiation of the *E. affinis* species complex and some other *Eurytemora* species, using the CO1, nITS and 18SrRNA genes (Copepoda, Calanoida) // Crustaceana. 2020. V. 93. N 3-5. P. 931–955. DOI 10.1163/15685403-bja10074
- Thompson J.D., Higgins D.J., Gibson T.J. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice // Nucleic Acids Res. 1994. V. 22. P. 4673–4680.

**MOLECULAR GENETIC CHARACTERISTICS OF
THE DEEPWATER *CYCLOPS BOHATER* KOŹMIŃSKI,
1933 (CYCLOPIFORMES, COPEPODA) POPULATION
FROM LAKE GLUBOKOE (MOSCOW REGION) AND
PLACE OF THE SPECIES IN THE GENUS SYSTEM**

V.R. Alekseev, N.M. Sukhikh

Summary

In Lake Glubokoe, Moscow Region, one species of Cyclopids – *Eucyclops speratus* (Lilljeborg, 1901), new to the fauna of this water body, was recorded and the species *C. bohater* Koźmiński, 1933, rarely mentioned for the fauna of Russia, was studied in detail by molecular genetics methods. The low intraspecific genetic variability (by the region of the 12SrRNA mitochondrial gene) of *C. bohater* over a vast territory from Germany to the vicinity of Lake Baikal indicates a good integrity of the species and allows to recommend the identified DNA sequences as the reference ones.

КОЛОВРАТКИ РОДА *SYNCHAETA* (ROTIFERA, MONOGONONTA, SYNCHAETIDAE) ОЗЕРА ГЛУБОКОГО (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ).

Е.А. Мнацаканова

Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

Коловратки рода *Synchaeta* Ehrenberg, 1832 (Monogononta, Synchaetidae), согласно недавнему обзору (Segers, 2007), насчитывают 37 видов мировой фауны. Все представители этого рода ведут планктонный образ жизни, населяя не только пресные воды, но также солоноватые и морские, многие виды имеют всесветное распространение. Очень часто синхеты доминируют по численности в пресных водоёмах. Несмотря на важную экологическую роль этих коловраток и необходимость количественного учета вклада каждого из видов в функционирование планктонных сообществ, данные такого рода зачастую бывают скудными. Очень часто при обработке фиксированных проб зоопланктона проводят определение только до рода, либо до групп видов, например: *Synchaeta* gr. *tremula-oblonga* sensu Ruttner-Kolisko (1972) или *Synchaeta* gr. *pectinata* (Wilke et al., 2017). Такое положение дел обусловлено объективными трудностями определения видов рода *Synchaeta*, поскольку это довольно мелкие коловратки с нежными покровами тела. При накрывании живых особей покровным стеклышком они легко повреждаются или меняют свою форму. При наркотизации каким-либо реагентом или при фиксации формалином их тела сжимаются в плотный комок, делая неразличимыми видовые признаки. Также для видов этого рода характерно очень большое внешнее сходство в сочетании с сильной внутривидовой изменчивостью.

Для точного определения данного рода обычно рекомендуют (Кутикова, 1970; Hollowday, 2002) использовать челюстной аппарат, однако это требует определенных навыков, поскольку у синхет он состоит из многих тонких элементов. Главная же сложность состоит в том, что, хотя принято считать, что морфология челюстей видоспецифична, до сих пор даже для сравнительно хорошо описанных видов данные об этих структурах либо отсутствуют, либо бывают недостаточны, либо разные авторы приводят описания и рисунки очень сильно расходящиеся между собой.

Ранее для озера Глубокого были известны два вида рода *Synchaeta* – *S. tremula* (O.F. Müller, 1786), который отмечался в пелагиали в начале XX века (Воронков, 1905; 1907; 1913) и далее там же в 1949–1951 и 1973–1974 гг. (Щербаков, 1967; Матвеев, 1978), а затем найденный в литорали озера в 1992 г. (Segers, 1997), и *S. pectinata* Ehrenberg, 1832, который появился в озере после проведения гидромелиоративных работ на его водосборе (Матвеев, 1978).

Целью настоящей работы является внести уточнения в видовой список представителей рода *Synchaeta* озера Глубокого. Хотя история изучения

коловраток этого озера насчитывает уже более 130 лет, предшествующие исследователи не оставили ни подробных описаний, ни рисунков или фотографий внешнего строения и челюстного аппарата обнаруженных ими видов синхет. Не сохранились также и старые пробы. Поэтому своей задачей мы ставим публикацию списка найденных нами видов за время собственных наблюдений 2004–2021 гг., а также рисунков, фотографий и описаний, важных для определения этих видов. Не претендуя на полноту и непогрешимость наших определений, выражаем надежду, что проделанная работа может быть использована в дальнейшем для уточнения видового состава рода *Synchaeta* озера Глубокого.

Материалом для работы послужили сборы, проведенные нами в период с мая по октябрь 2004–2021 гг. Пробы отбирали с интервалом раз в две недели планктонной сетью с отверстиями газа 55 мкм. Сеть протягивали от дна до поверхности в центральной части озера над максимальными глубинами. Часть улова фиксировали 4% формалином для дальнейшей обработки, другую доставляли в лабораторию в живом виде и сразу же просматривали. Эпизодически мы проводили качественные ловы с мостков над глубинами около 1,3 м. Синхет определяли в живом виде, используя световой микроскоп. Для выделения челюстного аппарата использовали жидкость, содержащую гипохлорит натрия в качестве активного вещества. Фотографии были получены с помощью камеры Samsung Galaxy J1 mini и в дальнейшем были использованы для составления обобщенных рисунков.

Synchaeta tremula (O.F. Müller, 1786)

Первые упоминания о находках синхет в озере Глубоком относятся к 1903–1904 гг. и 1911–1912 гг. и принадлежат Н.В. Воронкову (Воронков, 1905, 1907, 1913). Вид был определен им как *Synchaeta tremula*. Следующие исследования видового состава коловраток озера Глубокого были проведены через 20 лет Кастальской-Карзинкиной (1937), наблюдения которой начинаются только с июня, вероятно, поэтому она не застала развитие весенней популяции этого вида и не указала его в списке за 1932 год. А.П. Щербаков работал на озере Глубоком в 1949–1952 гг. с апреля по октябрь, и его списки видов включают *S. tremula*. Вид указан как весенний, достигавший довольно значительной плотности в эпилимнионе озера, с максимумом численности в первых числах мая (Щербаков, 1957, 1967).

Дальнейшие сведения о *S. tremula* в озере также значительно отстают от предшествующих. В.Ф. Матвеев (1975, 1978) обнаружил его в пробах 1973–1974 гг., как развивающийся в пелагиали озера весной в заметном количестве.

Наиболее подробные исследования коловраток озера Глубокого принадлежат Л.К. Матвеевой, работавшей на озере Глубоком в 1975–1984 гг., однако она указывала в своих публикациях название синхет, как *Synchaeta* sp., поскольку точное определение, по-видимому, вызвало у неё затруднение

(Матвеева, 1986; Matveeva, 1986). Это могло быть связано с тем, что при определении коловраток Л.К. Матвеевой был доступен только определитель Л.А. Кутиковой (Кутикова, 1970). Возможно, уже тогда ей попался другой вид, ныне обитающий в озере – *Synchaeta kitina* Rousselet, 1902, по размерам и внешней морфологии очень сходный с *S. tremula*. В указанном определителе приводится рисунок ункусов *S. kitina*, сильно отличающийся от тех, что можно наблюдать у особей этого вида, обитающих в Глубоком озере в летне-осеннее время. Ныне в большом количестве работ (Hollowday, 2002; Wilke et al., 2017, 2018a, 2019) опубликовано много рисунков и фотографий, сделанных с помощью СЭМ, позволяющих определить *S. kitina* по ункусам. По определителю Холлоудея (Hollowday, 2002), можно различать по препаратам ункусов оба вида – *S. kitina* и *S. tremula*.

Следующее по времени упоминание о *S. tremula* принадлежит известному специалисту по коловраткам Г. Зегерсу, который посетил биостанцию «Глубокое озеро» в первой половине августа 1992 г. и обследовал коловраток, обитающих в литорали озера. Он приводит только один вид рода *Synchaeta* – *S. tremula* (Segers, 1997).

За всё время наших наблюдений в мае-сентябре-октябре 2004–2021 гг. нами ни разу не был встречен этот вид в пелагиали озера. Не был он найден и в литорали. Хотя специальные обследования, охватывающие всё побережье, мы не проводили, но всё же эпизодические наблюдения там велись, благодаря которым были обнаружены другие виды рода *Synchaeta*. В недавней статье (Коровчинский и др., 2017) сообщалось, что с 2004 г. по настоящее время в озере Глубоком обитает *S. tremula*. Ныне следует признать это сообщение ошибочным, что связано с объективными сложностями в различении видов рода.

Synchaeta pectinata Ehrenberg, 1832

Вид *Synchaeta pectinata* был обнаружен в пелагиали озера Глубокого в 1973–1974 гг. В.Ф. Матвеевым (Матвеев, 1978) вместе с другими видами, ранее не наблюдававшимися в его пелагиали. Как было показано в ряде работ (Матвеев, 1975; Садчиков, 1983; Матвеева, 1986; Коровчинский, 1997) гидромелиоративные работы, проведенные в 1960-х годах на окружающих озеро болотах, вызвали многочисленные изменения в биоте озера, в том числе привели к выпадению одних видов и вселению других. Наблюдения Л.К. Матвеевой за 1975–1984 гг. (Матвеева, 1986) и наши за 2004–2021 гг. показали, что данный вид обитает в озере, хотя не достигает высоких численностей и даже может не обнаруживаться в его пелагиали в течение довольно продолжительного времени (см. Коровчинский и др., 2017). По нашим данным *S. pectinata* в основном присутствует в литорали, но иногда может встречаться и в пелагиали озера. В массовом количестве эта коловратка была найдена нами 03.12.2021 в качественных ловах, проведенных с мостков. Определе-

ние этого вида по челюстному аппарату в живом состоянии не представляет трудности, также как и в фиксированном материале, поэтому мы не приводим своих описаний и рисунков, ограничившись указанием, что все особи были типичными.

Synchaeta oblonga Ehrenberg, 1831

В незначительном количестве *S. oblonga* была обнаружена нами в качественных сборах в литоральной части озера в первых числах мая 2011 г., а также в пелагиали в начале мая 2018 г. Все особи имели типичные морфологические признаки, соответствующие приведенным в определителе Кутиковой (1970) рисункам. Они имели тело конической формы, с хорошо различимыми складками в области шеи, с выпуклой головой, несущей 4 крепкие щетинки, двойной глазок, маленькую ногу, длина которой составляла менее 1/5 длины туловища, коренастую, цилиндрическую, с двумя хорошо разделенными пальцами, боковые щупальца отстоят далеко впереди от основания ноги. Определение особей в живом виде с помощью определителя Кутиковой (1970) не составляет особого труда, поэтому здесь мы также не приводим своих рисунков.

Synchaeta longipes Gosse, 1887

Коловраток этого вида мы обнаруживали только в прибрежной части озера в теплое время года с конца июня до конца августа в течение ряда лет (2013, 2015, 2016, 2018, 2021 гг.). Для определения этого вида в живом состоянии достаточно признаков внешнего строения без использования препаратов челюстного аппарата. Тело округлое, бокаловидной формы, голова с сильно выступающей треугольной теменной частью и массивными основаниями щетинок, расположенных ближе к ушкам, благодаря чему очертания относительно крупной головы принимают как бы звёздчатую пятиугольную форму из-за сильно выступающих крупных ушек, массивных оснований щетинок и центрального фронтального выступа (рис. 1). Нога резко обособлена от туловища, стройная, тонкая и довольно длинная, около 1/5 общей длины туловища, с двумя маленькими пальцами. Боковые щупальца находятся почти на середине туловища, несколько ближе к его задней половине. Мастакс оранжевый, с челюстным аппаратом, окрашенным в желтый цвет.

Определение вида в фиксированном материале возможно только по строению челюстного аппарата и связано с определенными трудностями. Наблюдение челюстного аппарата под световым микроскопом при достаточном увеличении имеет то преимущество, что по мере растворения окружающих тканей он поворачивается перед глазами наблюдателя в трехмерном пространстве, давая возможность разглядеть взаимное расположение и соединение частей, его составляющих. Два манубрия, парные ветви рамусов с унками и фулькрум образуют в пространстве замкнутую сферическую



Рис. 1. *Sinchaeta longipes* Gosse, 1887. Фото автора.

конструкцию, обеспечивающую согласованное движение и работу всех его частей. По окончании растворения реактивом мягких тканей, части челюстного аппарата между предметным и покровным стеклами занимают плоское, двухмерное положение согласно их геометрической структуре. В результате исследователь видит картину с неизбежными искажениями. Это приводит к сложностям изображения челюстного аппарата в определителях. Поскольку ни в определителе Кутиковой (1970), ни в определителе Hollowday (2002) нет рисунков челюстей *S. longipes*, мы сочли необходимым привести здесь свои рисунки, изобразив детали так, как их увидит исследователь во время определения (рис. 2).

У особей, обитающих в озере Глубоком, челюстной аппарат имеет следующее строение (рис. 2): манубрии с широкой пластиной почти во всю их длину, на конце булавовидные, с маленькой треугольной срединной пластинкой. Рамусы с большими округлыми аллюла и крепкими утолщенными маргинальными краями. Фулькрум ланцетовидный, довольно широкий, с поперечной исчерченностью и утолщенным верхним краем. Ункусы с большим и толстым фронтальным крюком в форме полумесяца с заостренными концами и очень тонкой ункусной пластинкой, которая имеет тонкорифленую поверхность и внутренний пальчатый край. Между ункусной пластинкой и фронтальным крюком широкий зазор. Заметим, что в определителе Hollowday (2002) указан один мощный зуб, а в определителе Кутиковой (1970) – два острых зуба. В другой работе (Wilke et al., 2018a) опубликованы

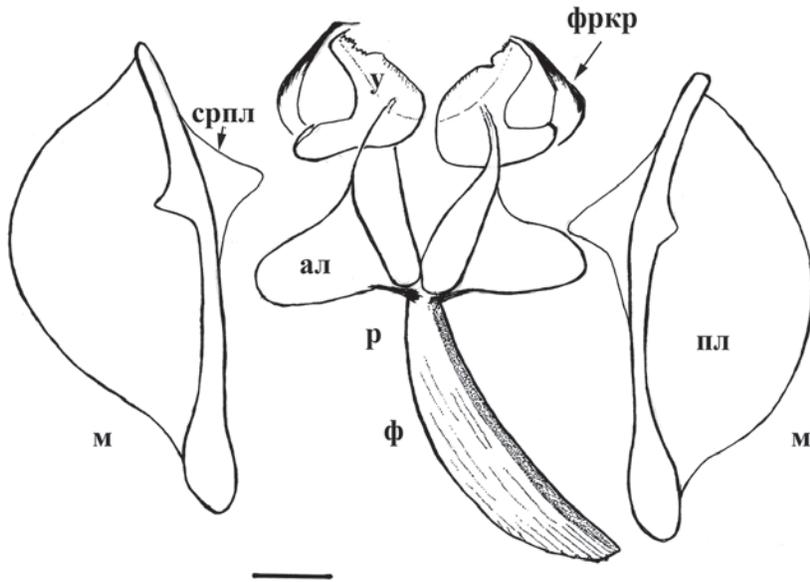


Рис. 2. Челюстной аппарат *S. longipes*. Обозначения: ал – аллюла рамусов, м – манубрии, пл – пластина манубриев, р – рамусы, српл – срединная пластинка манубриев, ф – фулькрум, фркр – фронтальный крюк, у – ункус. Масштаб линейки 10 мкм.

SEM-фотографии челюстного аппарата *S. longipes*, на которых видно, что ункусная пластинка имеет треугольную форму и мелко зазубренный край без выраженных зубов, такой же, как у наших особей. Для *S. longipes* характерно наличие хорошо развитого эпифаринкса («epipharynx» у Hollowday (2002) и «hypopharynx» у Wilke et al. (2018a)). На нашем рисунке он не показан, чтобы не загромождать изображение мелкими деталями. Однако на препаратах он обычно хорошо виден как симметрично расположенные утолщенные «галочки» по бокам рамусов на уровне их срединной части или как кинжаловидные структуры, как сказано в определителе Hollowday (2002). Поскольку этот орган построен из гораздо более мягких тканей, чем полисахаридные челюсти, и представляет собой мембрану, которая работает как помпа во время всасывания поглощенной добычи, в начале изготовления препарата он виден как луковицеобразная, обращенная острым концом вверх, структура на уровне верхней половины ветвей рамусов. Затем, по мере растворения окружающих тканей, он приобретает вид раскрытого зонтика с острой срединной макушкой, обращенной вверх. И только затем от него остаются его утолщенные края, которые создают впечатление «галочек», или кинжаловидных штрихов, расположенных поверх рамусов в их срединной части. Как утверждает в статье Т. Wilke (Wilke et al., 2018a), форма и величина эпифаринкса могут быть одними из важных признаков для определения *S. longipes* в фиксированном материале, чтобы отличить вид от *S. stylata*.

Synchaeta kitina Rousselet, 1902

Строго датировать появление коловраток этого вида в озере Глубоком не представляется возможным, поскольку вслед за Л.К. Матвеевой мелких синхет, встреченных в пробах, взятых в пелагиали в 2004–2011 гг. мы указывали как *Synchaeta* sp. Начиная с 2011 г., мы стали определять синхет в живом виде, используя морфологические признаки, в том числе препараты челюстей. В пробах, взятых в конце апреля-начале мая за ряд лет по совокупности морфологических признаков все встреченные особи были определены как *S. kitina*. Их характеризуют маленькие размеры тела (общая длина около 160 мкм), имеющего бокаловидную форму, с очень маленькой конической ногой с двумя хорошо разделенными пальцами. Передний край головы слегка выпуклый с небольшим апикальным выступом. Латеральные антенны расположены непосредственно у ноги. Челюстной аппарат со следующими признаками: ункус с небольшим фронтальным крючком и шестью ровными, плотно сомкнутыми сосцевидными зубами (рис. 3-1.), манубрии с широкими округлыми пластинами (lamella), ровными по всей длине и тонким окончанием (cauda), рамусы с закругленными базальными крылышками (alulae), фулькрум удлинненный, ровный по всей длине, с закругленным концом (рис. 4).

Необходимо отметить, что форма ункусов была такая же, как на рисунке, приведенном в определителе Кутиковой (1970). Такая же форма ункусов была и у особей, любезно предоставленных нам В.И. Лазаревой, собранных ею в озере Плещеево в мае 2017 г. и определенных как *S. kitina*. Особи такого типа встречались в озере Глубоком до конца мая. Далее в июне, а в отдельные годы и в июле, *S. kitina* выпадала из состава зоопланктона и появлялась

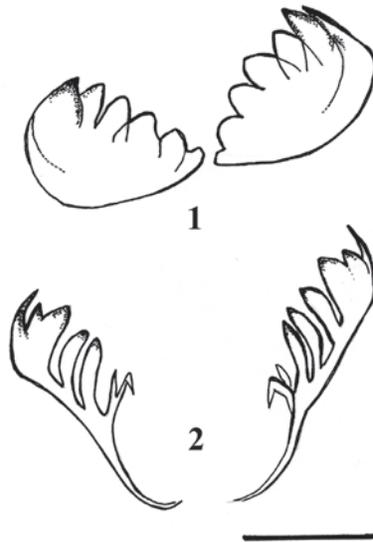


Рис. 3. Ункусy *S. kitina*. 1 – весенняя форма, 2 – летне-осенняя форма. Масштаб линейки 10 мкм.

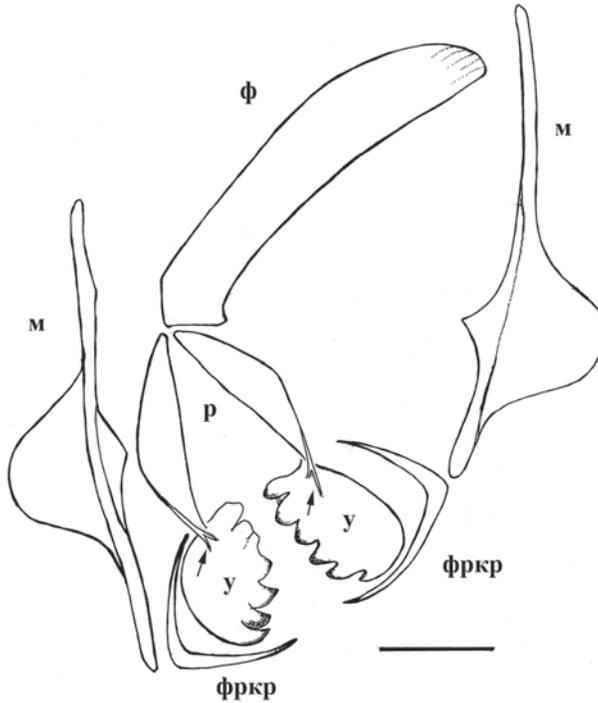


Рис. 4. Челюстной аппарат *S. kitina*. Весенняя форма. Обозначения как на рис. 2. Стрелками помечено место прикрепления верхних концов ветвей рамусов к ункусной пластинке с помощью связок. Масштаб линейки 10 мкм.

вновь в отдельные годы с конца июля, а обычно в августе и сентябре. Особи этой «летне-осенней» популяции отличались от «весенних»: они имели меньший размер, около 120–130 мкм, и совершенно другую форму ункусов. Ункусы с хорошо развитым фронтальным крюком, с 5–6 длинными и тонкими зубами, хорошо отделенными друг от друга широкими промежутками (рис. 3-2, рис. 5). Форма ункусов этого типа совпадает с приведенными в определителе Hollowday (2002) и работе Wilke с соавторами (Wilke et al., 2019) для *S. kitina*. Для этого вида указывается лишь, что форма зубов имеет большую изменчивость (Hollowday, 2002), но нигде мы не находили сведений, что в одном и том же водоёме могут обитать две четко разделенные по времени формы, как это было обнаружено нами для озера Глубокого. Безусловно, было бы очень интересно провести анализ изменчивости этих двух форм с помощью молекулярно-генетических методик, что, надеемся, станет возможным в будущем.

С уверенностью можно утверждать, что надежное определение видов коловраток рода *Synchaeta* возможно при объединении наблюдений за живыми организмами с изучением их морфологии и выделением челюстного аппарата с последующим его микроскопированием. Способ движения, ме-

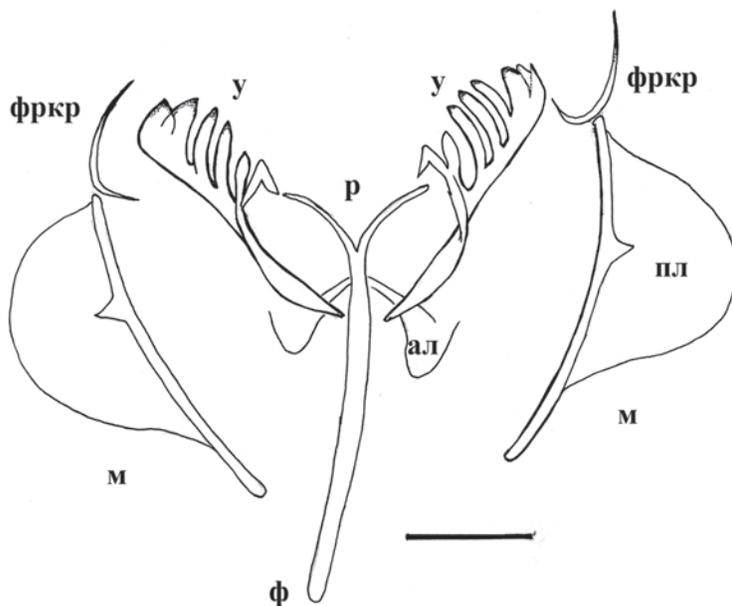


Рис. 5. Челюстной аппарат *S. kitina*. Летне-осенняя форма. Обозначения как на рис. 2. Масштаб линейки 10 мкм.

стообитание и экология вида также могут служить хорошим подспорьем для точного определения видовой принадлежности.

В настоящее время по результатам наших наблюдений 2004–2021 гг. в озере Глубоком обитают четыре вида коловраток рода *Sinchaeta*. Пелагическая часть озера в основном заселена *S. kitina* и лишь в отдельные годы в незначительном количестве там могут встречаться *S. pectinata* и *S. oblonga*. В литорали обитают три вышеперечисленных вида и ещё *S. longipes*, которая не встречается в пелагиали.

Автор выражает свою искреннюю благодарность В.И. Лазаревой за любезно предоставленные образцы двух видов коловраток, а также всему коллективу биостанции «Глубокое озеро» за постоянную поддержку.

Литература

- Воронков Н.В. Гидробиологические заметки. I. Наблюдения над планктоном Глубокого озера за 1903–1904 гг. // Тр. Студ. кружка для исслед. русской природы. 1905. № 2. С. 50–55.
- Воронков Н.В. Коловратки Московской губернии // Тр. гидробиол. ст. на Глубоком озере 1907. Т. 2. С. 76–126.
- Воронков Н.В. К фауне коловраток России // Тр. гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1913. Т. 5. С. 90–108.
- Кастальская-Карзинкина М.А. Опыт применения метода живых и отмерших компонентов в изучении планктона Глубокого озера // Тр. Лимнол. ст. в Косине. 1937. Т. 21. С. 143–170.
- Коровчинский Н.М. Наблюдения за пелагическим рачковым зоопланктоном озера Глубокого в 1991–1993 годах // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 5–8.

- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С., Мнацканова Е.А. Долговременные наблюдения пелагического зоопланктона озера Глубокого и некоторые проблемы мониторинговых исследований. // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 39–62.
- Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука. 1970. 744 с.
- Матвеев В.Ф. Сравнительная характеристика зоопланктона Глубокого озера за 1972–1973 и 1951 гг. // Гидробиол. журн. 1975. Т.11. №. 4. С. 40–46.
- Матвеев В.Ф. Сезонные изменения численности и пространственное распределение зоопланктона озера Глубокого в 1973–1974 гг. // Экология сообществ озера Глубокого. М.: Наука, 1978. С. 9–28.
- Матвеева Л.К. Многолетние изменения сообщества планктонных коловраток мезотрофного озера. Дис...канд. биол. наук. М. 1986. 228 с.
- Садчиков А.П. Температурный режим, прозрачность и распределение кислорода // Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. М.: Наука, 1983. С. 181–188.
- Щербаков А.П. Продуктивность зоопланктона Глубокого озера. II. Планктонные коловратки // Тр. ВГБО. 1957. Т. 8. С. 163–182.
- Щербаков А.П. Озеро Глубокое (гидробиологический очерк). М.: Наука. 1967. 379 с.
- Hollowday E.D. Family Synchaetidae Hudson & Gosse, 1886. In: Nogrady T., Segers H. (Eds.) Rotifera: Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae and *Filinia*. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World, V. 6. Leiden: Backhuys Publishers, The Netherlands, 2002. P. 87–211.
- Matveeva L.K. Pelagic rotifers of Lake Glubokoe from 1897 to 1984 //Hydrobiologia. 1986. V. 141. P. 45–54.
- Ruttner-Kolisko A. Rotatoria. In: Elster, H.-J. & Ohle, W. (Eds.), Die Binnengewässer. Bd. 26. Das Zooplankton der Binnengewässer. 1. Teil. Stuttgart: Schweizerb. Verlag., 1972. P. 99–234.
- Segers H. The littoral rotifer fauna (Rotifera, Monogononta) of Glubokoe Lake, Russia // Тр. Гидробиол. ст. На Глубоком озере. М.: Аргус, 1997. Т. 7. С. 40–46.
- Segers H. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution // Zootaxa. 2007. V. 1564. P. 1–104.
- Wilke T., Ahlrichs W.H., Bininda-Emonds O.R.P. A comprehensive and integrative re-description of *Synchaeta tremula* (Müller, 1786) and the newly rediscovered *Synchaeta tremuloida* Pourriot, 1965 (Rotifera: Synchaetidae) // Zootaxa. 2017. V. 4276. P. 503–518.
- Wilke T., Ahlrichs W.H., Bininda-Emonds O.R.P. On the importance of robust species descriptions for Rotifera: re-descriptions of *Synchaeta stylata* and *Synchaeta longipes* and a comparison to *Synchaeta jollyae* // Zool. Anz.. 2018a. V. 277. P. 42–54.
- Wilke T., Ahlrichs W.H., Bininda-Emonds O.R.P. A comprehensive and integrative re-description of *Synchaeta oblonga* and its relationship to *Synchaeta tremula*, *Synchaeta rufina* and *Synchaeta littoralis* (Rotifera: Monogononta) // Organ. Div. Evol. 2018b. V. 18. P. 407–423.
- Wilke T., Ahlrichs W.H., Bininda-Emonds O.R.P. A weighted taxonomic matrix key for species of the rotifer genus *Synchaeta* (Rotifera, Monogononta, Synchaetidae) // ZooKeys. 2019. V. 871. P. 1–40.

**ROTIFERS OF THE GENUS *SYNCHAETA* (ROTIFERA,
MONOGONONTA, SYNCHAETIDAE) IN LAKE
GLUBOKOE (MOSCOW REGION)**

E.A. Mnatsakanova

Summary

This article is a contribution to the knowledge about the species list of rotifers genus *Synchaeta* in Lake Glubokoe. Five species, *S. tremula*, *S. pectinata*, *S. oblonga*, *S. longipes*, and *S. kitina* have been recorded. For *S. longipes* and *S. kitina*, the original drawings of the trophy are given. This lake is inhabited by two *S. kitina* morphs, clearly separated in time of occurrence, which differ in the shape of uncuses: one of them is a spring morph, and another one is a summer-autumn morph, drawings of uncuses of both morphs are presented.

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ПЕЛАГИАЛИ ОЗЕРА ГЛУБОКОЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

В.С. Жихарев¹, Д.И. Соколов², Д.Е. Гаврилко¹, Г.В. Шурганова¹

¹*Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского*

²*Географический факультет Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова*

Пространственное, в том числе, вертикальное распределение зоопланктона является важным фактором, определяющим функционирование водных экосистем, кроме того, оно отражает предпочтения зоопланктона к среде обитания (Lampert et al., 2003; Primicerio, 2003; Vad et al., 2013), является результатом активного выбора среды обитания организмами (Lampert, 2005). Вертикальное распределение зоопланктона в стратифицированных озерах в летний период изучено достаточно хорошо (Lampert, Sommer, 1997; Zadereev, Tolomeyev, 2007; Karpowicz, Ejsmont-Karabin, 2018 и др.). Такие исследования проводились также и на озере Глубоком (Щербаков, 1967; Катунина, 1983; Матвеева, 1983; Бойкова, 1991; Жданова, Лазарева, 2009). Однако, исследования вертикального распределения зоопланктона в зимний период, когда нет выраженной стратификации, относительно редки, и на озере Глубоком последний раз достаточно подробно осуществлялись лишь в 1951–1952 гг. (Щербаков, 1967).

Материал и методика

Сбор материала для данной статьи проводили 18 февраля 2022 г. в пелагиали озера Глубокого (Московская область) на самой глубоководной (28 м) станции. Озеро Глубокое – небольшой по площади водоём (59.3 га), состоящий из двух котловин: центральной (до 31 м глубины) и мелководного залива (до 5 м глубины). Озеро в летний период является стратифицированным, с толщиной эпилимниона 1.5–2.0 м в начале лета и 5.0 м и более к концу летней стагнации. При помощи батометра Рутнера облавливали 15 горизонтов, которые располагались через каждые 2 метра, а также поверхностный слой (0.5 м). С каждого горизонта поднимали 4 л воды и процеживали через планктонную сеть (ячей 70 мкм). Собранные пробы фиксировали 4% раствором формалина. Идентификацию видов зоопланктона проводили, руководствуясь современными литературными источниками (Keys to Palaearctic Fauna..., 2019; Коровчинский и др., 2021) с использованием микроскопа Meiji Techno MT4200L (Meiji Techno, Japan) и стереомикроскопа Carl Zeiss Stemi 2000C (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany). Определение абиотических факторов окружающей среды (температура воды, удельная электропроводность,

содержание растворенного в воде кислорода и хлорофилла-а) анализировали при помощи многопараметрических гидрохимических зондов YSIPro30, ProODO и ProDSS (YSI Inc., USA). Для выявления взаимосвязи количественного развития зоопланктона и абиотических факторов окружающей среды использовали регрессионный анализ (Шитиков, Розенберг, 2013). Все расчеты проводили в программной среде R (R CoreTeam..., 2015).

Результаты и обсуждение

Видовое богатство зоопланктона пелагиали озера Глубокого в зимний период невелико. В общей сложности было идентифицировано 12 видов, большая часть которых относилась к коловраткам (7 видов). Среди ракообразных было обнаружено 3 вида ветвистоусых рачков (Cladocera) и 2 вида веслоногих рачков (Copepoda). Кроме того, в планктоне озера в зимний период были зарегистрированы науплиальные стадии веслоногих ракообразных. Все найденные виды являлись типичными для пелагиали озера Глубокого, за исключением коловратки *Keratella quadrata* (Müller, 1786) (рис. 1), которая указывалась в списках видов до 1978 г. (Зернов, 1900; Воронков, 1905, 1913; Кастальская-Карзинина, 1937; Щербаков, 1967; Матвеев, 1978). В работах Л.К. Матвеевой (1983, 1986) высказывалось предположение, что ранее описанный вид *K. quadrata* является в действительности видом *K. hiemalis* Carlin, 1943, который до времени своего описания в 1943 г. мог смешиваться с *K. quadrata*. По всей видимости, в пелагиали озера Глубокого обитают три вида рода *Keratella* Bory de Saint-Vincent, 1822, но один из них, *K. quadrata*, не обнаруживался ввиду, возможно, его редкости.

ROTIFERA

Conochilus (Conochiloides) unicornis Rousset, 1892

Filinia terminalis (Plate, 1886)

Kellicottia longispina (Kellicott, 1879)

Keratella cochlearis (Gosse, 1851)

Keratella quadrata (Müller, 1786)

Polyarthra dolichoptera Idelson, 1925

Synchaeta kitina Rousset, 1902

CLADOCERA

Bosmina (Bosmina) longirostris (O.F. Müller, 1776)

Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1776)

Daphnia (Daphnia) cristata Sars, 1862

COPEPODA

Cyclops strenuus Fischer, 1851

Eudiaptomus graciloides (Lilljeborg, 1888)

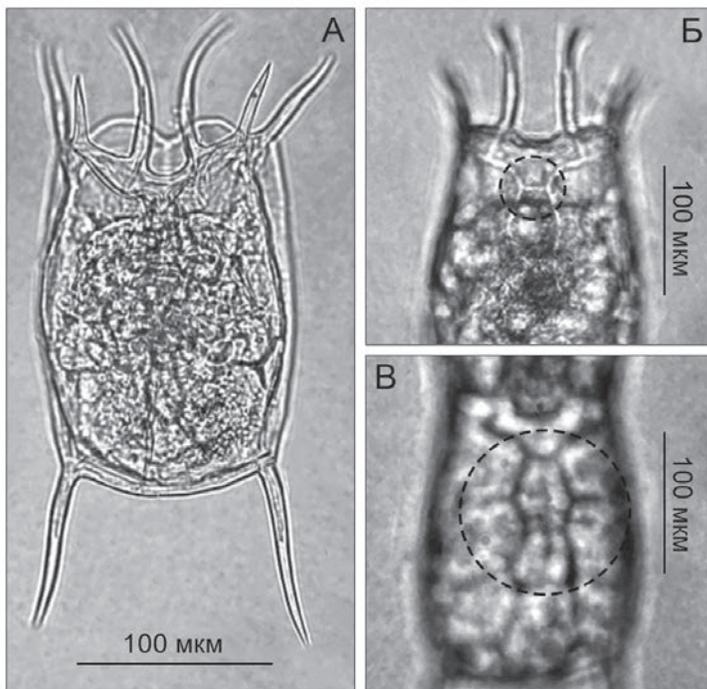


Рис. 1. Коловратка *Keratella quadrata* (Müller, 1786) из пелагиали озера Глубокого (февраль 2022 г.): А – внешний вид; Б, В – фасетки панциря.

Анализ вертикального распределения зоопланктона показал, что среди всех идентифицированных видов только три были встречены на всех горизонтах, т.е. во всей водной толще: *K. longispina* (средняя численность во всей толще 11483.3 ± 934.9 экз/м³), *K. quadrata* (5016.7 ± 1404.0 экз/м³) и *E. graciloides* (4200.0 ± 583.6 экз/м³). Самой низкой встречаемостью обладали виды *S. kitina* (500 экз/м³) и *C. sphaericus* (500 экз/м³), которые были обнаружены только в поверхностном слое на глубине 0.5 м.

Комплексы доминирующих видов на разных горизонтах имели значительную степень сходства. На всех горизонтах в число видов-доминантов входило два вида: коловратка *K. longispina* (доля от общей численности зоопланктона составляла от 26 до 69%) и веслоногий рачок *E. graciloides* (10–25%). До глубины 2.0 м присутствовали также коловратки *P. dolichoptera* и *K. quadrata*, их доля от общей численности зоопланктона составляла 13–18%. Далее, до глубины 16.0 м комплекс доминирующих видов не изменялся, доминировали только *K. longispina* и *E. graciloides*. С глубины 18.0 м в комплекс видов-доминантов стали входить три вида – *K. longispina*, *K. quadrata* и *E. graciloides*, а также науплиальные стадии веслоногих ракообразных.

Вертикальное количественное развитие зоопланктона пелагиали озера Глубокого в зимний период было неоднородным (рис. 2). Как по числен-

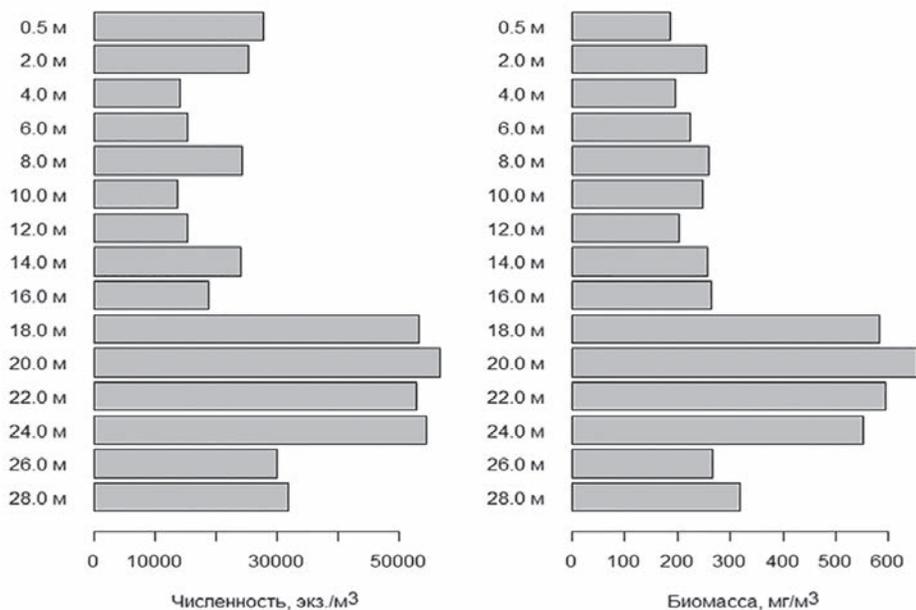


Рис. 2. Распределение по глубинам численности и биомассы зоопланктона пелагиали озера Глубокого в феврале 2022 г.

ности, так и по биомассе наблюдался один пик на горизонтах 18.0–24.0 м. Глубже 24.0 м резко снижалась концентрация растворенного в воде кислорода (менее 1.48 мг/л и 11% насыщения), и количественное развитие зоопланктона также снижалось.

Повышение общей численности обусловлено массовым развитием на этих глубинах коловраток *K. longispina* и *K. quadrata* (рис. 3А, Б), суммарная доля которых составляла 48–57% от общей численности зоопланктона. Однако пик биомассы обусловлен развитием крупного рачка *E. graciloides* (Рис. 3В), доля которого на горизонтах 18.0–24.0 м в общей биомассе зоопланктона составляла 84–90%.

Вертикальное распределение других видов зоопланктона, имеющих низкую численность и роль в сообществе, было неодинаковым. Так, численность коловраток *C. unicornis* и *P. dolichoptera* была максимальной в верхних слоях на глубинах 0.5–8.0 м (рис. 4А, Б). В распределении по глубинам численности коловратки *F. terminalis* прослеживается два пика на разных глубинах (рис. 4В), в поверхностном слое (2.0 м) и на глубине 24.0 м, ниже которой концентрация растворенного кислорода становится менее 2.0 мг/л.

Распределение других малочисленных видов и науплиальных стадий веслоногих рачков было таким же, как и у доминирующих видов, т.е. пик их численности приходился на слой 18.0–24.0 м, иногда ниже (рис. 5). Численность веслоногого рачка *C. strenuus* была невысокой (средняя численность 375.0 ± 55.9 экз./м³), а распределение по глубинам было хаотичным (обнару-

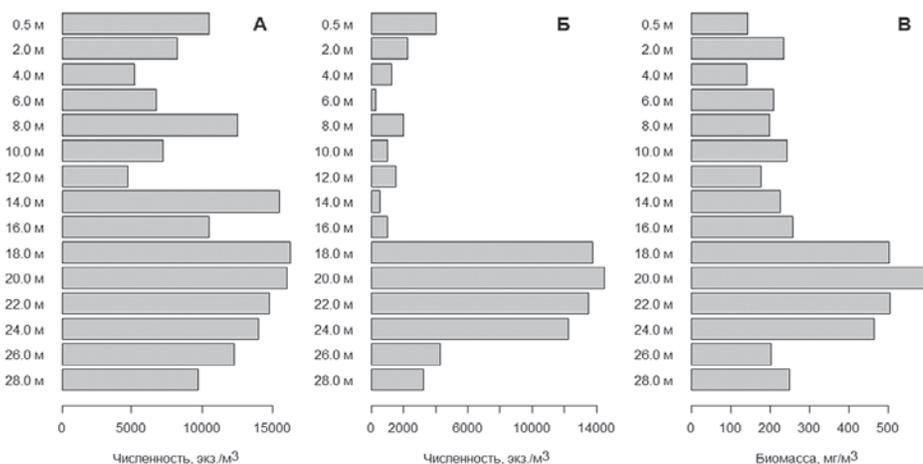


Рис. 3. Распределение по глубинам численности коловраток *K. longispina* (А) и *K. quadrata* (Б), а также биомассы веслоного рачка *E. graciloides* (В) в пелагиали озера Глубокого в феврале 2022 г.

жен на глубинах 0.5 м, 4.0 м, 8.0 м, 14.0 м, а также на глубинах 26.0–28.0 м, где содержание растворенного кислорода составляло менее 2.0 мг/л.

В исследованиях Н.В. Воронкова (1913) и А.П. Щербакова (1967) указывается, что коловратки *K. quadrata* и *F. longiseta* (на самом деле, очевидно, *F. terminalis*) (см. Коровчинский и др., 2017) имеют массовое развитие именно на больших глубинах, что, однако, ограничивается содержанием раство-

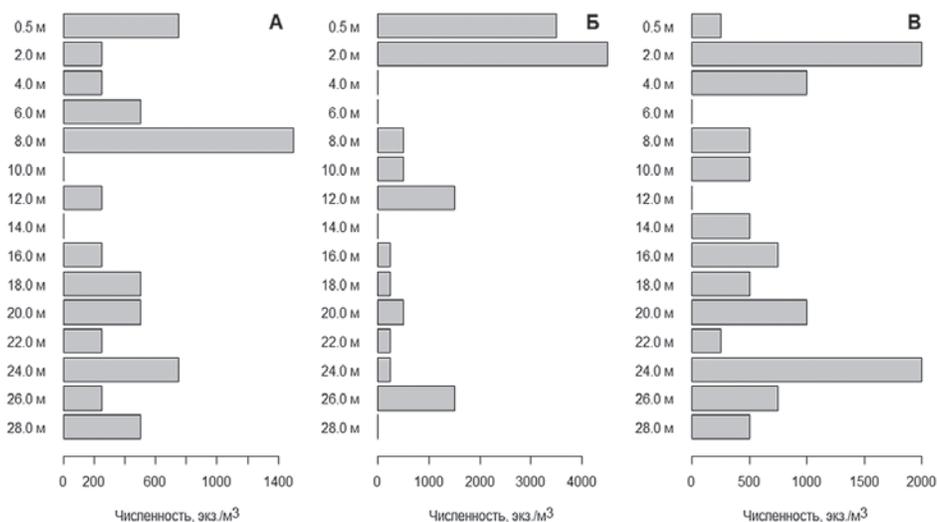


Рис. 4. Распределение по глубинам численности отдельных видов коловраток в пелагиали озера Глубокого в феврале 2022 г. (А – *Conochilus (C.) unicornis*; Б – *Polyarthra dolichoptera*, В – *Filinia terminalis*).

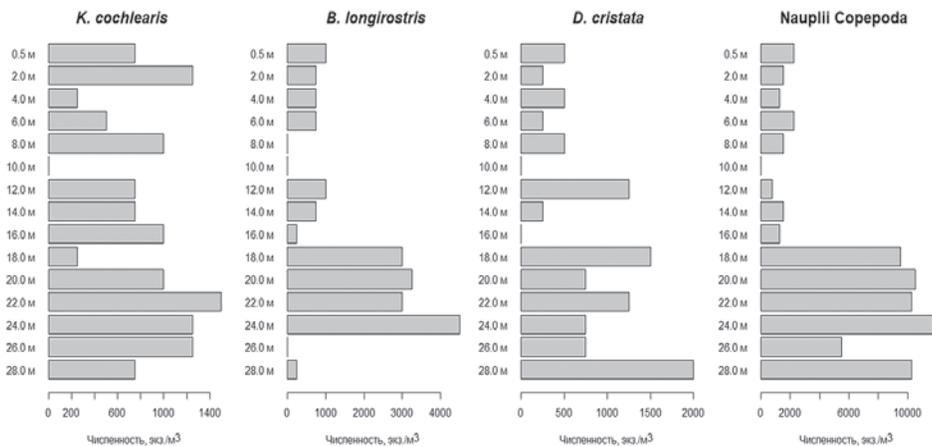


Рис. 5. Распределение по глубинам обилия малочисленных видов и науплиальных стадий веслоногих рачков в пелагиали озера Глубокого в феврале 2022 г.

ренного кислорода. В наших исследованиях распределение коловратки *K. quadrata* было сходным. Однако, в распределении коловратки *F. terminalis* замечено два пика. Если увеличение численности этого вида в придонных слоях является обычным явлением, то увеличение его численности в поверхностном слое (2.0 м) является новым фактом, который, по всей видимости, можно объяснить скоплением в этом слое корма, используемого *F. terminalis*, о чем косвенно свидетельствуют наличие здесь максимальных значений хлорофилла-а и водородного показателя (рН).

Распределение коловратки *K. cochlearis* в феврале 2022 г. сходно с таковым февраля 1952 г. (Щербаков, 1967). Распределение коловратки *K. longispina* в феврале 2022 г. существенно отличается от такового 1952 г. (Щербаков, 1967). Если А.П. Щербаков фиксировал массовое развитие этого вида на глубине 3.0 м и далее постепенное снижение численности с небольшим пиком на 15.0 м, то современные исследования показывают массовое развитие *K. longispina* на глубинах 18.0–24.0 м. Такое распределение присуще коловраткам *K. quadrata* и *F. terminalis*.

Кроме того, в работе Щербакова (1967) указывается, что в данный период времени в пелагиали озера Глубокого увеличивается численность зоопланктона, максимальная концентрация которого приурочена к верхнему 10-метровому слою, где, по данным Павлова и др. (Pavlov et al., 1986) сосредоточена основная масса планктоноядных рыб. Наши исследования показывают совершенно иную картину, верхний 10-ти метровый слой является наиболее бедным как с точки зрения общей численности и биомассы зоопланктона, так и количественного развития отдельных доминирующих видов. Будущие исследования вертикального распределения зоопланктона пелагиали озера Глубокого в подледный период позволят более точно говорить о постоянстве этого явления и факторах его обуславливающих.

На каждом горизонте сбора зоопланктона фиксировались абиотические параметры окружающей среды (температура воды, удельная электропроводность, содержание растворенного в воде кислорода и хлорофилла-а). Анализ взаимосвязи этих параметров с количественным развитием зоопланктона показал, что численность и биомасса веслоногих ракообразных статистически значимо связана только с температурой воды (рис. 6). Остальные факторы не имели статистически значимой взаимосвязи с количественным развитием зоопланктона.

Температура воды в пелагиали озера Глубокого в зимний период увеличивается в направлении от поверхности ко дну (с 0.5 до 3.1 °С). Вместе с ней увеличивается численность и, соответственно, биомасса веслоногих рачков, в особенности *E. graciloides*, максимальная численность которого наблюдается на глубине 20.0 м.

По всей видимости, увеличение температуры воды в нижних слоях озера Глубокого является важным фактором, оказывающим влияние на вертикальное распределение зоопланктона. Рост количественного развития зоопланктона происходит с увеличением глубины, однако лимитируется содержанием растворенного в воде кислорода, насыщение которым на глубинах более 24.0 м составляет менее 15%. Дальнейшие мониторинговые наблюдения вертикального распределения зоопланктона пелагиали озера Глубокого позволят провести более подробный анализ факторов окружающей среды и выявить закономерности трансформации видовой структуры зоопланктона озера на разных глубинах в разных гидрологических условиях.

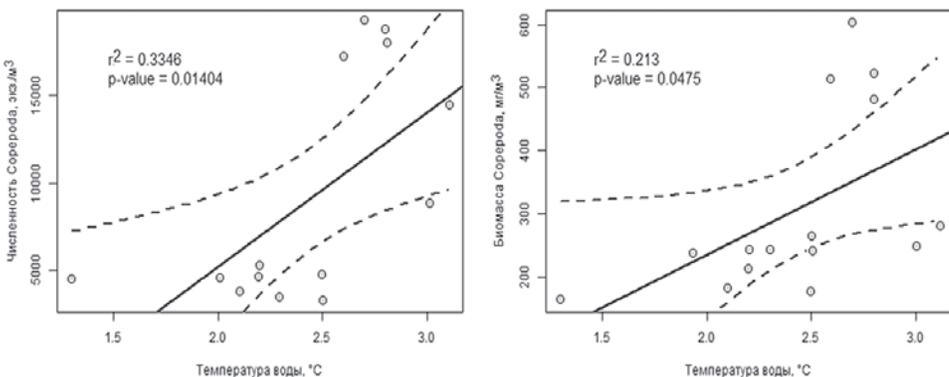


Рис. 6. Зависимость значений численности и биомассы веслоногих рачков пелагиали озера Глубокого в феврале 2022 г. от температуры воды с доверительными интервалами линейной регрессии.

Литература

- Бойкова О.С. Влияние хищничества рыб на сообщество планктонных ракообразных озера Глубокого // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1991. Т. 96. В. 2. С. 43–53.
- Воронков Н.В. Гидробиологические заметки. I. Наблюдения над планктоном Глубокого озера за 1903–1904 гг. // Тр. студ. кружка для иссл. русск. природы. 1905. № 2. С. 50–55.
- Воронков Н.В. К фауне коловраток России // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1913. Т. 5. С. 90–108.
- Жданова С.М., Лазарева В.И. Видовой состав и пространственное распределение зоопланктона озера Глубокого в июле 2008 года // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2009. Т. 10. С. 51–66.
- Зернов С.А. О планктоне Глубокого озера за июнь и июль месяцы 1897 г. // Тр. Отд. ихтиол. Имп. Русск. об-ва акклимат. животных и растений. 1900. Т.3. С. 6–16.
- Кастальская-Карзинкина М.А. Опыт применения метода живых и отмерших компонентов в изучении планктона Глубокого озера // Тр. Лимнол. ст. в Косине. 1937. Т. 21. С. 143–170.
- Катунина Е.И. Вертикальное распределение и пространственное перекрывание в макрозоопланктоне // Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. М.: Наука, 1983. С. 20–37.
- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С., Мнацаканова Е.А. Долговременные наблюдения пелагического зоопланктона озера Глубокого и некоторые проблемы мониторинговых исследований // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 39–62.
- Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синёв А.Ю., Неретина А.Н., Гарибян П.Г. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. 2. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2021. 544 с.
- Матвеев В.Ф. Сезонные изменения численности и пространственное распределение зоопланктона озера Глубокого в 1973–1974 гг. // Экология сообществ озера Глубокого. М.: Наука, 1978. С. 9–28.
- Матвеева Л.К. Сезонная динамика численности и вертикальное распределение планктонных коловраток // Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. М.: Наука, 1983. С. 37–61.
- Матвеева Л.К. Многолетние изменения сообществ планктонных коловраток мезотрофного озера. Дис...канд. биол. наук. М., ИЭМЭЖ, 1986. 228 с.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. Тольятти: Кассандра, 2013. 314 с.
- Щербаков А.П. Озеро Глубокое (гидробиологический очерк). М.: Наука, 1967. 379 с.
- Karpowicz M., Ejsmont-Karabin J. Influence of environmental factors on vertical distribution of zooplankton communities in humic lakes // Ann. Limnol. Int. J. Limnol. 2018. Vol. 54, 17. DOI: 10.1051/limn/2018004.
- Keys to Palaearctic Fauna. Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. Volume IV. Fourth edition D.C. Rogers and J.H. Thorp. Amsterdam: Elsevier, 2019. 945 p.
- Lampert W. Vertical distribution of zooplankton: density dependence and evidence for an ideal free distribution with costs // BMC Biology. 2005. Vol. 10. DOI: 10.1186/1741-7007-3-10.
- Lampert W., McCauley E., Manly B.F.J. Trade-offs in the vertical distribution of zooplankton: ideal free distribution with costs? // Proc. R. Soc. London. Series B: Biol. Sci. 2003. Vol. 270. Is. 1516. P. 765–773. DOI: 10.1098/rspb.2002.2291.
- Lampert W., Sommer U. Limnoecology. The Ecology of Lakes and Streams. Oxford: Univ. Press, 1997. 324 p.
- Pavlov D.S., Gusar A.G., Pyanov A.I., Gorin A.N. The results of hydroacoustic observations on roach in Lake Glubokoe in winter // Hydrobiologia. 1986. Vol. 141. P. 125–132. DOI:10.1007/BF00007485.
- Primicerio R. Size-dependent habitat choice in *Daphnia galeata* Sars and size-structured interactions among zooplankton in a subarctic lake (lake Lombola, Norway) // Aquat. Ecol. 2003. Vol. 37. P. 107–122. DOI: 10.1023/A:1023942931825.

- R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing, R Core Team, 2015. <https://www.r-project.org>. Accessed February 8, 2021.
- Vad C.F., Horváth Z., Kiss K.T. et al. Vertical distribution of zooplankton in a shallow peatland pond: the limiting role of dissolved oxygen // *Ann. Limnol. Int. J. Limnol.* 2013. Vol. 49. Iss. 4. P. 275–285. DOI: 10.1051/limn/2013060.
- Zadereev Y.S., Tolomeyev A.P. The vertical distribution of zooplankton in brackish meromictic lake with deep-water chlorophyll maximum // *Hydrobiologia.* 2007. Vol. 576. P. 69–82. DOI: 10.1007/s10750-006-0294-x.

VERTICAL DISTRIBUTION OF ZOOPLANKTON IN THE PELAGIC ZONE OF GLUBOKOE LAKE IN THE WINTER PERIOD

V.S. Zhikharev, D.I. Sokolov, D.E. Gavrillo, G.V. Shurganova

Summary

The study examined the vertical distribution of zooplankton in Glubokoe Lake (Moscow Region) in February 2022. In total, 12 species (Rotifera – 7, Cladocera – 3, Copepoda – 2) have been identified. Analysis of the vertical distribution of zooplankton showed that among all detected species only three were found at all depths: *Kellikottia longispina*, *Keratella quadrata* and *Eudiaptomus graciloides*. The vertical quantitative development of zooplankton in the pelagic zone during the winter period was heterogeneous both in abundance and in biomass. The mass abundance was observed at depths 18.0–24.0 m which was caused by the development of rotifers *K. longispina* and *K. quadrata* and the biomass was determined by development of the crustacean *E. graciloides*. The pattern of winter vertical distribution of zooplankton has changed compared to data of 1951–1952 years. This was especially true of one of the most abundant species, the rotifer *K. longispina*. The number and biomass of copepod species was statistically significantly related only to the water temperature. The increase in water temperature in the lower layers of Lake Glubokoe is an important factor affecting the vertical distribution of zooplankton.

МИКРОФАУНА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ (ROTIFERA, CLADOCERA, COPEPODA) ЗАРОСЛЕЙ МАКРОФИТОВ ОЗЕРА ГЛУБОКОГО ЛЕТОМ 2020 ГОДА

Д.Е. Гаврилко¹, В.С. Жихарев¹, Д.И. Соколов²

¹Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского

²Географический факультет Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова

Исследования микрофауны озера Глубокого ведутся уже более 150 лет, будучи сосредоточены в основном на его пелагической части. Наиболее полно изучен пелагический рачковый зоопланктон благодаря регулярным стационарным наблюдениям, продолжающимся по настоящее время (Щербаков, 1967; Коровчинский, 1997; Коровчинский, Бойкова, 2009; Бойкова, Коровчинский, 2017; Коровчинский и др., 2017). Подробному изучению коловраток озера также посвящён ряд работ (Воронков, 1907; Матвеев, 1978; Матвеева, 1983; Мнацаканова, 2015; Коровчинский и др., 2017). Исследования прибрежной микрофауны носили более разрозненный характер и отчасти были представлены лишь списками видов отдельных таксономических групп (Коровчинский, 1986; Segers, 1997; Синёв, 1997; Смирнов, 2005). В наибольшей мере изучена литоральная фауна ветвистоусых ракообразных (Cladocera) (Коровчинский, 1978, 1983; Смирнов, 1983). Современные данные о состоянии микрофауны зарослей макрофитов озера Глубокого практически отсутствуют. В связи с этим продолжение её изучения, безусловно, является актуальной задачей.

Материал и методика

Сбор материала проводили в летний период (июль-август) 2020 г. в прибрежной зоне озера Глубокого (Московская область) на двух станциях в зарослях макрофитов. Первая станция располагалась в непосредственной близости от берега в смешанных зарослях *Nymphaea alba* L., *Equisetum fluviatile* L., *Potamogeton natans* L. с высоким проективным покрытием. Вторая станция находилась на краю зоны полупогруженных макрофитов в редких зарослях *Potamogeton perfoliatus* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Phragmites australis* (Cav.), *Equisetum fluviatile* и *Sparganium* spp. Пробы отбирали мерным ведром, процеживая 50–100 литров воды через планктонную сеть. Собранные пробы фиксировали 4% раствором формалина. Идентификацию видов проводили с помощью определителей (Определитель ..., 2010; Коровчинский и др., 2021) с использованием микроскопа Meiji Techno MT4200L (Meiji Techno, Japan) и стереомикроскопа Carl Zeiss Stemi 2000C (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Germany).

Результаты и обсуждение

В ходе проведенных исследований летней микрофауны зарослей макрофитов озера Глубокого было идентифицировано 89 видов, большая часть которых относилась к коловраткам (43 вида). Среди ракообразных было обнаружено 33 вида ветвистоусых рачков (*Cladocera*) и 13 видов веслоногих рачков (*Soropoda*). Из общего числа обнаруженных видов 13 указаны впервые для озера, из них 7 видов коловраток, 2 вида ветвистоусых рачков, и 4 вида веслоногих рачков (таблица).

Таблица. Таксономический состав микробеспозвоночных в зарослях макрофитов озера Глубокого летом 2020 года.

Виды микрофауны	Станция 1 (ПП 80-100%)	Станция 2 (ПП 20-30%)
	Станции и виды макрофитов	<i>Equisetum fluviatile</i> , <i>Potamogeton natans</i> , <i>Nymphaea alba</i>
Коловратки		
Rotifera Cuvier, 1817		
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+
<i>Bdelloida</i> spp.	+	+
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851*	+	–
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1776*	+	–
<i>Brachionus diversicornis diversicornis</i> (Day, 1883)	+	–
<i>Brachionus diversicornis homoceros</i> (Wierzejski, 1891)	+	–
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783*	+	–
<i>Colurella uncinata</i> (O.F. Müller, 1773)	+	+
<i>Conochilus (Conochilus) unicornis</i> Rousset, 1892	+	+
<i>Euchlanis deflexa</i> (Gosse, 1851)	+	+
<i>Euchlanis dilatata dilatata</i> Ehrenberg, 1832	+	–
<i>Euchlanis dilatata lucksiana</i> Hauer, 1930	+	+
<i>Euchlanis incisa</i> Carlin, 1939	+	–
<i>Euchlanis meneta</i> Myers, 1930*	+	–
<i>Euchlanis triquetra</i> Ehrenberg, 1838	–	+
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)*	+	+
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+

<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	+	+
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	+	+
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	+	–
<i>Lecane luna</i> (O.F. Müller, 1776)	+	–
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	+	–
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1832)*	+	–
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)	+	+
<i>Lepadella acuminata</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+
<i>Lepadella ovalis</i> (O.F. Müller, 1786)	+	–
<i>Lepadella patella</i> (O.F. Müller, 1773)	+	+
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+
<i>Notommata copeus</i> Ehrenberg, 1834	+	+
<i>Platyonus patulus</i> (O.F. Müller, 1786)	+	–
<i>Ploesoma hudsoni</i> (Imhof, 1891)	–	+
<i>Polyarthra euryptera</i> (Wierzejski, 1891)	+	+
<i>Polyarthra major</i> Burckhardt, 1900	+	+
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	–	+
<i>Testudinella parva</i> (Ternetz, 1892)	–	+
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	+	–
<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	+	–
<i>Trichocerca cylindrical</i> (Imhof, 1891)*	+	–
<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)	–	+
<i>Trichocerca longiseta</i> (Schrank, 1802)	–	+
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	–	+
<i>Trichocerca rattus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	–
<i>Trichotria pocillum</i> (O.F. Müller, 1776)	+	–

Ветвистоусые ракообразные

Cladocera Latreille, 1829

<i>Acroperus angustatus</i> Sars, 1862	+	–
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	+	+
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862s.l.	+	+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer, 1854)	–	+
<i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg, 1853)	+	+
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)	–	+
<i>Anchispropus emarginatus</i> Sars, 1862	–	+
<i>Biapertura affinis</i> (Leydig, 1860)	–	+
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+

<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i> Baird, 1857	+	+
<i>Bosminopsis zernovi</i> Linko, 1901*	+	-
<i>Camptocercus lilljeborgi</i> Schödler, 1862*	+	-
<i>Camptocercus rectirostris</i> Schödler, 1862	+	-
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862 s.l.	+	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+
<i>Coronatella rectangula</i> (Sars, 1861)	+	-
<i>Daphnia (Daphnia) cristata</i> Sars, 1862	-	+
<i>Daphnia (Daphnia) cucullata</i> Sars, 1862	+	+
<i>Daphnia (Daphnia) galeata</i> Sars, 1863	+	+
<i>Daphnia (Daphnia) hyalina</i> Leydig, 1860	-	+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lièvin, 1848)	+	+
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841) s.l.	+	+
<i>Eurycercus (Eurycercus) lamellatus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	-
<i>Flavalona costata</i> (Sars, 1862)	+	+
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)	+	+
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)	+	-
<i>Pleuroxus laevis</i> (Sars, 1862)	+	-
<i>Pleuroxus truncates</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird, 1843)	+	-
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+
<i>Simocephalus (Simocephalus) vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	-

Веслоногие ракообразные
Copepoda Milne-Edwards, 1840
Calanoida Sars, 1903

<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)*	+	-
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	-	+
<i>Eurytemora velox</i> (Lilljeborg, 1853)*	+	-

Cyclopoida Burmeister, 1834

<i>Cryptocyclops bicolor</i> (Sars, 1863)	-	+
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer, 1851	+	+
<i>Eucyclops macruroides</i> (Lilljeborg, 1901)	+	-
<i>Eucyclops macrurus</i> Sars, 1863)	+	+
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisher, 1851)	+	+
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	+	+

<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	+	–
<i>Mesocyclus leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	–
<i>Thermocyclus crassus</i> (Fischer, 1853)*	+	–
<i>Thermocyclus oithonoides</i> (Sars, 1863)*	+	–

Примечание: ПП – проективное покрытие макрофитов; * – таксоны, впервые найденные в озере Глубоком.

Видовой состав коловраток и ракообразных в исследованный период сильно различался между двумя биотопами. Наибольшим видовым богатством (74 вида) характеризовались густые заросли станции 1. На станции 2 в редких зарослях было найдено 55 видов. Впервые указанные для озера виды, за исключением *Hexarthra mira*, были обнаружены только на станции 1. Очевидно, высокая гетерогенность среды, обусловленная разнообразием видов макрофитов, формирует большое видовое богатство микрофауны в данном биотопе.

Среди новых для озера коловраток, три вида принадлежат роду *Brachionus* и являются типичными представителями эвтрофированных водоёмов. Особого внимания заслуживает вид *Brachionus diversicornis*, представленный двумя формами: *B. diversicornis diversicornis* и *B. diversicornis homoceros* (рис. 1А, Б). Вид впервые отмечался для пелагиали озера в 1949 г. как *Schizocerca diversicornis* (рукопись из архива биостанции). Впоследствии при многолетних исследованиях пелагического планктона озера *Brachionus diversicornis* не обнаруживался (Коровчинский и др., 2017). В составе зарослевой микрофауны озера вид не отмечался.

Весьма необычной является обнаружение в зарослях макрофитов теплолюбивой коловратки *Hexarthra mira* (рис. 1Г), обычно предпочитающей пелагическую зону эвтрофированных озер и прудов.

Типично зарослевым видом из числа новых для озера коловраток является *Lecane quadridentata* (рис. 1В), предпочитающий обитать в плотных зарослях погруженных макрофитов.

Впервые отмеченный для озера ветвистоусый рачок *Camptocercus lilljeborgi* (рис. 2А-В) обладает избирательностью по отношению к зарослям макрофитов. Наибольшего количественного развития вид достигает в зарослях рдеста плавающего и других растений с развитой листовой пластинкой (Гаврилко и др., 2020; Sinev, Gavrilko, 2021). Нахождение вида исключительно в смешанных зарослях кувшинки белой, хвоща приречного и рдеста плавающего, вероятно, также объясняется биотопическими предпочтениями рачка.

Обнаружение ветвистоусого рачка *Bosminopsis zernovi* (рис. 2Г), до недавнего времени определявшегося как *B. deitersi* (Garibian et al., 2021) в смешанных зарослях макрофитов озера весьма необычно. В Европейской части России вид предпочитает реки и слабопроточные водохранилища (Ко-

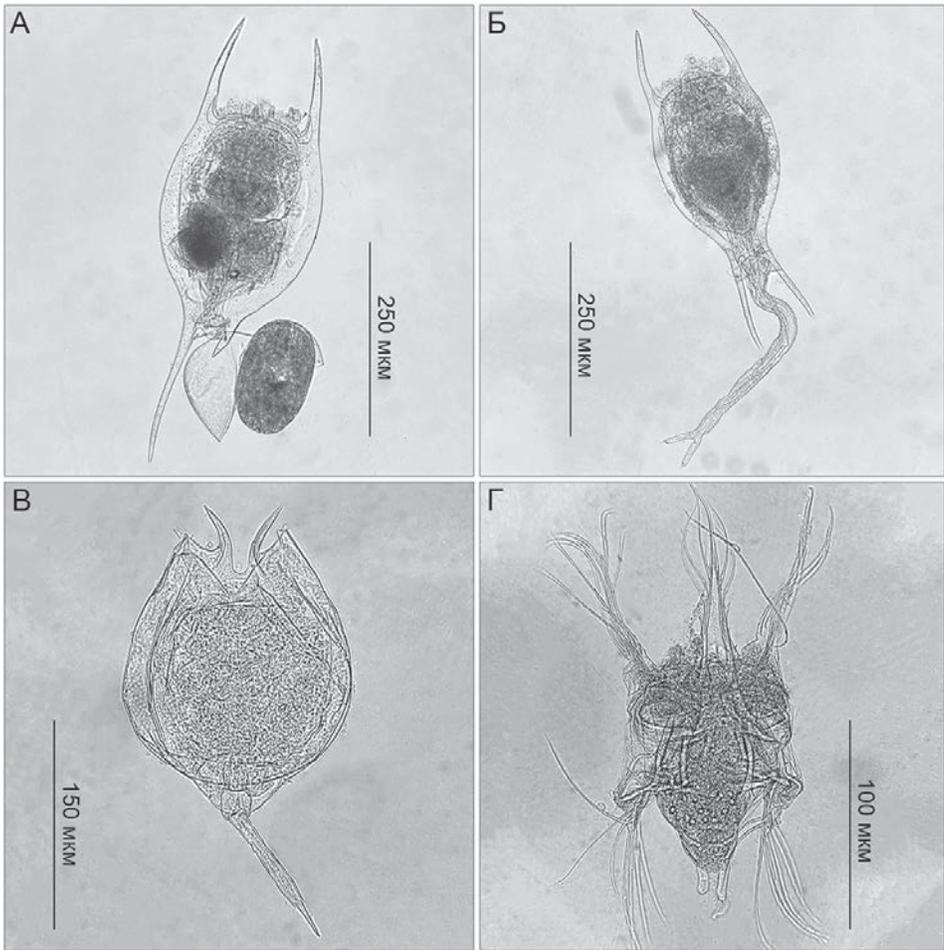


Рис. 1. Коловратки зарослей макрофитов озера Глубокого: *Brachionus diversicornis diversicornis* (Daday, 1883) с яйцом (А), *Brachionus diversicornis homoceros* (Wierzejski, 1891) (Б), *Lecane quadridentata* (Ehrenberg, 1832) (В), *Hexarthra mira* (Hudson, 1871) (Г).

ровчинский и др., 2021). В зарослях макрофитов рек он присутствует в незначительном количестве (Гаврилко и др., 2020). Обитание босминописа исключительно в прибрежной зоне озера может подчеркивать важную роль зарослей высших водных растений как рефугиума для водных беспозвоночных.

Среди веслоногих ракообразных, новыми для озера являются *Eudiaptomus gracilis* (рис. 3) и *Eurytemora velox*, а также представители рода *Thermocyclops*: *T. crassus* (рис. 4) и *T. oithonoides*. Отмечается чёткое пространственное разделение местообитаний двух видов рода *Eudiaptomus* в озере: *E. gracilis* найден только в смешанных зарослях на станции 1, расположенной около берега. *Eudiaptomus graciloides* был встречен исключительно

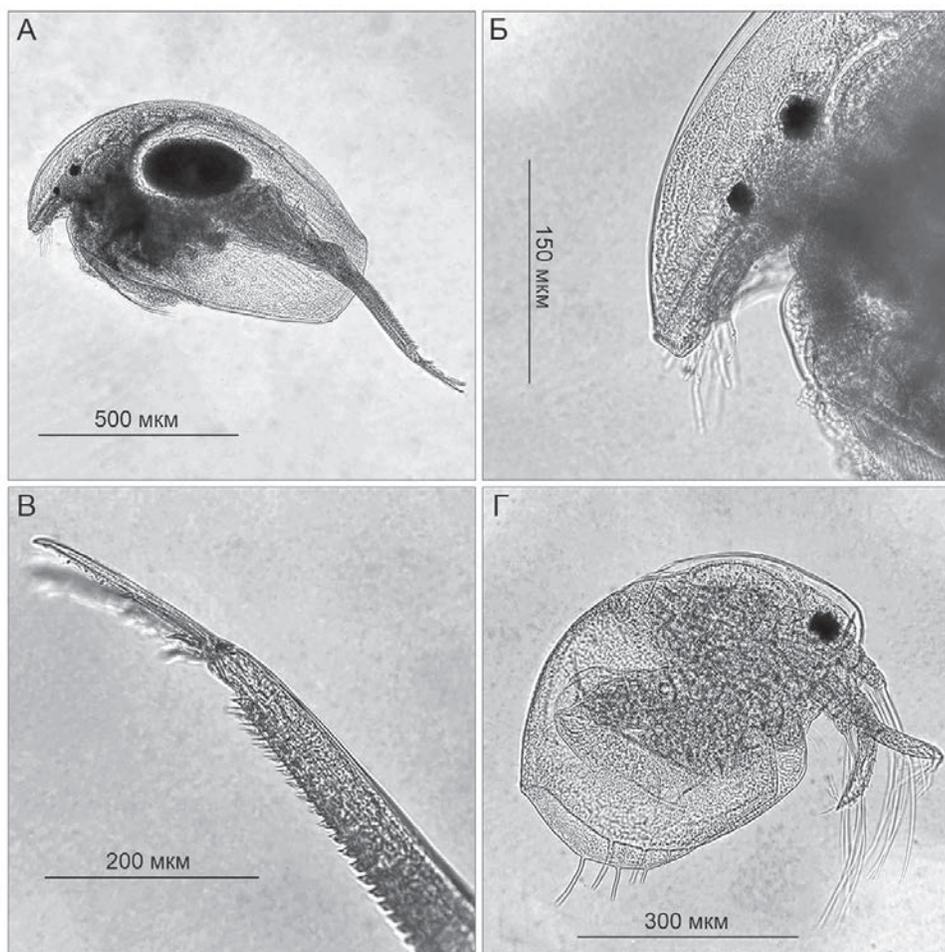


Рис. 2. Ветвистоусые ракообразные зарослей макрофитов озера Глубокого: *Camptocercus lilljeborgi* Schödler, 1862, внешний вид (А), рострум (Б), постабдомен (В), *Bosminopsis zernovi* Linko, 1901, внешний вид (Г).

на станции 2 на краю зоны зарослей, что вполне объяснимо для этого доминирующего в планктоне пелагической зоны вида (Бойкова, Коровчинский, 2017).

На станции 1 был также обнаружен веслоногий рачок *Mesocyclops leuckarti* (рис. 5). В исследованиях 1950-х годов отмечалось, что *M. leuckarti* в безледный период в пелагиали озера играл важную роль, иногда превосходя по численности *E. gracilodes* (Щербаков, 1967). Однако, после гидромелиоративных работ (1963–1965 гг.) в результате усиления пресса рыб и увеличения прозрачности воды *M. leuckarti* полностью исчез из пелагиали озера (Бойкова, 1991). Современные исследования показывают, что этот вид вновь появился в заросшей литорали озера Глубокого. Ввиду отсутствия по-

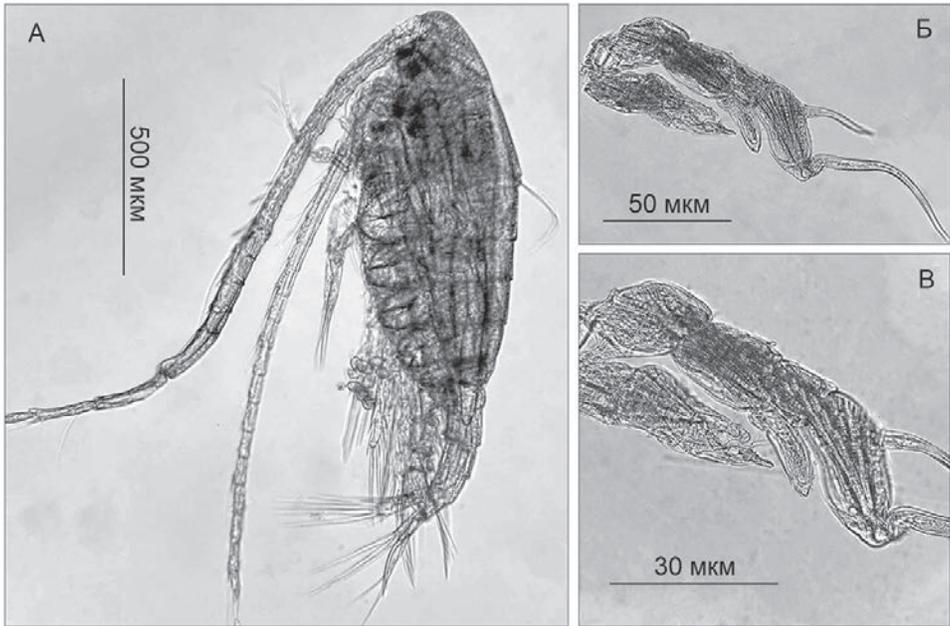


Рис. 3. Веслоногий рачок *Eudiaptomus gracilis* (Sars, 1863) из зарослей макрофитов озера Глубокого: внешний вид самки (А), P5 самки (Б, Б').

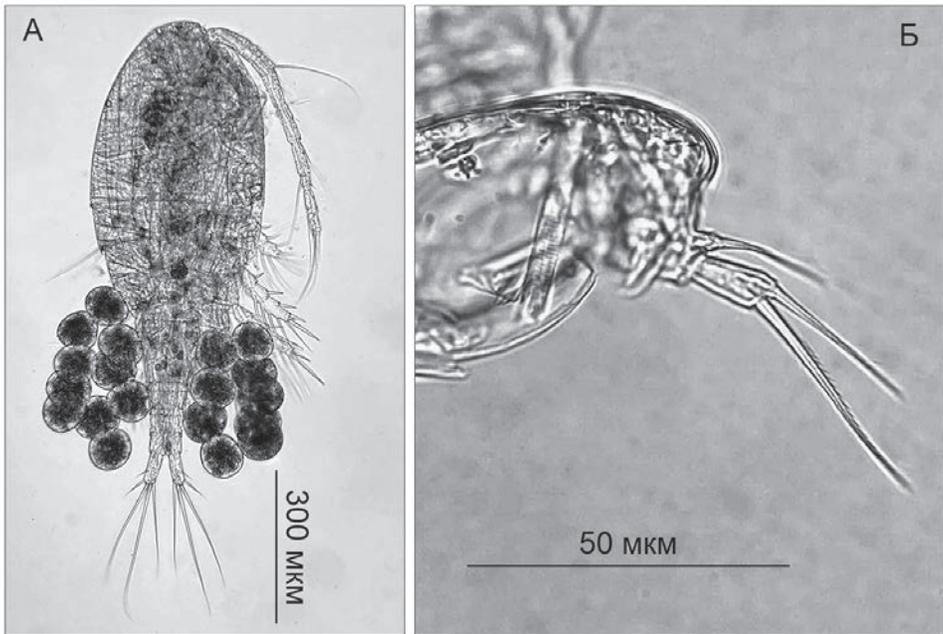


Рис. 4. Веслоногий рачок *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853) из зарослей макрофитов озера Глубокого: внешний вид самки (А), P5 самки (Б).

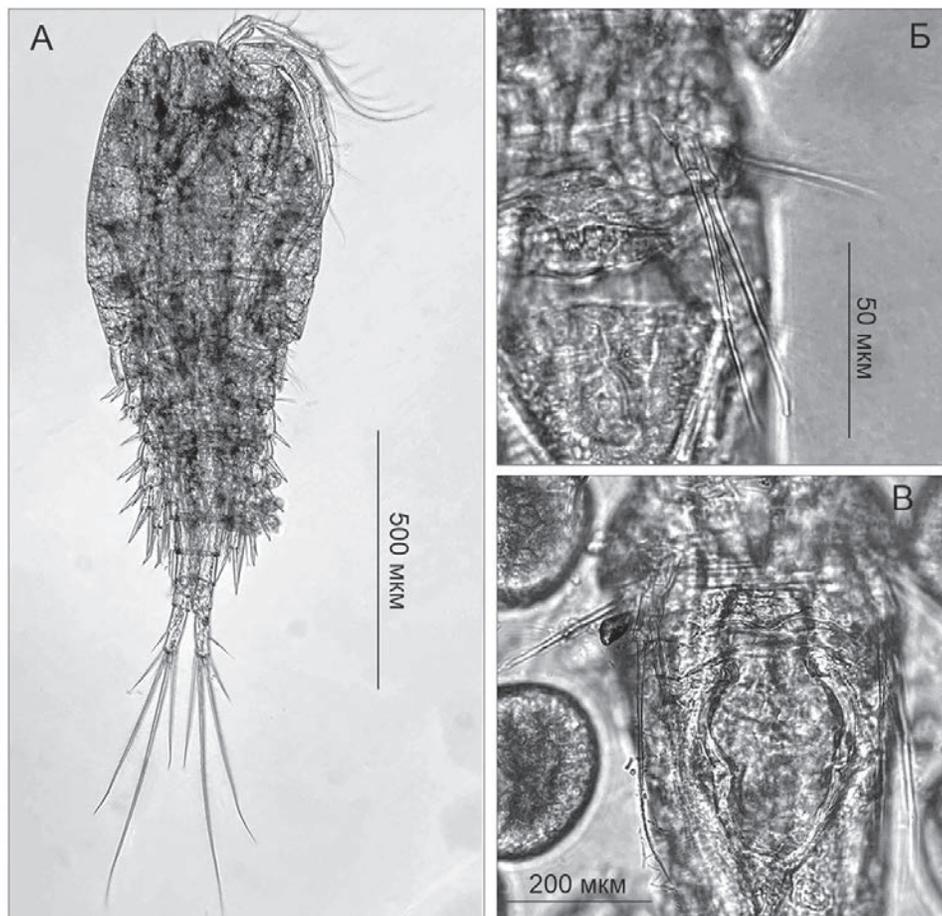


Рис. 5. Веслоногий рачок *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) из зарослей макрофитов озера Глубокого: внешний вид самки (А), P5 самки (Б), генитальный сегмент самки (Б').

стоянных наблюдений за микрофауной литоральной зоны невозможно точно определить время возвращения этого вида в водоём.

Веслоногий эвригалинный рачок *E. velox* во внутренних водоемах Европейской России является самым распространенным среди видов этого рода. Согласно первоначальной гипотезе считалось, что балтийская популяция вида образовалась в балтийском рефугиуме (Литориновом море) (Екманн, 1907). Другая гипотеза предполагала, что исходная область распространения *E. velox* приурочена к местам древних морских трансгрессий бассейнов-предшественников Черного и Каспийского морей (Сабанеев, 1930). Однако, современные молекулярно-генетические исследования популяций *E. velox* из Польши, Украины и Европейской России указывают на происхождение вида в Понто-Каспийском регионе (Сухих, Лазарева, 2022). По нашим наблюдениям вид предпочитает обитать в реках и озерах с повышен-

ной минерализацией воды. Ввиду обнаружения единственного экземпляра в озере Глубоком, статус местной популяции вида остается неопределенным и подлежит дальнейшему выяснению.

В период исследований микрофауна двух зарослевых биотопов различалась набором доминирующих видов. В смешанных зарослях на станции 1 преобладали науплиальные и копеподитных стадии веслоногих ракообразных, а также коловратки *Mytilina ventralis* и *Asplanchna priodonta*. В редких зарослях рдеста пронзеннолистного на станции 2 доминировали эупланктонным коловратки *Kellicottia longispina* и *Euchlanis dilatata lucksiana*.

Из 7 новых для озера видов коловраток 5 являются индикаторами эвтрофирования: *B. angularis*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *H. mira*, *Trichocerca cylindrical* (рис. 6). К индикаторам эвтрофирования относится и *B.*

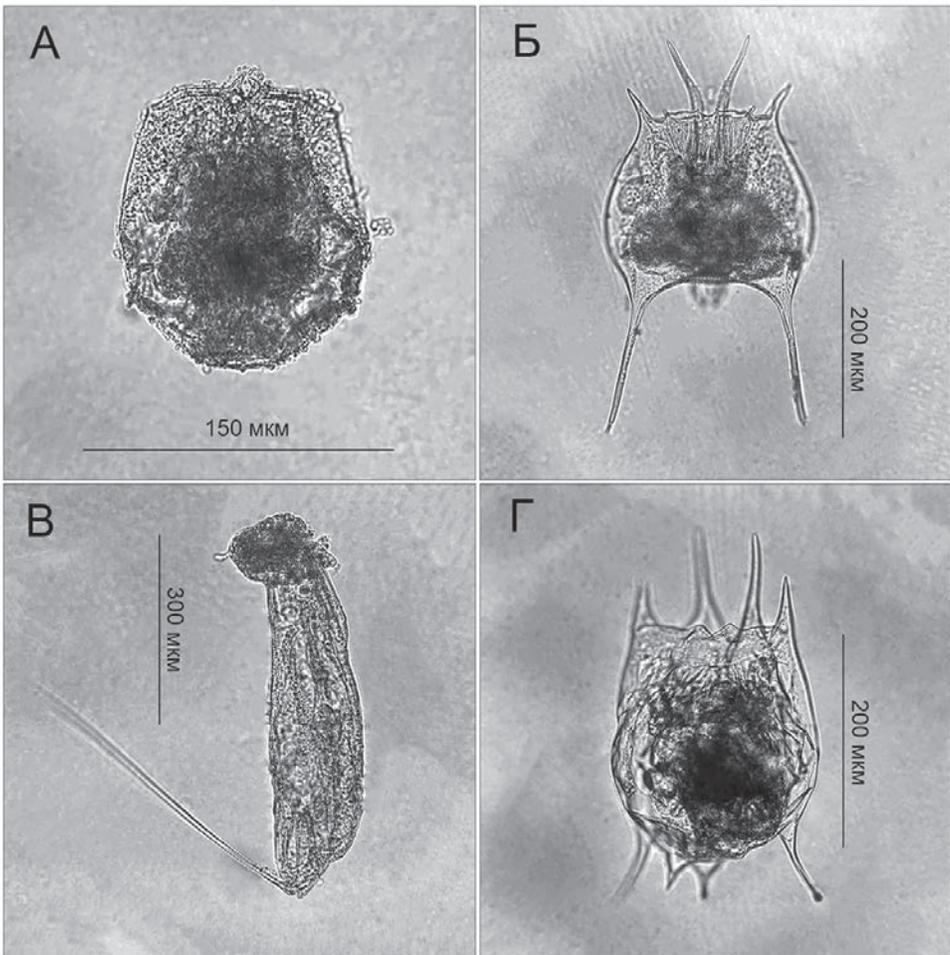


Рис. 6. Коловратки зарослей макрофитов озера Глубокого: *Brachionus angularis* Gosse, 1851 (А), *Brachionus quadridentatus* Hermann, 1753 (Б), *Trichocerca cylindrical* (Imhof, 1891) (В), *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1776 (Г).

diversicornis (Андроникова, 1996). Эта южная теплолюбивая коловратка в последние десятилетия заселила водохранилища Верхней Волги и массово развивалась в наиболее эвтрофированных из них (Лазарева, 2014). Появление данных видов – индикаторов свидетельствует об усилении процессов эвтрофирования озера. Увеличение температуры воды озера и степени эвтрофирования, а также находки новых видов обуславливают необходимость ежегодных мониторинговых наблюдений за фауной беспозвоночных литоральной зоны озера Глубокого.

Литература

- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
- Бойкова О.С. Влияние хищничества рыб на сообщество планктонных ракообразных озера Глубокого // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1991. Т. 96. В. 2. С. 43–53.
- Бойкова О.С., Коровчинский Н.М. Пелагический рачковый зоопланктон озера Глубокого в 2009–2016 годах // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 63–73.
- Воронков Н.В. Коловратки Московской губернии // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1907. Т. 2. С. 76–126.
- Гаврилко Д.Е., Жихарев В.С., Ручкин Д.С., Золотарева Т.В., Шурганова Г.В. Ветвистоусые ракообразные зарослей высших водных растений европейской части России (на примере притоков Горьковского и Чебоксарского водохранилищ) // Зоол. журн. 2020. Т. 99. № 2. С. 146–156.
- Коровчинский Н.М. Наблюдения за пелагическим рачковым зоопланктоном озера Глубокого в 1991–1993 годах // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 9–22.
- Коровчинский Н.М. О биоценологических взаимоотношениях в зарослях кубышки (*Nuphar luteum*) и цикле популяции *Sida crystallina* // Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. М.: Наука, 1983. С. 104–117.
- Коровчинский Н.М. Сезонная динамика и пространственное распределение ракообразных в прибрежье озера Глубокого // Экология сообществ озера Глубокого. М.: Наука, 1978. С. 29–42.
- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С. Пелагический рачковый зоопланктон озера Глубокого в 1999–2008 годах и некоторые итоги его многолетних наблюдений // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2009. Т. 10. С. 39–49.
- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С., Мнацаканова Е.А. Долговременные наблюдения пелагического зоопланктона озера Глубокого и некоторые проблемы мониторинговых исследований // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 39–62.
- Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синёв А.Ю., Неретина А.Н., Гарибян П.Г. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. 2. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2021. 544 с.
- Лазарева В.И. Потепление климата и его влияние на зоопланктон водохранилищ Волги // Экологический мониторинг. Часть VIII. Современные проблемы мониторинга пресноводных экосистем. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2014. С. 181–207.
- Мнацаканова Е.А. Изменение в видовом составе планктонных коловраток озера Глубокого за 120-летнюю историю его изучения: последствия однократного антропогенного вмешательства // Актуальные проблемы планктонологии. Тезисы докладов II Международной конференции. – Калининград: Изд. КГТУ, 2015. С. 121–122.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон (В.Р. Алексеев, С.Я. Цалолыхин (ред.)). М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. 495 с.

- Матвеев В.Ф. Сезонные изменения численности и пространственное распределение зоопланктона озера Глубокого в 1973–1974 гг. // Экология сообществ озера Глубокого. М.: Наука, 1978. С. 9–28.
- Матвеева Л.К. Сезонная динамика численности и вертикальное распределение планктонных коловраток // Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. М.: Наука, 1983. С. 37–61.
- Сабанеев П.Л. *Eurytemora velox* (Lill.) у порожнистій частині Дніпра // Збір. Пр. Дніпр. біол. стан. 5. 1930.
- Синёв А.Ю. Список ракообразных прибрежной зоны озера Глубокое (1994) // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 23–25.
- Смирнов Н.Н. Население уреза воды // Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. М.: Наука, 1983. С. 117–120.
- Смирнов Н.Н. Фауна беспозвоночных уреза воды озера Глубокого в 2004 г. // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2005. Т. 9. С. 146–149.
- Сухих Н.М., Лазарева В.И. Первые результаты молекулярно-генетического анализа европейского вселенца *Eurytemora velox* (Crustacea:Clanoida) // Биол. внутр. вод. 2022. № 2. С. 205–208.
- Щербаков А.П. Озеро Глубокое (гидробиологический очерк). М.: Наука, 1967. 379 с.
- Ekmann S. Uber das Crustaceen plankton des Ekoln (Mälaren) und fiber verschiedene Kategorien von marinen Relikten in schwedischen Binnenseen // Zoologiska Studier. 1907.
- Garibian P.G., Karabanov D.P., Neretina A.N. et al. *Bosminopsis deitersi* (Crustacea: Cladocera) as an ancient species group: a revision // PeerJ. 2021. 9:e11310. DOI 10.7717/peerj.11310.
- Korovchinsky N.M. Invertebrates of the littoral zone of Lake Glubokoe // Hydrobiologia. 1986. V. 141. P. 83–88.
- Segers H. The littoral rotifer fauna (Rotifera, Monogononta) of Glubokoe lake, Russia // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 40–46.
- Sinev A.Y., Gavrilko D.E. Longitudinal gradient in the *Camptocercus lilljeborgi* Schoedler, 1862 species group (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae) // Zootaxa. 2021. V. 5047. № 2. P. 123–138. DOI: 10.11646/zootaxa.5047.2.2.

MICROFAUNA OF INVERTEBRATES (ROTIFERA, CLADOCERA, COPEPODA) OF MACROPHYTE PLANTS OF GLUBOKOE LAKE IN SUMMER 2020

D.E. Gavrilko, V.S. Zhikharev, D.I. Sokolov

Summary

Microfauna of the overgrown littoral zone of Lake Glubokoe was studied in July-August 2020. In total, 89 species have been identified (Rotifera – 43, Cladocera – 33, Copepoda – 13). 13 species have appeared to be new for the lake. Littoral zone with mixed macrophytes located near the shore was characterized by the highest species richness and mass development of microinvertebrates. Most rotifer species new to the lake are indicators of eutrophication, which shows the intensification of the process. New data on littoral microfauna of the long studied Lake Glubokoe demonstrate the need for its further monitoring studies.

СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ О ФЛОРЕ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ОЗЕРА ГЛУБОКОГО

Е.А. Беляков

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
Череповецкий государственный университет*

Введение

Малые озера остаются слабо изученной группой водоемов (Измайлова и др., 2017; Ляшенко и др., 2002). Известно, что именно они наиболее чутко реагируют на изменение климата и подвержены существенному антропогенному прессу (Соловьев, 2005; Слуковский и др., 2018; Belyakov, Garin, 2018; Lawniczak-Malińska, Achtenberg, 2018), что отражается на их трофическом статусе и, соответственно, на видовом богатстве (Mäemets et al., 2010). В этой связи, водные и прибрежно-водные растения являются важным компонентом экосистем таких водоёмов (Chambers et al., 2008; Dhanam, Elayaraj, 2015 и др.).

В данном контексте несомненный интерес представляют систематические исследования флоры естественного и относительно хорошо сохранившегося водоема – озера Глубокое (Рузский р-н, Московская обл.) (Коровчинский, 1997; Решетникова, 1997; Павлов, 2002; Решетникова, Купцов, 2002), имеющего ледниково-карстовое происхождение (Сапелко и др., 2017). Кроме того, периодические наблюдения, проводимые за флорой озера Глубокое более чем за 100-летний период, позволяют анализировать динамику его флоры (Филиппов, 1910; Щербаков, 1950, 1967; Решетникова, 1997, 2002; Решетникова, Купцов, 2002).

Целью данного исследования является изучение современного состояния флоры сосудистых растений данного водоёма.

Материал и методы исследования

Изучение растительности озера Глубокое проводили в конце августа 2019 г. Исследования вели маршрутным методом с использованием вёсельной лодки (Катанская, 1981; Папченков, 2001). При проведении работ учитывали таксономический состав флоры сосудистых растений (Папченков, 2001), отмечали глубину произрастания и характер грунта. При определении видов растений использовали издания Л.И. Лисицыной с соавторами (2009) и П.Ф. Маевского (2014). Латинские названия таксонов выверены в соответствии со сводкой П.Ф. Маевского (2014). При определении таксонов нами учитывались более поздние обработки ряда родов. Система папоротникообразных приводится по М.М. Christenhusz и М.В. Chase (2014), цветковых – по системе APG IV (Byng et al., 2016; Emadzade et al., 2010; Hao et al., 2004). Таксономический и экологический анализ, а также характеристика

широтных и долготных элементов флоры водоема проведены в соответствии с рекомендациями В.Г. Папченко (2001). Аннотированный список сосудистых растений, отмеченных нами, представлен на основе системы APG IV по ранее предложенной схеме (Гарин, 2016). Семейства и таксоны внутри семейств расположены в алфавитном порядке.

Результаты и их обсуждение

Аннотированный список сосудистых растений озера Глубокого:

Отдел Equisetophyta

Класс Equisetopsida

Equisetaceae Michx.: *E. fluviatile* L.

Отдел Polypodiophyta

Класс Polypodiopsida

Thelypteridaceae Pichi Sermolli: *Thelypteris palustris* Schott

Отдел Spermatophyta

Класс Magnoliopsida

Alismataceae Vent.: *Alisma plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L.

Apiaceae Lindl.: *Thyselium palustre* (L.) Raf., *Cicuta virosa* L.

Araceae Juss.: *Calla palustris* L., *L. minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.

Asteraceae Bercht. et J. Presl: *Bidens cernua* L., *B. frondosa* L.

Betulaceae Gray: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

Boraginaceae Juss.: *Myosotis palustris* (L.) L.

Brassicaceae Burnett: *Cardamine amara* L., *Rorippa palustris* (L.) Bess.

Caryophyllaceae Juss.: *Stellaria palustris* Ehrh. ex Retz.

Ceratophyllaceae Gray: *Ceratophyllum demersum* L.

Cyperaceae Juss.: *Carex acuta* L., *C. pseudocyperus* L., *C. rostrata* Stokes, *Eleocharis acicularis* (L.) Roem. Et Schult., *E. palustris* (L.) Roem. Et Schult., *Scirpus radicans* Schkuhr, *S. sylvaticus* L.

Haloragaceae R.Br.: *Myriophyllum spicatum* L.

Hydrocharitaceae Juss.: *Elodea canadensis* Michx., *Hydrocharis morsus-ranae* L.

Iridaceae Juss.: *Iris pseudacorus* L.

Lamiaceae Martinov: *Lycopus europaeus* L., *Mentha arvensis* L., *Scutellaria galericulata* L., *Stachys palustris* L.

Lythraceae J. St.-Hil.: *Trapa natans* L.

Menyanthaceae Dumort.: *Menyanthes trifoliata* L.

Nymphaeaceae Salisb.: *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphaea candida* C. Presl, *Nymphaea odorata* Ait. var. *rosea* Pursh. / *Nymphaea hybrid* Hort.

Onagraceae Juss.: *Epilobium palustre* L., *E. pseudorubescens* A. Skvorts.

Poaceae Barnhart: *Agrostis stolonifera* L., *Alopecurus aequalis* Sobol., *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth, *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *Leersia oryzoides* (L.) Sw., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Poa annua* L., *P. palustris* L.

Polygonaceae Juss.: *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre, *P. hydropiper* (L.) Delarbre, *P. lapathifolia* (L.) Delarbre, *P. minor* (Huds.) Opiz, *Rumex maritimus* L.

Potamogetonaceae Bercht. et J. Presl: *Potamogeton natans* L., *P. perfoliatus* L., *P. praelongus* Wulfen

Primulaceae Batsch ex Borkh.: *Lysimachia thyrsiflora* L., *L. vulgaris* L.

Ranunculaceae Juss.: *Caltha palustris* L., *Ranunculus lingua* L., *R. repens* L.

Rhamnaceae Juss.: *Frangula alnus* Mill.

Rosaceae Juss.: *Comarum palustre* L.

Rubiaceae Juss.: *Galium palustre* L.

Salicaceae Mirb.: *S. cinerea* L.

Solanaceae Juss.: *Solanum dulcamara* L.

Typhaceae Juss.: *Sparangium gramineum* Georgi, *S. × longifolium* Turcz. ex Ledeb., *T. latifolia* L.

Современная систематическая структура флоры сосудистых растений озера Глубокое представлена 68 таксонами видового ранга (в том числе двумя гибридами) из 2 отделов, 4 классов, 23 порядков, 33 семейств и 53 родов. Ведущая роль в сложении растительного покрова озера Глубокое принадлежит видам, относящимся к порядкам Poales Small (12,2%), Alismatales Dumort. (6,8%), Caryophyllales Perleb (4,1%) и Lamiales Bromhead (2,7%). Среди семейств в качестве ведущих выступают Cyperaceae Juss. (4,7%), Poaceae Barnhart (4,1%), Polygonaceae Juss. и Poaceae Barnhart (по 3,4%), а также Lamiaceae Martinov (2,7%). По числу видов преобладают три рода (включают по 3–4 таксона видового ранга) – *Persicaria* (L.) Mill. (2,7%), а также *Potamogeton* L. и *Carex* L. (по 2,0%).

Уровень гибридной составляющей флоры чрезвычайно низок (2 таксона, или ~3,0% от общего списка флоры) и включает в себя *Sparangium × longifolium* Turcz. ex Ledeb. и *Nymphaea odorata* Ait. var. *rosea* Pursh. (опред. по: Щербаков, 1967) или/либо *Nymphaea hybrid* Hort. (опр. по: Решетникова, Купцов, 2002).

В качестве преобладающих региональных элементов (без учета *Nymphaea odorata* var. *rosea* / *N. hybrida*) отмечены голарктический (32,8%), евро-азиатский (19,4%), гемикосмополитный (15%) и европейско-западноазиатский (12%). Среди зональных элементов преобладают борео-меридиональный (6,6%), плюризональный (5%) и борео-субмеридиональный (3,7%).

Экологический анализ экологических групп выявил закономерное преобладание гигрофитов (38,2%). Места произрастания этих растений относятся к увлажнённым экотопам, второе – гигрогелофитам (25,0%), а третье – гидрофитам (22,0%).

В целом, географическая и экологическая характеристика флоры озера Глубокое свидетельствует о ее типичности для Европейской части России, то есть соответствует зональному положению изученного объекта (Мартынченко, 1996).

Исследование литературных данных (Решетникова, Купцов, 2002) с начала XX в. показывает, что к систематически встречающимся (и, по-видимому, наиболее стабильным по своей численности) видам озера Глубокое следует отнести *Equisetum fluviatile*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus*, *P. praelongus*, *Persicaria amphibian*, *Sagittaria sagittifolia*, *Lysimachia thyrsoiflora*, *Phragmites australis*, *Carex acuta*, *Typha latifolia* и *Sparganium gramineum*. Заметим, что *Potamogeton praelongus* и *Sagittaria sagittifolia* традиционно встречаются в озере в виде немногочисленных экземпляров. Согласно данным Н.М. Решетниковой и С.В. Купцова (2002), перечисленные выше виды могли неоднократно менять площади популяций и место произрастания. Последнее, прежде всего, могло быть связано с падением уровня воды в озере к 2000 г. (Решетникова, Купцов, 2002). Отметим, что в озере с 1898 г., наряду с *Sparganium gramineum*, систематически отмечался *S. angustifolium* Michx. Между тем, исследованные нами образцы из гербарных коллекций Московского государственного университета (MW) и Главного ботанического сада РАН (МНА), опровергают произрастание данного вида в озере. Исследованные нами образцы, определенные как *S. angustifolium*, представлены либо вегетативными экземплярами, либо экземплярами с неразветвленным соцветием, которые позднее были переопределены как *S. gramineum* или *S. × longifolium* – гибрид *S. emersum* Rehm. × *S. gramineum*. В этом озере чаще наблюдаются классические экземпляры, все головчатые соцветия которых образованы, главным образом, тычиночными цветками (даже те, которые располагаются на месте пестичных головок), нередко с включением пестичных цветков, что указывает на нарушения в развитии генеративной сферы растений (Беляков и др., 2017). Об этой особенности сообщал еще А.В. Ротерт в 1897 г. Отметим, что родительский вид *S. emersum* в озере Глубокое по-прежнему не отмечен. Примечательно, что *S. × longifolium* и *S. gramineum* образуют достаточно большие группы, чередующиеся вдоль береговой линии озера. Соседство обоих таксонов отмечалось нами также в озерах Ярославской, Нижегородской областей и в Карелии (Беляков и др., 2017; Бирюкова и др., 2019; Беляков и др., 2020). Заметим, что в различных озерах гибрид может встречаться как с обоими родительскими видами (например, озеро Заозерье в Ярославской области), так и только с *S. emersum* (например, озеро Высоковское в Ивановской области) (Беляков и др., 2017).

В ходе исследований нами не обнаружены *Potamogeton berchtoldii* Fieber, который в озере Глубокое был отмечен лишь единожды в 1997 г. (Решетникова, Купцов, 2002). Не отмечен ипериодически обнаруживаемый в озере *P. crispus* L. Данный вид мог быть нами не встречен по причине того, что к периоду нашего исследования побеги данного растения нередко уже могут разлагаться. С 2000-х годов в озере не отмечается *Lemna trisulca* L. Судя по данным, приведенным Н.М. Решетниковой и С.В. Купцовым (2002) *Spirodela polyrhiza* была отмечена в озере лишь в 1992 г. В 2019 г. этот вид также был обнаружен нами в виде немногочисленных фрондов в северной

части озера. Не выявлено нами и произрастание *Ranunculus circinatus* Sibth. с *R. trichophyllus* Chaix, побеги которых к осени также, как и у *P. crispus*, разлагаются и лежат на дно водоема. *Elatine hydropiper* L. не обнаруживается в озере Глубокое уже с 1902 г. (Решетникова, Купцов, 2002).

Как показывают длительные наблюдения, к видам с пульсирующей численностью, произрастающим в озере Глубокое, относятся *Ceratophyllum demersum* и *Myriophyllum spicatum*, которые были отмечены и нами в 2019 г. Численность обоих видов в озере, в различные периоды наблюдений, подвергалась существенным изменениям (Решетникова, Купцов, 2002).

Среди адвентивных видов растений, по-прежнему произрастающих в озере, *Elodea canadensis* и *Nymphaea odorata* var. *rosea* / *N. hybrida*. *Elodea canadensis* впервые была отмечена в озере в 1946 г., после чего стала массовым видом (Щербаков, 1967; Решетникова, Купцов, 2002). В 1988 г. численность вида снизилась. В последующие годы численность этого вида также колебалась (Решетникова, Купцов, 2002). Сейчас этот вид не формирует обширных зарослей. Так в 2019 г. вид отмечен нами в виде немногочисленных побегов вдоль всех берегов озера. *Nymphaea odorata* / *N. hybrid* была высажена в озере в 1960 г. В настоящее время растение успешно развивается и обильно цветет. Среди адвентивных видов растений следует отметить впервые обнаруженные нами растения *Trapa natans* с недоразвитыми плодами. Растения произрастали у восточного и юго-восточного берегов озера в виде двух небольших групп с немногочисленными розеточными побегами, плавающими на поверхности воды. Данные о произрастании этого вида в озере Глубокое в последующие годы отсутствуют. По нашему мнению, выживаемость этого вида в озере крайне мала. По берегам озера нами обнаружена *Bidens frondosa*, родина которой Северная Америка. В настоящее время сложно сказать, когда этот вид появился на берегах озера Глубокое.

Заключение

Таксономический состав выявленной флоры сосудистых растений озера Глубокое отличается значительным видовым богатством (представлен 68 видами из 2 отделов, 4 классов, 23 порядков, 33 семейств и 53 родов), что может быть обусловлено наличием разнообразных биотопов (в том числе различиями прибрежных грунтов), располагающихся вдоль береговой линии, которые влияют на экологическую разнокачественность водной и прибрежно-водной среды (Решетникова, Купцов, 2002). Уровень гибридной составляющей флоры представлен ~3,0% от общего списка флоры.

Исчезновение одних видов и колебание численности других видов в озере, по-видимому, обусловлено изменениями гидрохимического состава его вод (Решетникова, Купцов, 2002; Шапоренко, Шилькрот, 2005), обеспеченное (за счет гидромелиорации) снижением поступления в него гуминовых веществ. Кроме того, колебания численности не редки для таких видов как

Ranunculus circinatus, *Ceratophyllum demersum* и *Myriophyllum spicatum* (Федорова, 1976; Kadono, 1984; Решетникова, Купцов, 2002; Belyakov, Garin, 2018).

Близкое к равновесному соотношение береговых и водных растений во флоре озера Глубокое позволяет говорить о некоторой сукцессионной стабильности его флористического комплекса. Насыщенность флоры озера адвентивными видами низка, что может свидетельствовать об умеренной антропогенной нагрузке.

Исследование выполнено в рамках государственного задания № 121051100099-5. Благодарю за помощь в идентификации некоторых таксонов к.б.н. Э.В. Гарина (ИБВВ РАН).

Литература

- Беляков Е.А., Сахарова Е.Г., Соколова А.С. Современное состояние и динамика флоры некоторых малых озер Ярославской области // Трансформация экосистем. 2020. Т. 3, № 4 (10). С. 95–121. DOI: 10.23859/estr-200519
- Беляков Е.А., Щербаков А.В., Лапиров А.Г., Шилов М.П. Морфология и экологические особенности *Sparganium* × *longifolium* (Typhaceae) в центре Европейской части России // Biosystems Diversity. 2017. V. 25, № 2. P. 154–161. doi:10.15421/011723
- Бирюкова О.В., Шестакова А.А., Вишняков В.С., Беляков Е.А. Новые данные о распространении некоторых видов, занесенных в Красную книгу Нижегородской области // Сохранение редких видов растений и грибов Волжского бассейна: Флористический ежегодник. 2020. С. 9–15.
- Гарин Э.В. Структура флоры сосудистых растений Ярославской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. Т. 8, № 2. С. 188–193.
- Измайлова А.В., Румянцев В.А., Дробкова В.Г. Лимнологическая изученность Европейской части России в свете проблем антропогенной модификации озерных экосистем // Изв. Русск. Географ. общ. 2017. Т. 149, № 6. С. 1–13.
- Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л: Наука, 1981. 187 с.
- Коровчинский Н.М. Наблюдения за пелагическим рачковым зоопланктоном озера Глубокое в 1991-1993 годах // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 9–22.
- Лисицына Л.И., Папченков В.Г., Артёменко В.И. Флора водоёмов Волжского бассейна: определитель сосудистых растений. М.: КМК, 2009. 219 с.
- Ляшенко Г.Ф., Лазарева В.И., Ляшенко О.А. Динамика высшей водной растительности и планктона в малых озерах бассейна Верхней Волги // Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России. 2002. С. 34–57.
- Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: КМК, 2014. 635 с.
- Мартыненко В.А. Флора северной и средней подзон тайги европейского Северо-Востока: Автореф. дис. ...-ра биол. наук. Екатеринбург. 1996. 31 с.
- Павлов Д.С. 110 лет гидробиологической станции на Глубоком озере // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2002. Т. 8. С. 7–8.
- Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: МУБ и НТ, 2001. 214 с.
- Решетникова Н.М. Дополнения к списку сосудистых растений окрестностей озера Глубокое // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2002. Т. 8. С. 48–49.
- Решетникова Н.М. Список сосудистых растений окрестностей Глубокого озера // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 128–178.

- Решетникова Н.М., Купцов С.В. Динамика флоры сосудистых растений озера Глубокого за столетие // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2002. Т. 8. С. 30–47.
- Сапелко Т.В., Гузиватый В.В., Кузнецов Д.Д. Комплексные палеолимнологические исследования на озере Глубоком // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 139–148.
- Слуковский З.И., Шелехова Т.С., Сыроежко Е.В. Отклик диатомовой флоры малого озера на воздействие тяжелых металлов в условиях урбанизированной среды Республики Карелии // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63, № 1. С. 103–123. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2018.106
- Соловьев А.Н. Биота и климат в XX столетии. Региональная фенология. М.: Пасья, 2005. 288 с.
- Федорова Е.И. Динамика литоральных фитоценозов (опыт методического исследования) // Антропогенное эвтрофирование озер. М.: Наука, 1976. С. 45–82.
- Филиппов Ю. Очерк растительности Глубокого озера // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1910. Т. 3. С. 47–60.
- Шапоренко С.И., Шилькрот Г.С. Многолетняя изменчивость гидрохимических параметров озера Глубокого // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2005. Т. 9. С. 24–48.
- Щербакова А.П. Озеро Глубокое (гидробиологический очерк). М.: Наука, 1967. 379 с.
- Щербаков А.П. Продуктивность прибрежных зарослей Глубокого озера // Тр. Всес. Гидробиол. общ. 1950. Т. 2. С. 69–70.
- Belyakov E.A., Garin E.V. Long-term dynamics of flora of karst lakes: changes and current state // Biosystems Diversity. 2018. V. 26, № 2. P. 160–169. DOI:10.15421/01182
- Byng J.W., Chase M.W., Christenhusz M.J.M. et al. An update of the Angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV // Bot. J. Linn. Soc. 2016. V. 181, № 1. P. 1–20. DOI:10.1111/boj.12385
- Chambers P.A., Lacoul P., Murphy K.J., Thomaz S.M. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater // Hydrobiologia. 2008. V. 595, № 1. P. 9–26. DOI: 10.1007/s10750-007-9154-6
- Christenhusz M.M., Chase M.W. Trends and concepts in fern classification // Ann. Botany. 2014. V. 113, № 4. P. 571–594. DOI: 10.1093/aob/mct299
- Dhanam S., Elayaraj B. Distribution and composition of aquatic macrophytes in Santhapettai Lake of Villupuram District in Tamil Nadu // Int. Lett. Nat. Sci. 2015. V. 47. P. 74–81. DOI:10.18052/www.scipress.com/ILNS.47.74
- Emadzade K., Lehnbech C., Lockhart P., Hörandl E. A molecular phylogeny, morphology and classification of genera of Ranunculaceae (Ranunculaceae) // Taxon. 2010. V. 59, № 3. P. 809–828. DOI: 10.2307/25677670
- Hao G., Yuan Y.-M., Hu C.-M. et al. Molecular phylogeny of *Lysimachia* (Myrsinaceae) based on chloroplast trnL-F and nuclear ribosomal ITS sequences // Mol. Phyl. Evol. 2004. V. 31. P. 323–339. DOI: 10.1016/S1055-7903(03)00286-0
- Kadono Y. Comparative ecology of Japanese Potamogeton: an extensive survey with special reference to growth form and life cycle // Jap. J. Ecol. 1984. V. 34, № 3. P. 161–172.
- Lawniczak-Malińska, A.E., Achtenberg, K. On the use of macrophytes to maintain functionality of overgrown lowland lakes // Ecol. Engin. 2018. V. 113. P. 52–60. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2018.02.003
- Mäemets H., Palmik K., Haldna M., Sudnitsyna D., Melnik M. Eutrophication and macrophyte species richness in the large shallow North-European Lake Peipsi // Aquatic Botany. 2010. V. 92, № 4. P. 273–280. DOI:10.1016/j.aquabot.2010.01.008

CURRENT DATA ON THE FLORA OF VASCULAR PLANTS OF LAKE GLUBOKOE

E.A. Belyakov

Summary

The current taxonomic composition of the flora of vascular plants of Lake Glubokoe has been studied. The paper contains a list of macrophytes of the lake. The systematic structure of the combined macrophyte flora is represented by 68 taxa (including two hybrids) belonging to 2 divisions, 4 classes, 23 orders, 33 families and 53 genera. A geographical and ecological analysis of the flora has been carried out. Based on the available literature data, some changes in the flora of the lake are shown. The value of the hybrid component reaches 3.0% of the total list of flora of the reservoir. The fraction of adventitious species in the lake is represented by 4 taxa – *Elodea canadensis*, *Nymphaea odorata* var. *rosea* / *N. hybrida*, *Bidens frondosa* and *Trapa natans*. If the first three species have been growing on the lake for a long time, then *T. natans* was first discovered in 2019. In our opinion, this species appeared here as a result of deliberate introduction. The state of development of plants and fruits of *T. natans* suggests that the conditions for seed reproduction of this species in the lake are not optimal. The fluctuation in the abundance of some species (for example, *Ceratophyllum demersum* and *Myriophyllum spicatum*) in the lake is apparently due to changes in the hydrochemical composition of its waters.

ЗООПЛАНКТОН ВОДОЁМОВ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАКАЗНИКОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Лобуничева, Н.В. Думнич, А.И. Литвин, В.Л. Зайцева

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

В Вологодской области насчитывается 4820 малых озёр естественного происхождения (Борисов, Лобуничева, 2012). Подавляющее большинство малых водоёмов сосредоточено в западной части области, называемой Вологодским Поозерьем. Малые озёра являются неотъемлемой частью озерно-ледниковых, моренно-холмистых и моренно-озерно-холмистых ландшафтов и разнообразны по своему происхождению и абиотическим характеристикам. Количество малых озёр, расположенных в границах особо охраняемых природных территорий в Вологодской области невелико (Антипов, Воробьев, 1985; Воробьев, Антипов, 1993). Специально для охраны малых водоёмов на территории области создано 4 гидрологических государственных природных заказника (Решение Вологодского облисполкома от 31.10.83 № 602). Гидрологические заказники «Куштозерский», «Шимозерский», «Лухтозерский» и «Ундозерский» включают в себя карстовые периодически исчезающие озера и часть их водосборов, а заказник «Ежозерский» создан для сохранения эталонного для холмисто-озерного ландшафта озера Ежозера, в формировании котловины которого также прослеживаются карстовые процессы.

Среди всего многообразия малых водоёмов Вологодского Поозерья карстовые озёра выделяются по своим морфологическим характеристикам и особенностям гидрологического режима. Имея общее с большинством водоёмов региона ледниковое происхождение, они характеризуются воронкообразной формой котловины, небольшой средней и значительной наибольшей глубинами, наличием подземного стока и периодическим уходом воды через поноры (поглощающие отверстия на дне и склонах донной воронки). Большая часть карстовых озёр Вологодской области сосредоточена на Вепсовской и Мегорской возвышенностях в пределах карбонового плато (Кичигин, 2007).

Исследования зоопланктона¹ двух карстовых водоёмов Вологодской области (Куштозеро и Шимозеро) планировалось ещё в 1932 г. в рамках работ ВНИОРХ по рыбохозяйственному обследованию озёр Ленинградской области. К сожалению, осуществить сбор полевого материала не удалось «в силу неудачи с сеткой при работе на месте» (Отчёт о результатах..., 1933). Первые материалы о составе, структуре и продуктивности зоопланктона де-

¹ Термин «зоопланктон» употребляется в данной статье в условном смысле, поскольку относится как к организмам истинно планктонным (эупланктонным), так и обитающим в основном на подводных субстратах (растениях и пр.) видам-фитофилам и т.д. (прим. ред.)

вяти малых озёр, расположенных в границах современных гидрологических заказников, были получены в 1970 г. в результате озероведческой экспедиции Вологодского государственного педагогического института (ВГПИ) (Отчет озероведческой экспедиции., 1970, 1971). Данная экспедиция носила комплексный характер. Помимо гидрологических, гидрохимических, гидробиологических и ихтиологических исследований, она включала также исследования окрестных ландшафтов. Это были самые обширные исследования малых водоёмов Вологодской области. За 1969–1974 г.г. было обследовано 275 озёр (Озерные ресурсы., 1981). Именно по результатам этих работ были учреждены многие особо охраняемые природные территории региона, в том числе и гидрологические заказники (Особо охраняемые..., 1993).

Летом 1978 г. для оценки возможности создания на малых озёрах региона товарных рыбоводных хозяйств сотрудниками Вологодской лаборатории «ГосНИОРХ» (в настоящее время Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО») были изучены семь водоёмов гидрологического заказника «Лухтозерский». Пять из этих озёр до настоящего времени повторно не обследовались.

Целью данной работы было изучение зоопланктона малых озёр гидрологических заказников Вологодской области. Исследования выполнены в рамках работ по инвентаризации фауны и оценке репрезентативности сети ООПТ Вологодской области.

Материал и методы

Сбор проб зоопланктона на озёрах Куштозеро (гидрологический заказник «Куштоозерский»), Шимозеро (гидрологический заказник «Шимозерский»), Лухтозеро, Ундозеро (гидрологический заказник «Лухтозерский») и Ежозеро (гидрологический заказник «Ежозерский») проводился в июле 2002 г. (Думнич, 2003). В июле 2015 г. были повторно обследованы озёра Лухтозеро, Ундозеро и Ежозеро (Борисов и др., 2015). Сеть станций охватывала центральную часть водоёмов и прибрежные участки. В 2015 г. зоопланктон отбирали сетью Джеди (диаметр входного отверстия 18 см, газ №70). В 2002 г. диаметр входного отверстия сети был 25 см, к сожалению, размер ячеи газа неизвестен.

Камеральная обработка гидробиологических проб проводилась в соответствии с общепринятыми методиками (Методика изучения., 1975). Определение таксономической принадлежности организмов осуществлялось с помощью соответствующих определителей и прочих публикаций (Определитель зоопланктона., 2010; Мануйлова, 1964; Кутикова, 1970; Лазарева, Жданова, 2014). Номенклатура коловраток и ракообразных приведена в соответствии с данными «Определителя зоопланктона...» (2010) и «Определителя ветвистоусых ракообразных Северной Евразии» (Коровчинский и др., 2021). Биомассу организмов рассчитывали по формулам связи массы с длиной тела (Балушкина, Винберг, 1979). В рамках анализа оценивали чис-

ленность (тыс. экз/м³) и биомассу (г/м³) зоопланктона, индекс доминирования Симпсона, выделяли доминирующий комплекс видов с относительной численностью более 5% (Песенко, 1982; Лазарева и др., 2001).

В работе также проанализированы результаты исследований некоторых озёр гидрологических заказников в 1970 и 1978 гг. В 1970 г. в рамках озероведческой экспедиции ВГПИ были изучены девять озёр (Отчет озероведческой экспедиции..., 1970, 1971). К сожалению, первичные результаты обработки отобранных в июле-августе 1970 г. проб не сохранились. Имеющиеся материалы в значительной степени генерализованы.

В начале августа 1978 г. Вологодской лаборатории «ГосНИОРХ» были изучены семь малых водоёмов гидрологического заказника «Лухтозерский». Отбор проб в этот период выполняли сетью Джели с газом №64 (Рыбоводно-биологическое обоснование..., 1981). При анализе материалов 1978 г. использованы обобщенные материалы отчета и сохранившиеся протоколы обработки проб.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения MS Excel, сходство состава зоопланктона оценивалось с помощью Past 4.0.

Характеристика района исследования

Все гидрологические заказники Вологодской области расположены на территории Вытегорского административного района в западной части области (рис. 1).

Гидрологический заказник «Куштозерский» расположен на Мегорской возвышенности, на водоразделе рек Мегры и Шолы и включает в себя крупнейшее периодически исчезающее озеро Куштозеро и километровую водоохранную зону вокруг него, в том числе озеро Ивачевское (Воробьев, Антипов, 1993). Трапециевидная котловина Куштозера имеет ледниковое происхождение, что отражается в ее морфологии (табл. 1). В зависимости от уровня воды, на озере насчитывается от 7 до 20 островов. В северо-восточной части озера находится карстовая воронка глубиной 11.5 м с понорами на дне и склонах. В северной части озера прослеживаются и другие воронки диаметром 2–20 м. Согласно опубликованным данным (Куликовский, 1894; Антипов и др., 1981) вода из озера уходит чаще всего в середине или конце зимы. На осушившемся дне озера начинают расти травы. Через 2–3 года вода вновь заполняет озёрную котловину.

Гидрологический заказник «Шимозерский» находится в водораздельной части Вепсовской возвышенности и имеет площадь 8553 га, из которых водными объектами занято 1251 га (14.6%). В границах заказника расположено 20 озёр. Крупнейшим из них является Шимозеро (рис. 1, табл. 1). Средняя глубина озера небольшая (2.9 м), в воронках достигает 12 м. Ручей, который берет начало из озера в его восточной части, заканчивается карсто-

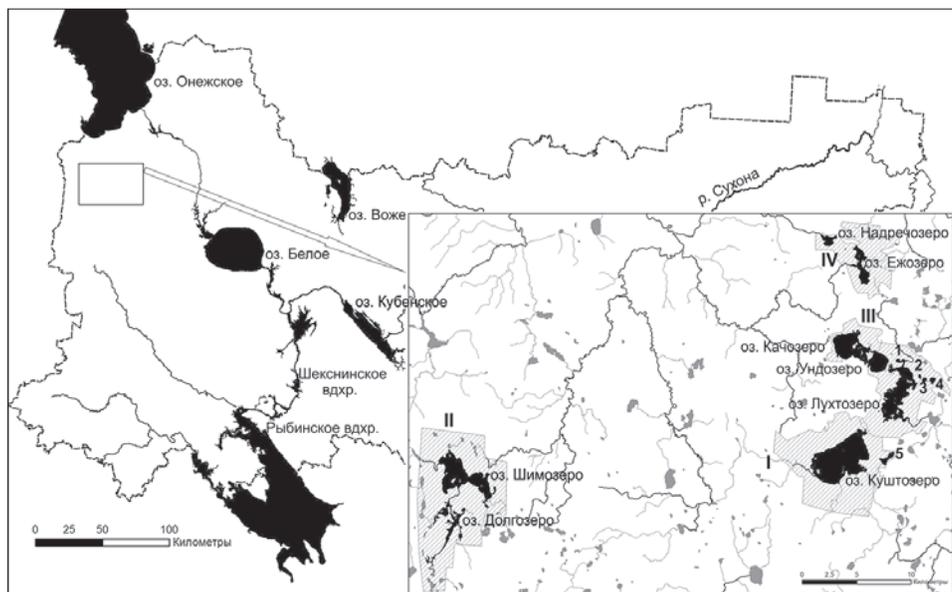


Рис. 1. Картограмма местоположения изученных озёр гидрологических заказников Вологодской области (цифрами на схеме обозначены – гидрологические заказники: I – Куштозерский, II – Шимозерский, III – Лухтозерский, IV – Ежозерский; озёра: 1 – Чунозеро, 2 – Лапозеро, 3 – Малое Вегозеро, 4 – Большое Вегозеро, 5 – Ивачевское).

вой воронкой глубиной более 20 м с отверстием на дне (Черная Яма). Через эту воронку периодически осуществляется естественный спуск воды Шимозера и связанных с ним озёр. При понижении уровня воды озера более чем на 2 м сток воды через ручей прекращается. На дне Шимозера встречаются железорудные конкреции.

Гидрологический заказник «Лухтозерский» расположен на южном склоне Мегорской возвышенности. Озеро Лухтозеро вместе с мелководными водоёмами Ундозеро и Качозеро образуют единую систему водоёмов с подземным стоком. В границах заказника расположено также несколько озёр с площадью менее 0,01 км² (рис. 1, табл. 1). Все они связаны между собой и со сравнительно крупным озером Лухтозеро протоками.

Наибольшая глубина Лухтозера (14,5 м) зарегистрирована в карстовой воронке в южной части котловины. При понижении уровня воды в озере насчитывается до 37 островов. Водоём интенсивно зарастает, при спуске воды через воронку превращается в луг. Все озёра заказника характеризуются низкой прозрачностью воды и повышенной цветностью.

Гидрологический заказник «Ежозерский» создан для сохранения ландшафтов, типичных для краевой зоны оледенения (Антипов, Воробьев, 1985). Центральный водоём заказника – Ежозеро. Морфология озера свидетельствует об участии карстовых процессов в его формировании. Водоём имеет

Таблица 1. Основные характеристики изученных озёр гидрологических заказников Вологодской области

Заказник	Озеро	Координаты	Площадь, км ²	Глубина макс., м	Глубина сред., м	Прозрачность, м	Температура воды, °С	Цветность	pH
Куштозерский	Куштозеро	60.5331, 36.2801	0,17	11,0	2,8	1	21,5	XII	8,17
	Ивачевское	60.5350, 36.3563	0,006	5,0	2,5	–	21,0	X	7,20
Шимозерский	Шимозеро	60.5045, 35.6485	0,08	12,5	2,9	1,5	21,5	XI	8,20
	Долгозеро	60.4647, 35.6381	0,01	12,0	3,3	–	18,0	VII	7,10
Лухтозерский	Лухтозеро	60.5895, 36.3708	0,05	14,5	1,9	0,6	19,8	XII	6,39
	Ундозеро	60.6145, 36.3350	0,02	3,1	2,3	0,6	19,1	XVIII	6,83
	Качозеро	60.6264, 36.2782	0,05	3,0	1,8	1,0	20,9	XVIII	6,40
	Чунозеро	60.6165, 36.3692	0,0005	2,7	–	1,0	20,0	XVIII	7,31
	Малое Вегозеро	60.6016, 36.4134	0,001	3,5	–	1,0	20,4	XVIII	6,50
	Большое Вегозеро	60.6017, 36.4274	0,002	3,5	–	1,5	21,4	XVIII	6,83
	Лапозеро	60.6044, 36.4059	0,001	5,0	–	0,8	22,0	XVIII	6,69
Ежозерский	Ежозеро	60.6928, 36.3004	0,03	9,5	3,1	0,8	18,7	XVIII	7,59
	Надречозеро	60.7127, 36.2433	0,01	11,0	4,6	–	13,5	IX	7,10

Примечание: Площадь и глубины указаны для периода наполнения озёр по: Антипов и др., 1981; Рыбоводно-биологическое обоснование..., 1981; остальные параметры – в период отбора проб (Отчет озероведческой..., 1970, 1971; Рыбоводно-биологическое обоснование..., 1981).

удлиненную форму и неровное дно. Северная часть озера имеет форму борозды, а южная – воронкообразная с глубинами до 9.5 м. Озеро проточное. Однако, удельный водообмен составляет всего 0.5.

Результаты и их обсуждение

Озеро Куштозеро. Исследования зоопланктона водоёма проводились однократно в июле 2002 г. Зарегистрировано 25 видов зоопланктона, из них коловраток – 6, кладоцер – 12, копепод – 7 (табл. 2). Обнаруженные организмы широко распространены в водоёмах региона. В исследуемый период средняя численность зоопланктона составляла 6.4 тыс.экз/м³, биомасса – 0.2 г/м³. Наибольшей численности достигали коловратки (32%) и кладоцеры (48%). 61% биомассы составляли ветвистоусые рачки (рис. 3). На большей части акватории озера доминировали коловратка *Asplanchna priodonta*, ракообразные *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia quadrangula*.

Озеро Шимозеро. По результатам исследований 1970 и 2002 гг. в озере выявлено 27 видов зоопланктона (Rotifera – 2, Cladocera – 14, Copepoda – 11). Средняя численность зоопланктона составляла 10.9 тыс.экз/м³ при биомассе 0.3 г/м³. Кладоцеры преобладали в сообществе по численности (63%) и биомассе (78%). Обилие зоопланктона в прибрежье было в 3–4 раза выше, чем в глубоководной части водоёма (Рис. 3). В центральной части озера доминантами являлись *Chydorus sphaericus* и *Eudiaptomus gracilis*, в прибрежье – *Chydorus sphaericus*, *Polyphemus pediculus* и копеподиты циклопов.

Озеро Лухтозеро. Первые исследования зоопланктона Лухтозера в 1978 г. выявили в его составе 40 видов, из которых более 60% – кладоцеры. В сборах 2002 и 2015 гг. видов было обнаружено существенно меньше (15 и 29 соответственно), что связано с меньшим количеством проб, отобранных в зарослях макрофитов. По результатам всех исследований видовое богатство микрофауны озера составляет 53 вида, из них коловраток – 11, кладоцер – 29, копепод – 13 (табл. 2). В водоёме зарегистрировано много фитофильных видов из-за его интенсивного зарастания. Благодаря разнообразию биотопов в водоеме развиваются как типично зарослевые виды (например, *Sida crystallina*, *Eurycercus lamellatus*, *Polyphemus pediculus*), так и пелагические, обычные в крупных водоемах (*Daphnia galeata*, *Eudiaptomus gracilis*). В 1978 г. в озере были обнаружены несколько особей *Holopedium gibberum*.

Согласно исследованиям 2015 г. зоопланктон Лухтозера характеризуется низким уровнем доминирования. Максимальные значения индекса Симпсона на отдельных станциях не превышают 0.2, средние значения для водоема – 0.1. Доминантный комплекс зоопланктона включал в себя коловраток *Conochilus unicornis*, *Euchlanis meneta*, *Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Trichocerca stylata*. Среди ракообразных доминирует *Bosmina coregoni*, *Chydorus sphaericus*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Eucyclops serrulatus*.

Обилие зоопланктона водоёма в разные периоды исследований значительно различалось (рис. 3, 4). В июле 1978 г. его средняя численность в Лухтозере составляла 210.5 тыс.экз/м³ при биомассе 4.5 г/м³ (табл. 4). Сравнительно высокие показатели обилия зоопланктона были связаны с большой концентрацией фитофильных организмов в прибрежье. В зарослях макрофи-

тов плотность зоопланктона достигала 438.3 тыс.экз/м³, а биомасса 8,0 г/м³. При этом кладоцеры составляли 61% численности и 82% общей биомассы.

В июле 2002 г. зоопланктон озера Лухтозеро характеризовался крайне низкими величинами численности и биомассы и доминированием кладоцер (рис. 3). Его средняя плотность в Лухтозере в июле 2015 года составила 132 тыс.экз/м³, биомасса – 1.3 г/м³. Доминирующей группой в составе сообщества являлись ракообразные. При этом численность кладоцер и копепод была практически одинакова (40 и 43% соответственно), а по биомассе преобладали кладоцеры (59%) из-за значительной плотности на отдельных станциях хищника *Leptodora kindtii*. Пространственные различия в этот период наблюдений были выражены незначительно. Соотношение основных групп зоопланктона в глубоководной части озера и заросшем макрофитами прибрежье сходно, а обилие несколько выше в глубоководной части.

Озеро Ундозеро. В составе зоопланктона озера зарегистрировано 44 вида (Rotifera – 14, Cladocera – 19, Copepoda – 11). В 1978 и 2015 гг. в водоёме было выявлено сходное число видов. Состав сообщества различался, однако, по числу видов преобладали кладоцеры, в том числе фитофильные (табл. 2). Как и в Лухтозере в 1978 г., в Ундозере был обнаружен *Holopedium gibberum*. По-видимому, этот рачок в небольшом количестве присутствует во всех водоёмах гидрологического заказника, так как указывается также для других малых озёр, имеющих связь с Лухтозером (озера Лапозеро и Малое Везозеро) (Рыбоводно-биологическое обоснование..., 1981).

В 2015 г. в составе зоопланктона озера была обнаружена инвазионная коловратка *Kellicottia bostoniensis*. Коловратка обнаружена как непосредственно в озере Ундозеро, так и в протоке, соединяющей его с озером Качозеро, что косвенно может свидетельствовать о наличии вида-вселенца и в этом водоёме. *K. bostoniensis* была обнаружена во всех отобранных пробах, однако, её относительная численность была низкой (1%).

Зоопланктон Ундозера характеризуется выравненной структурой. Индекс Симпсона, рассчитанный как по численности, так и по биомассе в 2015 г. на всех станциях не превышал 0.1. В доминантный комплекс входили 3-4 вида. Это коловратки *Keratella cochlearis* или *Kellicottia longispina*, кладоцеры *Bosmina coregoni* и *Chydorus sphaericus*, циклопы *Diacyclops bicuspidatus* или *Mesocyclops leuckarti*.

Средняя численность зоопланктона Ундозера в июле 1978 г. составляла 251.9 тыс.экз/м³ при биомассе 3.8 г/м³. В июле 2015 г. аналогичные показатели были равны 17.6 тыс.экз/м³ и 1.5 г/м³ соответственно (рис. 4). Доминирующей группой являлись копеподы. Плотность коловраток, благодаря развитию *Keratella cochlearis* (21% общей численности), была немного выше или сходна с таковой ветвистоусых рачков. Относительно высокая доля в численности и биомассе зоопланктона коловраток (*Kellicottia longispina* и *Asplanchna priodonta*) была характерна для водоёма и в 1978 г. Увеличение биомассы кладоцер в 1978 г. связано с развитием в период наблюдений круп-

ных *Leptodora kindtii* (длина тела 4.6-8.1 мм), которые составляли 52% от биомассы кладоцер. В июле 2002 г. доля этого вида в биомассе кладоцер составляла всего 15%. В 2002 г. обилие зоопланктона было низким. При этом более 97% общей численности и биомассы зоопланктона формировали кладоцеры (рис. 3).

Озеро Качозеро. Зоопланктон озера в 1978 г. был представлен 30 видами (табл. 2). Средняя численность зоопланктона озера составляла 145.1 тыс. экз/м³, а биомасса – 2.0 г/м³. В протоке, соединяющей водоём с Ундозером численность и биомасса зоопланктона были равны 320.7 тыс. экз/м³ и 7.0 г/м³ соответственно. Наибольшим обилием характеризовались веслоногие ракообразные (табл. 4). К доминантам относились *Kellicottia longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cristata* и *Eudiaptomus graciloides*.

Озеро Чуозеро. В составе зоопланктона обнаружено 26 видов (Rotifera – 3, Cladocera – 16, Copepoda – 7). Обилие зоопланктона летом 1978 г. было очень высоким. Средняя численность равнялась 156.9 тыс. экз/м³ при биомассе 5.5 г/м³ (табл. 4). Наибольшего обилия достигали ветвистоусые ракообразные (63% численности и 90% биомассы). На большей части акватории озера доминантами являлись *Bosmina coregoni*, *Daphnia cristata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Eudiaptomus gracilis*. В прибрежье 26% численности и 83% биомассы зоопланктона составлял *Polyphemus pediculus*.

Озеро Малое Вегозеро. В озере зарегистрировано 29 видов зоопланктона, из них коловраток – 9, кладоцер – 13, копепод – 7 (табл. 2). Средняя плотность зоопланктеров в конце июля 1978 года составила 265.4 тыс. экз/м³, биомасса – 6.1 г/м³. Основу биомассы на разных участках озера составляли *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia pulchella*, *C. affinis* и *Polyphemus pediculus*. В число доминантов входили также коловратки *Kellicottia longispina* и *Trichocerca cylindrica*. Среди копепод высокой плотностью характеризовались *Mesocyclops leuckarti* и *Eudiaptomus gracilis*.

Озеро Большое Вегозеро. Зоопланктон насчитывает 21 вид (Rotifera – 4, Cladocera – 11, Copepoda – 6). Обилие зоопланктона было сравнительно низким (Табл. 4). Доли кладоцер и копепод в общей численности планктона сопоставимы (около 40%). 59% биомассы составляют кладоцеры, среди которых в число доминантов входили *Diaphanosoma brachyurum* и *Bosmina coregoni*. Помимо этих видов, к доминантам относились коловратки *Kellicottia longispina* и *Asplanchna priodonta*, калянида *Eudiaptomus gracilis*.

Озеро Лапозеро. В водоёме зарегистрировано 24 вида зоопланктеров (Табл. 2). Зоопланктон характеризовался высокой численностью (Табл. 4) и небольшим числом доминантов. В их число входили *Kellicottia longispina*, *Diaphanosoma brachyurum* и представители рода *Bosmina*.

Озеро Ежозеро. Зоопланктон водоёма представлен 53 видами (Rotifera – 18, Cladocera – 24, Copepoda – 11). В составе сообщества зарегистрированы как фитофилы, так и типичные пелагиобионты (Табл. 2). Средняя численность зоопланктона Ежозера в июле 2015 г. составила 114.5 тыс. экз/м³

при биомассе 0.9 г/м³. Доминирующей группой на всей акватории озера являлись ветвистоусые ракообразные (более 73% численности и биомассы зоопланктона). На локальных участках озера отмечается очень высокая плотность (более 40% от общей) североамериканской коловратки *Kellicottia bostoniensis*. При этом встречаемость вида-вселенца была 100%. Среди ветвистоусых ракообразных доминантом являлась *Bosmina longirostris*, которая составляла более 75% плотности и 40% биомассы этой группы зоопланктеров.

В 2002 г. обилие зоопланктона в водоёме было значительно ниже (рис. 3). К числу доминантов принадлежали *Sida crystallina*, *Limnospira frontosa*, *Ceriodaphnia* cf. *dubia*. Кладоцеры составляли 83% численности и 90% общей биомассы зоопланктона. Численность и биомасса зоопланктона в зарослях макрофитов более чем в 5 раз была выше таковых на глубоководных участках. Помимо указанных выше доминирующих видов, в прибрежье отмечена высокая плотность кладоцер *Acroperus harpae*, *Ceriodaphnia pulchella*. В центральной части водоёма высокое обилие характерно для *Daphnia cristata* и *Eudiaptomus gracilis*.

По результатам проведенных исследований в составе зоопланктона озёр гидрологических заказников Вологодской области зарегистрировано 78 видов, из них Rotifera – 22, Cladocera – 37, Copepoda – 19 (табл. 2). Во всех водоёмах по числу видов преобладают ветвистоусые ракообразные. Большая часть зарегистрированных в озёрах видов зоопланктона являются широко распространенными в таёжной зоне (Пидгайко, 1984).

Общее число зарегистрированных в водоёмах таксонов отчасти закономерно зависит от объема проведенных исследований. Наибольшее число видов зоопланктеров (53) обнаружено в озёрах Лухтозеро и Ежозеро. Лухтозеро интенсивно зарастает, что обуславливает широкое развитие фитофильных видов кладоцер, которые были зарегистрированы в водоёме в 1978 г. В составе зоопланктона Ежозера выявлено наибольшее число видов коловраток.

В большинстве изученных озёр в составе зоопланктона обнаружены эврибионтные коловратки семейства Brachionidae и хищная *Asplanchna priodonta*. Среди ветвистоусых рачков во всех водоёмах зарегистрирована *Diaphanosoma brachyurum*. В подавляющем большинстве озёр обнаружены и другие представители семейства Sididae (*Sida crystallina* и *Limnospira frontosa*), а также хидориды *Acroperus harpae*, *Pleuroxus truncatus* и хищные *Leptodora kindtii*, *Polyphemus pediculus*. Широко представлены в водоёмах семейства Daphniidae и Chydoridae. Во всех озёрах отмечены *Daphnia cristata*, *Chydorus sphaericus* и *Bosmina coregoni*. Из веслоногих ракообразных повсеместно в озёрах обнаружены *Eudiaptomus gracilis* и *Mesocyclops leuckarti*.

Помимо обычных для региона видов, в водоёмах зарегистрирована инвазионная для Европы североамериканская коловратка *Kellicottia bostoniensis*. На территории Вологодской области *K. bostoniensis* была впервые обнару-

жена в 2005 г. в Шекснинском водохранилище (устье р. Кема) (Лазарева, Жданова, 2014), а позже (2010–2011 гг.) – в озёрах и ручьях Андомской возвышенности (Жданова и др., 2016). Согласно неопубликованным авторским материалам, в настоящее время вид зарегистрирован в 14 различных водоёмах Вологодской области. *K. bostoniensis* обнаружена в озере Ундозеро и в протоке, соединяющей его с озером Качозеро, а также в озере Ежозеро. В 2002 г. эта коловратка не регистрировалась ни в одном водоёме. По-видимому, проникновение данного вида в водоёмы произошло позже, о чем свидетельствуют исследования распространения и путей проникновения *K. bostoniensis* в водоёмы Европейской России (Жданова и др., 2016). Самым вероятным путем расселения этой коловратки указывается перенос водоплавающими птицами и дальнейшее распространение по водным путям.

В озере Ежозеро в июле 2015 г. *K. bostoniensis* встречалась повсеместно и являлась доминирующим видом, а в озере Ундозеро были обнаружены лишь единичные экземпляры этого вида. Исследованиями в других регионах выявлена положительная корреляция численности *K. bostoniensis* с прозрачностью и рН воды (Шурганова и др., 2021). Различия в обилии вида в близких по происхождению и местонахождению озёрах, вероятно, связаны с разными абиотическими условиями в этих водоёмах. Среди всех изученных в 2015 г. карстовых озёр, Ежозеро характеризуется наибольшими значениями прозрачности воды и рН, что благоприятно для инвазионной коловратки.

В число сравнительно редко встречающихся и/или малочисленных в водоёмах региона видов входят *Holopedium gibberum*, *Pseudochydorus globosus*, *Diacyclops languidoides*. Циклоп зарегистрирован в Рыбинском водохранилище (Лазарева, 2007), реке Вытегра (Куликова, 2007) и Шимозере в 1970 г. (Отчет озероведческой..., 1971). *D. languidoides* внесен в Красную Книгу Вологодской области (2010), как вид неопределенного статуса из-за недостатка данных. Из-за крайне малого числа находок в регионе уточнить статус и обилие этого вида в настоящее время сложно.

Holopedium gibberum, *Pseudochydorus globosus* зарегистрированы в озёрах заказника «Лухтозерский» в 1978 г. (табл. 2). Во всех водоёмах численность этих ветвистоусых рачков не превышала 0,5 тыс.экз/м³. Исследованиями в 2000-х гг. эти виды в озёрах гидрологических заказников не обнаружены. На территории Вологодской области *P. globosus* отмечен лишь в крупных водоёмах – озерах Онежское и Воже, Шекснинском и Рыбинском водохранилищах (Смирнов, 1966; Смирнова, 1972; Лазарева, 2007; неопубликованные данные авторов). Возможно, этот вид широко распространен в регионе, но, в связи с придонным образом жизни, редко регистрируется в планктонных пробах, а исследования микробентоса водоёмов области ограничены. Это относится и к некоторым другим придонным ракообразным, например, видам рода *Ilyocryptus*. *H. gibberum* в разные периоды отмечен во всех крупных водоёмах Вологодской области, кроме Шекснинского водохранилища (Смирнова, 1972; Куликова, 2007; Лазарева, 2007) и многих малых

озёрах (Лазарева, 1988; Ляшенко и др., 2002; Лобуничева и др., 2020; неопубликованные данные авторов). Отбор проб в 1978 г. был проведен очень тщательно, сеть станций охватила прибрежные биотопы, что и позволило обнаружить в озёрах эти виды. Констатировать факт исчезновения данных ракообразных из состава сообществ анализируемых водоёмов в настоящее время нельзя, так как в связи с кратковременностью проведенных исследований объективных изменений температурного и/или гидрохимического режимов не выявлено.

Кластерный анализ показывает высокий уровень сходства видового состава зоопланктона изученных малых озёр (рис. 2А). Наиболее сходен состав зоопланктона в малых по площади и связанных между собой озёрах гидрологического заказника «Лухтозерский» (Лапозеро, Малое Вегозеро, Большое Вегозеро). В единый кластер объединяются «центральные» озера этого заказника (Лухтозеро и Ундозеро), а также Ежозеро, хотя уровень сходства между ними ниже (63–65%). Наибольшее сходство состава зоопланктона характерно для указанных выше водоёмов в единый период наблюдений (рис. 2Б).

Численность и биомасса зоопланктона озёр гидрологических заказников существенно различались в разные периоды наблюдений (табл. 3, 4;

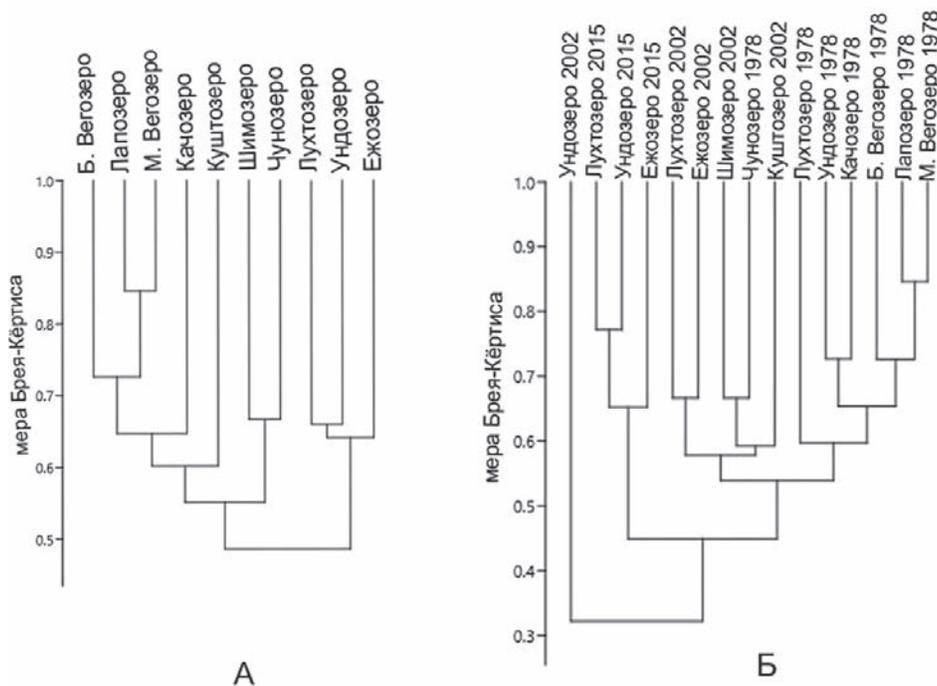


Рис. 2. Дендрограмма сходства видового состава зоопланктона малых озёр гидрологических заказников Вологодской области (А – общий состав видов, Б – состав видов в разные периоды наблюдений).

Таблица 3. Средняя биомасса зоопланктона некоторых озёр гидрологических заказников в июле-августе 1970 г. (по «Отчет озероведческой экспедиции..», 1970, 1971)

Озеро	Куштозеро	Ивачевское	Шимозеро	Долгозеро	Лухтозеро	Ундозеро	Качозеро	Ежозеро	Надречозеро
Биомасса, г/м ³	0.99	3.56	0.44	1.1	6.35	1.05	4.50	2.98	17.9

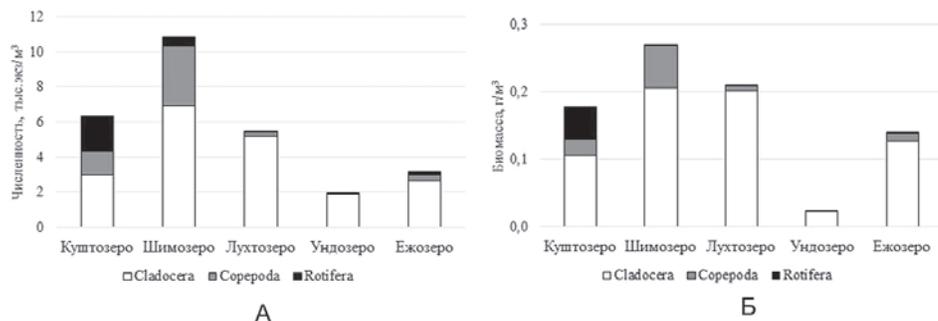


Рис. 3. Средние численность (А) и биомасса (Б) зоопланктона некоторых озёр гидрологических заказников Вологодской области 25–31 июля 2002 г.

рис. 3, 4). Это связано как с естественными отличиями метеоусловий в разные годы, так и со спецификой сбора материала. Для озёр, где наблюдения проводился в 1978, 2002 и 2015 гг. наибольшее обилие зоопланктона регистрировалось в 1978 г. (табл. 4, рис. 4). В 2015 г. численность и биомасса зоопланктона были ниже (рис. 4). При этом структура сообщества в разные периоды наблюдений была очень сходна. Основу численности и биомассы в разных озёрах составляли ветвистоусые или веслоногие ракообразные. По сравнению с 1978 г. в 2015 г. в составе зоопланктона возросла относительная численность коловраток.

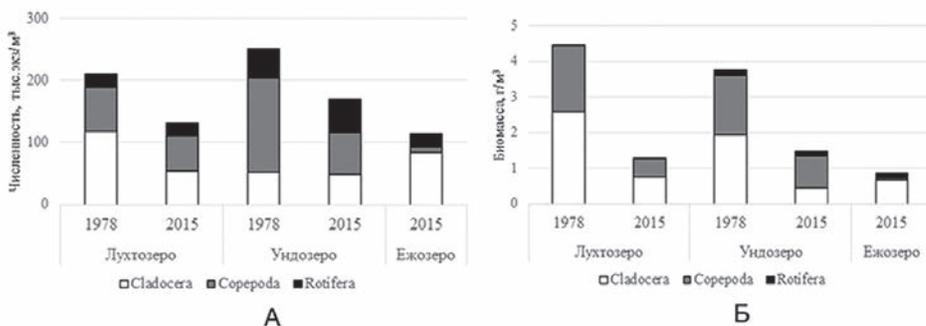


Рис. 4. Средние численность (А) и биомасса (Б) зоопланктона некоторых озёр гидрологических заказников Вологодской области (30 июля–3 августа 1978 г., 29–30 июля 2015 г.).

Таблица 4. Средние численность (N) и биомасса (B) зоопланктона озёр гидрологического заказника «Лухтозерский» (30 июля–3 августа 1978 г.) (по :«Рыбоводно-биологическое обоснование..», 1981)

Озеро	Показатель	Группа организмов			Всего
		Cladocera	Copepoda	Rotatoria	
Лухтозеро	N, тыс.экз/м ³	117.8	70.4	22.3	210.5
	B, г/м ³	2.6	1.9	0.02	4.5
Ундозеро	N, тыс.экз/м ³	51.0	152.7	48.2	251.9
	B, г/м ³	1.9	1.7	0.2	3.8
Качозеро	N, тыс.экз/м ³	30.5	27.0	11.8	69.4
	B, г/м ³	0.9	0.6	0.1	1.6
Чунозеро	N, тыс.экз/м ³	39.6	59.9	45.6	145.0
	B, г/м ³	0.9	1.0	0.1	2.0
Малое Вегозеро	N, тыс.экз/м ³	97.4	79.3	67.0	243.6
	B, г/м ³	2.7	0.9	0.02	3.6
Большое Вегозеро	N, тыс.экз/м ³	107.0	107.6	50.8	265.4
	B, г/м ³	4.7	1.3	0.1	6.1
Лапозеро	N, тыс.экз/м ³	98.6	55.2	3.1	156.9
	B, г/м ³	5.0	0.5	0.001	5.5

В конце июля 2002 г. численность и биомассу зоопланктона озёр формировали преимущественно кладоцеры (рис. 3). Лишь в озёрах Куштозеро и Шимозеро отмечалась сравнительно высокая относительная численность коловраток или копепод (30%). Отсутствие в этот период полноценного отбора проб в зарослях макрофитов отразилось на рассчитанных средних величинах численности и биомассы зоопланктона. Кроме того, в период исследований для всех озёр было характерно сильное «цветение» воды. Так, поверхность воды озёра Куштозеро и Ежозеро была буквально покрыта зеленой пленкой из планктонных водорослей. В фитопланктоне преобладали колониальные и нитчатые цианобактерии (Болотова, 2003). Согласно литературным данным высокая численность фитопланктона, особенно цианобактерий, может приводить к угнетению ракообразных-фильтраторов через засорение их фильтрующих аппаратов и выделение токсичных веществ (Гиляров, 1987; Хаберман и др., 2012 и др.).

Пространственные различия показателей зоопланктона были изучены в 2015 г. на озёрах Лухтозеро, Ундозеро и Ежозеро. Наибольшие различия обилия зоопланктона центральной части и заросшего макрофитами прибрежья свойственны Ежозеру. В зарослях этого водоёма регистрировались высокая численность и биомасса кладоцер *Bosmina longirostris*, *Acroperus harpae*, *Ceriodaphnia pulchella*. В озёрах Лухтозеро и Ундозеро различия обилия и структуры зоопланктона открытой части и зарослей менее выражены. В Ундозере в зарослях макрофитов обилие зоопланктона было выше.

В Лухтозере, наоборот, зоопланктон концентрировался в глубоководной части водоёма. Вероятнее всего значительное влияние на распределение зоопланктеров в водоёме оказывает «уход» воды через поноры. В период отбора проб в конце июля 2015 г. как раз наблюдалось резкое снижение уровня воды в водоёме, что привело к её активному перемешиванию. По этой же причине, несмотря на значительные глубины (до 14 м), в Лухтозере отсутствовала температурная стратификация. Концентрация кислорода в водной толще также оставалась постоянной. В этот же период в менее глубоком (до 10 м) Ежозере, где не регистрируется снижения уровня воды, выявлена выраженная температурная стратификация (неопубликованные фоновые материалы Вологодского филиала ФГБНУ «ВНИРО»).

Заключение

Изученные озёра гидрологических заказников Вологодской области сходны по своему происхождению и многим морфометрическим характеристикам. В составе зоопланктона малых водоёмов обнаружено 78 видов (Rotifera – 22, Cladocera – 37, Copepoda – 19). Большая часть зоопланктеров широко распространена в водоемах региона. В озёрах Ундозеро и Ежозеро зарегистрирована инвазионная для России коловратка *Kellicottia bostoniensis*. В Ежозере этот вид формировал высокую численность.

Зоопланктон исследованных озёр характеризуется естественными колебаниями численности, биомассы и доминированием ракообразных. Планктонные сообщества глубоководных участков и заросшего макрофитами побережья озёр различаются по структуре и обилию. В периоды активного перемешивания воды в водоёмах в результате её «ухода» через поноры распределение зоопланктеров по акватории становится более однородным.

Исследования частично выполнены при поддержке Вологодского регионального отделения ВОО «Русское географическое общество». Авторы выражают благодарность сотрудникам Вологодского филиала ФГБНУ «ВНИРО» за помощь в сборе полевого материала и оформлении иллюстраций.

Литература

- Антипов Н.П., Воробьев Г.А. Особо охраняемые озёра Вологодской области // Охраняемые территории севера Европейской части СССР. Вологда, 1985. С. 50–58.
- Антипов Н.П., Жаков Л.А., Лебедев В.Г., Шевелев Н.Н. Озера ландшафтов холмисто-моренных равнин // Озерные ресурсы. Вологда, 1981. С. 38–93.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озёр. Л.,: ЗИН АН СССР, 1979. С. 58–79.
- Болотова Н.Л. Изменения озерных экосистем гидрологических заказников Вологодской области: природные и антропогенные факторы // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы II Междунар. науч. конф. 22–26 сент. 2003 г., Минск-Нарочь. Минск: БГУ, 2003. С. 12–15.

- Борисов М.Я., Лобуничева Е.В. Малые озера разнотипных ландшафтов Вологодской области // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Ч. 1. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2012. С. 147–151.
- Борисов М.Я., Филоненко И.В., Комарова А.С. и др. Оценка экологического состояния карстовых озер волжско-балтийского водораздела на территории Вологодской области // Вузовская наука – региону: Материалы XIV Всерос. науч. конф. Вологда, 2016. С. 370–372.
- Воробьев Г.А., Антипов Н.П. Гидрологические заказники // Особо охраняемые природные территории, растения и животные Вологодской области. Вологда, 1993. С. 107–115.
- Гиляров А.М. Динамика численности пресноводных планктонных ракообразных. М.: Наука, 1987. 192 с.
- Думнич Н.В. Зоопланктоценоз карстовых озер – гидрологических заказников Вологодской области // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера: тез. докл. междунар. конф., Сыктывкар, 11–15 фев. 2003 г. Сыктывкар, 2003. С. 32–33.
- Жданова С.М., Лазарева В.И., Баянов Н.Г. и др. Распространение и пути расселения американской коловратки *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) в водоемах Европейской России // Росс. ж. биол. инвазий. 2016. № 3. С. 8–22.
- Кичигин А.Н. Рельеф // Природа Вологодской области. Вологда: Издательский Дом «Вологжанин», 2007. С. 38–70.
- Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синёв А.Ю. и др. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. II. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. 544 с.
- Красная книга Вологодской области. Том 3. Животные. Вологда, 2010. 216 с.
- Куликова Т.П. Зоопланктон водных объектов бассейна Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 223 с.
- Куликовский Г.И. Зарастающие и периодически исчезающие озёра Обонежского края // Землеведение. М., 1894. Т. I. Кн. I. С. 17–46.
- Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria (отряды Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). Л.: Наука. 1970. 744 с.
- Лазарева В.И. Зоопланктон // Флора и фауна заповедников СССР. Фауна Дарвинского заповедника. Оперативно-информационный материал. М., 1988. С. 6–20.
- Лазарева В.И. Состав ракообразных и коловраток Рыбинского водохранилища // Экология водных беспозвоночных. Нижний Новгород: Вектор ТиС, 2007. С. 127–140.
- Лазарева В.И., Жданова С.М. Американская коловратка *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) в водохранилищах Верхней Волги // Биол. внутр. вод. 2014. № 3. С. 63–68.
- Лазарева В.И., Лебедева И.М., Овчинникова Н.К. Изменения в сообществе зоопланктона Рыбинского водохранилища за 40 лет // Биол. внутр. вод. 2001. №4. С. 62–73.
- Лобуничева Е.В., Литвин А.И., Думнич Н.В., Борисов М.Я. Зоопланктон малых озёр восточной части водосбора озера Воже (Вологодская область) // Тр. Ин-та биол. внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН. Борок: ИБВВРАН, 2020. Вып. 92(95). С. 66–85.
- Ляшенко Г.Ф., Лазарева В.И., Ляшенко О.А. Динамика высшей водной растительности и планктона в малых озерах бассейна Верхней Волги // Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2002. С. 34–58.
- Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.–Л., 1964. 327 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., Наука, 1975. 239 с.
- Озерные ресурсы Вологодской области. Вологда: ВГПИ, 1981. 150 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
- Особо охраняемые природные территории, растения и животные Вологодской области. Вологда: Русь, 1993. 256 с.
- Отчет о результатах выборочного рыбохозяйственного обследования озер Ленинградской области по материалам экспедиции 1932 г. (33 озера 1-й очереди). Отчет о НИР // «ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга; Руководитель К.А. Сметанин. Л., 1933. Б.с.

- Отчет озероведческой экспедиции Вологодского государственного педагогического института (Белозерский и Бабаевский районы). Отчет о НИР // Кафедра географии и рационального природопользования ВГУ; Руководитель Л.А. Жаков. Вологда, 1971. 139 с.
- Отчет озероведческой экспедиции Вологодского государственного педагогического института (Вытегорский район). Отчет о НИР // Кафедра географии и рационального природопользования ВГУ; Руководитель Л.А. Жаков. Вологда, 1970. 106 с.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
- Пидгайко М.Л. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. М.: Наука, 1984. 207 с.
- Рыбоводно-биологическое обоснование целесообразности создания рыбоводного хозяйства на озерах Ундозерской группы Вытегорского района Вологодской области. Отчет о НИР // Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО»; Руководитель Е.А. Орехов. Вологда, 1981. 70 с.
- Смирнов Н.Н. Прибрежные ветвистоусые ракообразные Череповецкого водохранилища // Планктон и бентос внутренних водоемов // Тр.ИБВВ АН СССР. Вып. 12 (15). М.-Л.: Наука, 1966. С. 145–150.
- Смирнова Т.С. Планктонные коловратки и ракообразные // Зоопланктон Онежского озера. Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1972. С. 126–240.
- Хаберман Ю., Вирро Т., Бланк К. Зоопланктон // Псковско-Чудское озеро. Издательство Тарту: «Eesti Loodusfoto», 2012. С. 285–306.
- Шурганова Г.В., Золотарёва Т.В., Кудрин И.А. и др. Численность родственных видов *Kellicottia bostoniensis* (Rousslet, 1908) и *K. longispina* (Kellicott, 1879) (Rotifera: Brachionidae) в сообществах зоопланктона Пустынской озёрно-речной системы (Нижегородская область) // Росс. ж. биол. инвазий. 2021. № 1. С. 116–131.

ZOOPLANKTON OF THE LAKES OF HYDROLOGICAL RESERVES OF THE VOLOGDA REGION

E.V. Lobunicheva, N.V. Dumnich, A.I. Litvin, V.L. Zaytseva

Summary

The paper presents the results of a study of zooplankton of 13 lakes of hydrological reserves of the Vologda Region. The authors summarized the results of their research in 2002 and 2015, and analyzed archival materials of research conducted in 1970 and 1978. In the studied lakes, 78 species (Rotifera– 22, Cladocera– 37, Copepoda– 19) have been recorded, including species relatively rare for the region such as *Kellicottia bostoniensis*, *Holopedium gibberum*, *Pseudochydorus globosus*, *Diacyclops languidoides*. The species composition of zooplankton of the studied lakes was noticeably similar. The most abundant groups in terms of abundance and biomass were either the cladocerans or copepods. At the same time, the structure of the community in different observation periods was very similar. Horizontal differences in zooplankton abundance and biomass were observed in the lakes where the water level was relatively stable. No spatial differentiation of zooplankton was observed during periods of water level decrease due to its “leaving” of the lakes.

АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК РЕДКИХ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОХРАНЕ, ВИДОВ ЖИВОТНЫХ, РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ ЗАКАЗНИКА «ОЗЕРО ГЛУБОКОЕ» И ЕГО БЛИЖАЙШИХ ОКРЕСТНОСТЕЙ

А.Н. Решетников, А.Б. Петровский

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

Введение

Озеро Глубокое, глубиной 32 м и площадью около 59,3 га, находится на территории Рузского городского округа (ранее – Рузский район) Московской области (Щербаков, 1967). На восточном берегу этого озера расположена старейшая в России и в мире пресноводная гидробиологическая станция «Глубокое озеро» им. Н.Ю. Зографа Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, основанная в 1891 г. (Ламперт, 1900; Smirnov, 1986a). В 1945–1948 гг. Глубокое озеро и окружающая территория были частью Московского Государственного заповедника, а в 1948–1951 гг. здесь существовал самостоятельный Глубоко-Истринский заповедник. Комплексный заказник «Озеро Глубокое с прилегающими к нему массивами леса» (далее для краткости – заказник «Озеро Глубокое») областного значения был создан в 1966 г. (Решение..., 1966). Данный заказник включает озеро Глубокое и окружающие массивы леса, отчасти заболоченного, и расположен на стыке Рузского, Одинцовского и Истринского городских округов Московской области. Территория заказника занимает площадь 1899 га (Постановление..., 2017), относится к бассейну реки Москвы и включает сформированную древним стоком Глубоко-Истринскую котловину ледникового происхождения, на дне которой находится верховье реки Малая Истра – притока р. Истра – и само озеро, вероятно, карстового происхождения (Россолимо, 1961; Сапелко и др., 2017). Благодаря охранному статусу, сравнительно слабому антропогенному влиянию вследствие труднодоступности из-за густых буреломных и отчасти заболоченных лесов, отсутствию значительных источников загрязнения, природа заказника хорошо сохраняется, несмотря на близость столичного мегаполиса и быстрое экономическое развитие Московской области. Целями заказника являются «сохранение ненарушенных природных комплексов, их компонентов в естественном состоянии; восстановление естественного состояния нарушенных природных комплексов; поддержание водного и экологического баланса; научные гидробиологические исследования» (Постановление..., 2017).

В настоящей публикации впервые выполнено обобщение данных по редким охраняемым видам животных, растений и грибов, населяющим заказник «Озеро Глубокое».

Методика

Исследование выполнено на территории заказника «Озеро Глубокое» и его ближайших окрестностей, то есть на территории площадью приблизительно 50 км², включающей заказник и непосредственно примыкающие к нему лесные угодья, условно ограниченные полями возле бывших или ныне существующих поселений Терехово, Ново-Горбово, Петрово, Ордино и Андреевское, включая все перечисленные открытые биотопы, за исключением последнего, застроенного с 1995 г. дачными участками. Биота вышеозначенной территории тесно связана с озером Глубоким и традиционно включена в сферу внимания работающих на биостанции биологов.

В ходе подготовки статьи были проанализированы собственные многолетние полевые наблюдения, выполненные первым из соавторов в районе заказника «Озеро Глубокое» с 1991 по 2022 гг., а также ряд литературных источников, которые приведены ниже в разделе «Результаты». Дополнительно, сборы материалов с территории заказника были обнаружены в фондах некоторых музеев: Зоологического музея Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (ZMMU), Гербарии МГУ им. М.В. Ломоносова (MW), Гербарии Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук (МНА), Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина (IBIW), Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук (LE), Музея естественной истории в Лондоне (Natural History Museum, London) (NHMUK, BM), Европейского нуклеотидного архива (the European Nucleotide Archive) (ENA) и Музея естественной истории Дании (Natural History Museum Denmark Invertebrate Zoology) (NHMD). Список охраняемых видов составлен нами на основании Красной книги Российской Федерации, том «Животные» (Красная книга РФ, 2021), списка растений и грибов Красной книги Российской Федерации (Перечень..., 2018) и Красной книги Московской области (Красная книга МО, 2018). Дополнительно приведены виды, занесенные в Приложение I «Список редких и уязвимых таксонов, не включенных в Красную книгу Московской области, но нуждающихся на территории области в постоянном контроле и наблюдении» (Красная книга МО, 2018). Ряд охраняемых в Московской области видов включен также в Бернскую конвенцию об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания, учрежденной в 1976 г. (далее – Бернская конвенция) (Конвенция..., 1976).

Результаты

Результаты исследования представлены в виде списка видов с указанием русского и латинского названий, статуса видов в Красных книгах Российской Федерации и Московской области, нахождения в приложениях к Бернской конвенции, периода или года регистрации вида на исследованной территории, а также источника информации (таблица 1). Порядок перечис-

Таблица 1. Список редких видов в районе заказника «Озеро Глубокое с прилегающими к нему массивами леса» Московской области, занесенных в Красную книгу Российской Федерации (ККРФ), Красную книгу Московской области (ККМО), Приложение I к ККМО (П-ККМО), Бернскую конвенцию (БК) с указанием категории редкости (для ККРФ и ККМО), номера Приложения (для БК), даты регистрации (ДР) и источника информации (ИИ)

русское название	латинское название	ККРФ	ККМО	П-ККМО	БК	ДР	ИИ
Животные — Animalia							
Класс Млекопитающие — Mammalia							
Отряд Насекомоядные — Insectivora							
Семейство Землеройковые — Soricidae							
Обыкновенная кутора	<i>Neomys fodiens</i>	-	-	+	-	2006–2022	1Д
Отряд Рукокрылые — Chiroptera							
Семейство Гладконосые — Vespertilionidae							
Ночница Брандта	<i>Myotis brandtii</i>	-	-	+	-	2003–2004	1
Ночница прудовая	<i>Myotis dasycneme</i>	-	3	-	-	2003–2004	1
Ночница водяная	<i>Myotis daubentonii</i>	-	-	+	-	2003–2004	1
Рыжая вечерница	<i>Nyctalus noctula</i>	-	-	+	-	2003–2004	1
Лесной нетопырь	<i>Pipistrellus nathusii</i>	-	-	+	-	2003–2004	1
Бурый, или обыкновенный, ушан	<i>Plecotus auritus</i>	-	-	+	-	1898–2019	1Д
Двухцветный кожан	<i>Vespertilio murinus</i>	-	-	+	-	2003–2004	1
Отряд Хищные — Carnivora							
Семейство Медвежьи — Ursidae							
Бурый медведь	<i>Ursus arctos</i>	-	1	-	-	2012–2017	2
Семейство Куницевоы, или Куницы — Mustelidae							
Речная выдра	<i>Lutra lutra</i>	-	3	-	2	1951–2008	1
Барсук	<i>Meles meles</i>	-	-	+	3	1903–2021	1Д; 34
Семейство Псовые — Canidae							
Волк	<i>Canis lupus</i>	-	-	+	2	1903–2018	1Д; 34
Семейство Кошачьи — Felidae							
Обыкновенная рысь	<i>Lynx lynx</i>	-	1	-	-	1976–2012	1Д
Отряд Грызуны — Rodentia							
Семейство Беличьи — Sciuridae							
Обыкновенная летяга	<i>Pteromys volans</i>	-	3	-	2	2013 – 2022	3; 4, 10
Азиатский бурундук	<i>Tamias sibiricus</i>	-	-	+	-	начало 1980-х –2022	1Д; 5
Семейство Мышиные — Muridae							
Желтогорлая мышь	<i>Apodemus flavicollis</i>	-	-	+	-	2019	6

Отряд Парнокопытные — Artiodactyla							
Семейство Олени — Cervidae							
Европейская косуля	<i>Capreolus capreolus</i>	-	-	+	2	1980-е –2021	1Д
Класс Птицы — Aves							
Отряд Гагарообразные — Gaviiformes							
Семейство Гагаровые — Gaviidae							
Чернозобая гагара	<i>Gavia arctica</i>	2	П4	-	2	1898–2005	7Д
Отряд Аистообразные — Ciconiiformes							
Семейство Цаплевые — Ardeidae							
Большая выпь	<i>Botaurus stellaris</i>	-	-	+	2	1903–2005	7Д
Семейство Аистовые — Ciconiiformes							
Белый аист	<i>Ciconia ciconia</i>	-	5	-	2	конец 1990- х – 2022	5; 7Д
Отряд Гусеобразные — Anseriformes							
Семейство Утиные — Anatidae							
Шилохвость	<i>Anas acuta</i>	-	1	-	3	1903–1949	7
Связь	<i>Anas penelope</i>	-	-	+	3	1949	7
Красноглазый нырок	<i>Aythya ferina</i>	-	-	+	3	1910–2022	7Д
Хохлатая черныш	<i>Aythya fuligula</i>	-	-	+	3	1910–2008	7Д
Гоголь	<i>Vesphala clangula</i>	-	-	+	3	1949–2022	7Д
Лебедь	<i>Cygnus</i> sp.	?	?	-	3	1902–2022	7Д; 34
Отряд Соколообразные — Falconiformes							
Семейство Скопиные — Pandionidae							
Скопа	<i>Pandion haliaetus</i>	3	1	-	2	1898–2019	7Д
Семейство Ястребиные — Accipitridae							
Большой подорлик	<i>Aquila clanga</i>	2	1	-	2	1898–2005	7Д; 8
Полевой лунь	<i>Circus cyaneus</i>	-	3	-	2	1898–2005	7Д; 8
Луговой лунь	<i>Circus pygargus</i>	-	3	-	2	1986–2005	7
Орлан-белохвост	<i>Haliaeetus albicilla</i>	5	1	-	2	1910, 2022	7Д
Черный коршун	<i>Milvus migrans</i>	-	5	-	2	1903–2022	7Д
Обыкновенный осоед	<i>Pernis apivorus</i>	-	3	-	2	1901–1931	8
Семейство Соколиные — Falconidae;							
Пустельга	<i>Falco tinnunculus</i>	-	-	+	2	1903–2022	7Д
Кобчик	<i>Falco vespertinus</i>	3	1	-	2	1903–1910	7Д
Отряд Курообразные — Galliformes							
Семейство Тетеревиные — Tetraonidae							
Тетерев	<i>Lyrurus tetrix</i>	-	-	+	3	1898–2022	7Д; 8; 9
Рябчик	<i>Tetrastes bonasia</i>	-	-	+	3	1898–2022	7Д; 8
Глухарь	<i>Tetrao urogallus</i>	-	-	+	2	1949–2021	7Д
Семейство Фазановые — Phasianidae							

Перепел	<i>Coturnix coturnix</i>	-	-	+	3	1949–2022	7Д
Отряд Журавлеобразные — Gruiformes Семейство Журавлиные — Gruidae							
Серый журавль	<i>Grus grus</i>	-	3	-	2	1773–2022	7Д; 35
Семейство Пастушковые — Rallidae							
Погоньш	<i>Porzana porzana</i>	-	-	+	2	1986–2005	7
Отряд Ржанкообразные — Charadriiformes Семейство Бекасовые — Scolopacidae							
Дупель	<i>Gallinago media</i>	-	1	-	2	1903–1949	7Д
Большой кроншнеп	<i>Numenius arquata</i>	2	1	-	3	1898–2006	7Д
Фифи	<i>Tringa glareola</i>	-	1	-	2	2007	10
Семейство Ржанковые — Charadriidae							
Малый зуёк	<i>Charadrius dubius</i>	-	-	+	2	1898–2005	7Д
Семейство Чайковые — Laridae							
Речная крачка	<i>Sterna hirundo</i>	-	-	+	2	1898–2022	7Д
Отряд Голубеобразные — Columbiformes Семейство Голубиные — Columbidae							
Клинтух	<i>Columba oenas</i>	-	2	-	3	1986–2005	7
Обыкновенная горлица	<i>Streptopelia turtur</i>	2	2	-	3	1986–2005	7
Отряд Собообразные — Strigiformes Семейство Совиные — Strigidae							
Мохноногий сыч	<i>Aegolius funereus</i>	-	-	+	2	1986–2005	7
Болотная сова	<i>Asio flammeus</i>	-	-	+	2	1986–2005	7
Воробьиный сыч	<i>Glaucidium passerinum</i>	-	-	+	2	1986–2021	7Д
Сплюшка	<i>Otus scops</i>	-	3	-	2	1903–1904	7Д; 8
Длиннохвостая неясыть	<i>Strix uralensis</i>	-	5	-	2	1986–2007	7Д
Отряд Козодоеобразные — Caprimulgiformes Семейство Козодоевые — Caprimulgidae							
Обыкновенный козодой	<i>Caprimulgus europaeus</i>	-	-	+	2	1898–2006	7Д
Отряд Ракшеобразные — Coraciiformes Семейство Зимородковые — Alcedinidae							
Обыкновенный зимородок	<i>Alcedo atthis</i>	-	1	-	2	1898–2005	7Д
Отряд Дятлообразные — Piciformes Семейство Дятловые — Picidae							
Белоспинный дятел	<i>Dendrocopos leucotos</i>	-	-	+	2	1986–2005	7
Седой дятел	<i>Picus canus</i>	-	5	-	2	1986–2005	7
Трехпалый дятел	<i>Picoides tridactylus</i>	-	3	-	2	1949–2005	7

Зелёный дятел	<i>Picus viridis</i>	-	2	-	2	2010–2005	7Д
Отряд Воробьинообразные — Passeriformes Семейство Трясогузковые — Motacillidae							
Луговой конёк	<i>Anthus pratensis</i>	-	2	-	2	1903–1910	7Д
Желтоголовая трясогузка	<i>Motacilla citreola</i>	-	-	+	2	1986–2005	7
Желтая трясогузка	<i>Motacilla flava</i>	-	-	+	2	1902–2005	7Д; 8
Семейство Врановые — Corvidae							
Кедровка	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	-	3	-	2	1903–2005	7Д
Семейство Славковые — Sylviidae							
Северная бормотушка	<i>Hippolais caligata</i>	-	-	+	2	1903–1910	7Д
Ястребиная славка	<i>Sylvia nisoria</i>	-	3	-	2	1986–2005	7
Семейство Дроздовые — Turdidae							
Деряба	<i>Turdus viscivorus</i>	-	-	+	3	1903–2005	7Д
Семейство Мухоловковые — Muscipidae							
Обыкновенная горихвостка	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	-	-	+	2	1910–2005	7Д; 8
Семейство Синицевые — Paridae							
Хохлатая синица	<i>Parus cristatus</i>	-	-	+	2	1910–2005	7Д; 8
Белая лазоревка, или князёк	<i>Parus cyaneus</i>	3	3	-	2	1898–2005	7
Семейство Вьюрковые — Fringillidae							
Обыкновенный дубонос	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	-	-	+	2	1910–2022	7Д
Семейство Овсянковые — Emberizidae							
Садовая овсянка	<i>Emberiza hortulana</i>	-	2	-	3	1986–2005	7
Класс Пресмыкающиеся — Reptilia							
Отряд Чешуйчатые — Squamata Семейство Ужеобразные — Colubridae							
Обыкновенный уж	<i>Natrix natrix</i>	-	5	-	2	2001	5
Класс Земноводные — Amphibia							
Отряд Хвостатые земноводные — Caudata Семейство Саламандровые — Salamandridae							
Обыкновенный тритон	<i>Lissotriton vulgaris</i>	-	-	+	3	1973–2022	11Д, 12Д;
Гребенчатый тритон	<i>Triturus cristatus</i>	-	2	-	2	начало XX в.–2022	8; 11Д, 12Д
Отряд Бесхвостые земноводные — Anura Семейство Жабы — Bufonidae							
Зелёная жаба	<i>Bufo viridis</i>	-	3	-	2	1973–2022	11Д, 12Д

Класс Лучеперые рыбы — Actinopterygii							
Отряд Карпообразные — Cypriniformes							
Семейство Карповые — Cyprinidae							
Жерех	<i>Aspius aspius</i>	-	2	-	3	1990–2001	13
Голавль	<i>Leuciscus cephalus</i>	-	-	+	-	2000–2022	13Д
Линь	<i>Tinca tinca</i>	-	-	+	-	1898, 1970	13Д
Семейство Вьюновые — Cobitidae							
Вьюн	<i>Misgurnus fossilis</i>	-	-	+	-	1900–2013	10; 13; 14Д
Отряд Трескообразные — Gadiformes							
Семейство Тресковые — Gadidae							
Налим	<i>Lota lota</i>	-	-	+	-	1800–1980-е	13; 36
Тип Моллюски — Mollusca							
Класс Брюхоногие моллюски — Gastropoda							
Отряд Геофилы — Geophila							
Семейство Лимакиды — Limacidae							
Слизень черно-синий	<i>Limax cinereoniger</i>	-	5	-	-	1991–2021	15
Отряд Лёгочные — Pulmonata							
Семейство Прудовики — Lymnaeidae							
Прудовик вороний	<i>Lymnaea corvus</i>	-	-	+	-	1984–1985	33
Отряд Унионидные — Unionida							
Семейство Перловицы — Unionidae							
Беззубка ложная сплюснутая	<i>Pseudanodonta complanata</i>	-	-	+	-	1905–1948	38; 41
Тип Членистоногие — Arthropoda							
Класс Ракообразные — Crustacea							
Надотряд Щитни — Notostraca							
Семейство Щитни — Triopsidae							
Щитень летний	<i>Triops cancriformis</i>	-	2	-	-	1970-е; 2003	10
Надотряд Ветвистоусые — Cladocera							
Отряд Онихоподы — Onychopoda							
Семейство Длиннорукие — Cercopagididae							
Битотреф	<i>Bythotrephes</i> sp.	-	1	-	-	XIX в.	32
Отряд — Аноморода							
Семейство Дафниды — Daphniidae							
Дафния хохлатая	<i>Daphnia cristata</i>	-	1	-	-	XIX в.–2022	16Д; 17
Надотряд Высшие раки — Malacostraca							
Отряд Десятиногие — Decapoda							
Семейство Astacidae							

Узкопалый речной рак	<i>Pontastacus leptodactylus</i>	-	-	+	-	1970-е–2021	5Д
Класс Насекомые — Insecta							
Отряд Стрекозы — Odonata							
Семейство Коромысла — Aeschnidae							
Коромысло камышовое	<i>Aeschna juncea</i>	-	-	+	-	1996	18
Дозорщик-император	<i>Anax imperator</i>	5	2	-	-	1991–1995	18
Коромысло беловолосое	<i>Brachythron pratense</i>	-	3	-	-	2012–2016	19
Отряд Клещи — Heteroptera							
Семейство Водные скорпионы — Nepidae							
Ранатра палочковидная	<i>Ranatra linearis</i>	-	-	+	-	1994–2021	15
Отряд Жесткокрылые, или Жуки — Coleoptera							
Семейство Жужелицы — Carabidae							
Жужелица блестящая	<i>Carabus nitens</i>	-	1	-	2	1903	34
Жужелица золотокаемчатая	<i>Carabus violaceus aurolimbatus</i>	-	0	-	-	1903	34; 37
Скакун лесной	<i>Cylindera germanica</i>	-	2	-	-	1913	39
Скакун лесной	<i>Cicindela sylvatica</i>	-	2	-	-	1907	19; 37
Семейство Плавунцы — Dytiscidae							
Плавунец широчайший	<i>Dytiscus latissimus</i>	2	2	-	2	2008–2022	20Д
Пеструшка польская	<i>Hygrotus polonicus</i>	-	-	+	-	1994–1998	21
Семейство Пластинчатоусые — Scarabaeidae							
Бронзовка мраморная	<i>Protaetia marmorata</i>	-	3	-	-	1913–2022	10; 21; 39
Семейство Рогачи — Lucanidae							
Рогачик однорогий	<i>Sinodendron cylindricum</i>	-	-	+	-	1907	37
Отряд Сетчатокрылые — Neuroptera							
Семейство Оруссиды — Orussidae							
Оруссус еловый, или паразитический	<i>Orussus abietinus</i>	-	2	-	-	1998	22
Отряд Чешуекрылые, или Бабочки — Lepidoptera							
Семейство Березовые шелкопряды — Endromiidae							
Березовый шелкопряд	<i>Endromis versicolora</i>	-	-	+	-	1907–1998	21; 37
Семейство Бражники — Sphingidae							
Бражник винный средний	<i>Deilephila elpenor</i>	-	-	+	-	1907–2005	10; 37

Шмелевидка жимолостная	<i>Hemaris fuciformis</i>	-	5	-	-	1907	37
Бражник осиновый	<i>Laothoe amurensis</i>	-	-	+	-	1903–2021	10; 21; 34; 37
Бражник тополёвый	<i>Laothoe populi</i>	-	-	+	-	1907–2006	37Д
Бражник слепой	<i>Smerinthus caecus</i>	-	5	-	-	1988–1998	21; 22
Бражник глазчатый	<i>Smerinthus ocellatus</i>	-	-	+	-	2000–2005	10; 37
Бражник сосновый	<i>Sphinx pinastri</i>	-	-	+	-	1907–2006	37Д
Семейство Хохлатки — Notodontidae							
Кисточница тимон	<i>Pygaera timon</i>	-	-	+	-	1907	37
Семейство Пяденицы — Geometridae							
Пяденица голубичная	<i>Arichanna melanaria</i>	-	3	-	-	1994	21
Семейство Павлиноглазки — Saturniidae							
Павлиний глаз малый ночной	<i>Eudia pavonia</i>	-	5	-	-	1998	21
Семейство Совки — Noctuidae							
Орденская лента неверная	<i>Catocala adultera</i>	-	2	-	-	1993–1994	21
Голубая орденская лента	<i>Catocala fraxini</i>	-	-	+	-	1993–1998	21
Орденская лента розовобрюхая	<i>Catocala pacta</i>	-	3	-	-	1989–1993	21
Орденская лента малая красная	<i>Catocala promissa</i>	-	3	-	-	1994–1995	21
Металловидка скромная, или эухальция скромновидная	<i>Euchalcia modestoides</i>	-	3	-	-	1994	21
Мома альпийская	<i>Moma alpium</i>	-	5	-	-	1988	21
Семейство Медведицы — Arctiidae							
Медведица подорожниковая	<i>Parasemia plantaginis</i>	-	-	+	-	1907	37
Семейство Толстоголовки — Hesperidae							
Кархародус пушистый	<i>Carcharodus flocciferus</i> (<i>Carcharodus althea</i>)	-	3	-	-	1980	22
Толстоголовка морфей	<i>Heteropterus morpheus</i>	-	-	+	-	1998	22
Семейство Парусники — Papilionidae							
Махаон	<i>Papilio machaon</i>	-	-	+	-	1907–1998	22; 37
Мнемозина, или Черный аполлон	<i>Parnassius mnemosyne</i>	-	2	-	2	1907–2018	19; 37

Семейство Голубянки — Lycaenidae							
Непарная много- глазка или червонец непарный	<i>Lycaena dispar</i>	-	5	-	2	1980	22
Голубоватая много- глазка или червонец гелла	<i>Lycaena helle</i>	-	3	-	-	1980	22
Щавелевая много- глазка или червонец щавелевый	<i>Lycaena hippothoe</i>	-	-	+	-	1980	22
Голубянка аргирог- номон	<i>Plebejus argyrognomon</i>	-	-	+	-	1980	22
Зефир березовый	<i>Thecla betulae</i>	-	5	-	-	2017	23
Семейство Нимфалиды — Nymphalidae							
Переливница боль- шая, или ивовая	<i>Apatura iris</i>	-	2	-	-	1998	22
Перламутровка зеле- новатая	<i>Argynnis laodice</i>	-	-	+	-	2014	24
Перламутровка бо- лотная, или эвномия	<i>Clossiana eunomia</i>	-	1	-	-	1996	24
Шашечница авриния	<i>Euphydryas aurinia</i>	-	3	-	-	1980; 2012	9; 22
Многоцветница, или углокрыльница, V-белое	<i>Nymphalis vai- album</i>	-	3	-	-	1998	22
Многоцветница чер- но-желтая	<i>Nymphalis xanthomelas</i>	-	-	+	-	1907	37
Семейство Бархатницы — Satyridae							
Пятнистая кругло- глазка, или краеглазка эгерия	<i>Pararge aegeria</i>	-	5	-	-	1980; 1998	22
Сосудистые растения							
Отдел Ужовникообразные — Ophioglossophyta							
Класс Ужовниковидные — Ophioglossopsida							
Порядок Ужовниковые — Ophioglossales							
Семейство Ужовниковые — Ophioglossaceae							
Ужовник обыкновен- ный	<i>Ophioglossum vulgatum</i>	-	3	-	-	1951–1997	25
Отдел Плаунообразные — Lycopodiophyta							
Класс Плауновидные — Lycopodiopsida							
Порядок Плауновые — Lycopodiales							
Семейство Плауновые — Lycopodiaceae							
Баранец обыкновен- ный	<i>Huperzia selago</i>	-	3	-	-	1991–1997	25
Плаун булавовидный	<i>Lycopodium clavatum</i>	-	-	+	-	1902–1997	25
Отдел голосеменные растения — Gymnospermae							

Класс Хвойные — Pinopsida							
Семейство Кипарисовые — Cupressaceae							
Можжевельник обыкновенный	<i>Juniperus communis</i>	-	-	+	-	1902–2022	25Д
Отдел Цветковые, или Покрытосеменные — Magnoliophyta (Angiospermae)							
Класс Однодольные — Monocotyledones							
Семейство Ежеголовниковые — Sparganiaceae							
Ежеголовник узколистный	<i>Sparganium angustifolium</i>	-	1	-	-	1897–2000	27
Ежеголовник злаковый	<i>Sparganium gramineum</i>	-	2	-	-	1887–2019	27; 28
Семейство Касатиковые, или Ирисовые — Iridaceae							
Шпажник, или гладиолус, черепитчатый	<i>Gladiolus imbricatus</i>	-	2	-	-	1946–1997	25
Семейство Лилейные — Liliaceae							
Ландыш майский	<i>Convallaria majalis</i>	-	-	+	-	1902–2022	25Д
Семейство Орхидные — Orchidaceae							
Ладьян трехраздельный	<i>Corallorhiza trifida</i>	-	2	-	-	1907–1997	25
Венерин башмачок настоящий	<i>Cypripedium calceolus</i>	3	2	-	1	1954–1997	25
Гудайера ползучая	<i>Goodyera repens</i>	-	3	-	-	1948–1997	25
Кокушник длиннорогий	<i>Gymnadenia conopsea</i>	-	2	-	-	1902–1997	25
Пальчатокоренник кровавый	<i>Dactylorhiza cruenta</i>	-	2	-	-	1991–1997	25
Пальчатокоренник Фукса	<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	-	-	+	-	1951–1997	25
Пальчатокоренник мясо-красный	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	-	-	+	-	1902–1997	25
Пальчатокоренник пятнистый	<i>Dactylorhiza maculata</i>	-	2	-	-	1902–2022	25Д
Пальчатокоренник Траунштейнера	<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	3	2	-	-	1868–1997	25
Дремлик широколистный, или морозниковый	<i>Epipactis helleborine</i>	-	-	+	-	1947–1997	25
Дремлик болотный	<i>Epipactis palustris</i>	-	3	-	-	1902–1997	25
Хаммарбия, или Гаммарбия болотная	<i>Hammarbya paludosa</i>	-	2	-	-	1946	25
Тайник яйцевидный	<i>Listera ovata</i>	-	-	+	-	1902–1997	25; 34
Гнездовка настоящая	<i>Neottia nidus-avis</i>	-	-	+	-	1910–1979	25
Любка двулистная	<i>Platanthera bifolia</i>	-	-	+	-	1902–2022	25Д
Семейство Осоковые — Cyperaceae							

Блисмус сжатый, или Поточник	<i>Blysmus compressus</i>	-	-	+	-	1991–1997	25
Осока ситничек	<i>Carex juncella</i>	-	-	+	-	1991–2002	26
Пушица стройная, или тонкая	<i>Eriophorum gracile</i>	-	-	+	-	1868–1997	25; 34
Семейство Рдестовые — Potamogetonaceae							
Рдест маленький, или малый	<i>Potamogeton pusillus</i>	-	-	+	-	1951	25
Семейство Шейхцерневые — Scheuchzeriaceae							
Шейхцерия болотная	<i>Scheuchzeria palustris</i>	-	3	-	-	1946–1997	25
Класс Двудольные — Dicotyledones							
Семейство Волчниковые — Thymelaeaceae							
Волчегодник обыкновенный, или волчье лыко	<i>Daphne mezereum</i>	-	-	+	-	1902–1997	25
Семейство Гвоздичные — Caryophyllaceae							
Звездчатка пушисто-чашечковая	<i>Stellaria hebecalyx</i>	-	-	+	-	1983	25
Семейство Горечавковые — Gentianaceae							
Горечавка легочная	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	-	-	+	-	1902–1997	25
Семейство Грушанковые — Pyrolaceae							
Зимолюбка зонтичная	<i>Chimaphila umbellata</i>	-	3	-	-	1977–1997	25
Одноцветка одноцветковая, или крупноцветковая	<i>Moneses uniflora</i>	-	3	-	-	1979–1997	25
Грушанка средняя	<i>Pyrola media</i>	-	2	-	-	1979–1997	25
Семейство Губоцветные — Labiatae							
Шалфей клейкий	<i>Salvia glutinosa</i>	-	3	-	-	1902–1997	25
Семейство Зонтичные — Umbelliferae (Apiaceae)							
Подлесник европейский	<i>Sanicula europaea</i>	-	3	-	-	1902–1997	25
Семейство Ивовые — Salicaceae							
Ива лапландская, или лопарская	<i>Salix lapponum</i>	-	-	+	-	1902–1997	25; 34
Ива черничная	<i>Salix myrtilloides</i>	-	3	-	-	1907–1997	25
Ива Виноградова	<i>Salix vinogradovii</i>	-	3	-	-	1991–2002	26
Семейство Колокольчиковые — Campanulaceae							
Колокольчик олений, или жестковолосый	<i>Campanula cervicaria</i>	-	-	+	-	1902–1997	25
Колокольчик широколистный	<i>Campanula latifolia</i>	-	-	+	-	1902–2022	25Д
Колокольчик персиколистный	<i>Campanula persicifolia</i>	-	-	+	-	1902–1997	25

Колокольчик крапиволистный	<i>Campanula trachelium</i>	-	-	+	-	1902–1997	25
Семейство Крестоцветные, или Капустные — Cruciferae (Brassicaceae)							
Лунник оживающий	<i>Lunaria rediviva</i>	-	3	-	-	1986	25
Семейство Кувшинковые, или Нимфейные — Nymphaeaceae							
Кувшинка белоснежная	<i>Nymphaea candida</i>	-	-	+	-	1902–2022	25Д, 34
Семейство Лютиковые — Ranunculaceae							
Ветреница дубравная	<i>Anemone nemorosa</i>	-	3	-	-	1902–2022	25Д
Печёночница благородная	<i>Hepatica nobilis</i>	-	3	-	-	1947–1951	25
Лютик длиннолистный	<i>Ranunculus lingua</i>	-	-	+	-	1902–2019	25; 28
Купальница европейская	<i>Trollius europaeus</i>	-	-	+	-	1902–2022	25Д
Семейство Норичниковые — Scrophulariaceae							
Мытник болотный	<i>Pedicularis palustris</i>	-	3	-	-	1902–1997	25
Семейство Пузырчатковые — Lentibulariaceae							
Пузырчатка промежуточная, или средняя	<i>Utricularia intermedia</i>	-	2	-	-	1910	25
Пузырчатка малая	<i>Utricularia minor</i>	-	3	-	-	1991–1997	25
Семейство Розоцветные — Rosaceae							
Земляника мускусная	<i>Fragaria moschata</i>	-	-	+	-	1991–1997	25
Семейство Рогульниковые — Trapaeeae							
Рогульник плавающий, или водяной орех, или чилим	<i>Trapa natans</i>	-	2	-	1	2019	28; 29
Семейство Повойничковые — Elatinaceae							
Повойничек перечный	<i>Elatine hydropiper</i>	-	3	-	-	1898–1910	25
Семейство Росянковые — Droseraceae							
Росянка английская	<i>Drosera anglica</i>	-	2	-	-	1897–1907	25
Семейство Синюховые — Polemoniaceae							
Синюха голубая	<i>Polemonium coeruleum</i>	-	-	+	-	1902–1997	25
Отдел Печеночники – Marchantiophyta Семейство Риччиевые - Ricciaceae							
Риччия плавающая	<i>Riccia fluitans</i>	-	-	+	-	2005	10
Отдел Мхи — Bryophyta							
Порядок Гипновые — Hypnales Семейство Фонтиналисовые — Fontinalaceae							
Фонтиналис гипновидный	<i>Fontinalis hypnoides</i>	-	3	-	-	1996–2018	19

Семейство Некеровые — Neckeraceae							
Некера перистая	<i>Neckera pennata</i>	-	3	-	-	1996–2018	19
Водоросли – Algae							
Отдел Зелёные водоросли – Chlorophyta							
Класс Хлорофициевые – Chlorophyceae							
Порядок Хетофоровые – Chaetophorales							
Семейство Хетофоровые — Chaetophoraceae							
Драпарналидия клубочковая	<i>Draparnaldia glomerata</i>	-	-	+	-	1997	30
Лишайники – Lichenes							
Класс Леканоромицеты – Lecanoromycetes							
Порядок Леканоровые – Lecanorales							
Семейство Кладониевые – Cladoniaceae							
Кладония листоватая	<i>Cladonia foliacea</i>	-	3	-	-	1961–1995	19
Семейство Пармелиевые – Parmeliaceae							
Бриория Вранга	<i>Bryoria vrangiana</i>	-	4	-	-	2016	19
Уснея оголенная	<i>Usnea glabrata</i>	-	1	-	-	1995	19
Уснея оголяющаяся (рыжеющая)	<i>Usnea glabrescens</i>	-	1	-	-	1961–1995	19
Уснея лапландская	<i>Usnea lapponica</i>	-	1	-	-	1961–1995	19
Семейство Рамалиновые – Ramalinaceae							
Рамалина чашечковидная	<i>Ramalina calicaris</i>	-	3	-	-	1995	19; 40
Рамалина мучнистая	<i>Ramalina farinacea</i>	-	3	-	-	1995–1997	40
Грибы – Fungi							
Отдел Аскомицеты – Ascomycota							
Класс Леоциномицеты – Leotiomycetes							
Порядок Леоциевые – Leotiales							
Семейство Леоциевые – Leotiaceae							
Леоция студенистая	<i>Leotia lubrica</i>	-	5	-	-	1996–2018	19
Отдел Базидиомицеты – Basidiomycota							
Класс Агарикомицеты – Agaricomycetes							
Порядок Полипоровые – Polyporales							
Семейство Полипоровые – Polyporaceae							
Трутовик разветвленный	<i>Polyporus umbellatus</i>	3	3	-	-	2009–2011	31
Порядок Сыроежковые – Russulales							
Семейство Герциевые – Hericiaceae							
Ежовик кораллоидный	<i>Hericium coralloides</i>	-	5	-	-	2020	9; 31

Примечание I к Таблице 1: Источники информации: 1 – Решетников и др., 2009; 2 – Решетников, 2017а; 3 – Зиброва, Решетников, 2017; 4 – Решетников, Мещерский, 2019; 5 – Решетников, Решетникова, 2002; 6 – данная статья; 7 – Воронецкий, Решетников, 2005; 8 – ZMMU;

ления систематических групп организмов приведен по образцу Красной книги Московской области (2018), последовательность перечисления видов внутри семейств – по алфавиту латинских названий.

Комментарии к списку

Млекопитающие. Представляется целесообразным привести несколько замечаний по отдельным видам.

Обыкновенная кутора *Neomys fodiens* регулярно встречается в озере Глубокое, а также на некоторых окрестных прудах. Осенью, при начале образования льда на Глубоком озере, куторы, населяющие его берега, преодолевают расстояние от уреза воды до открытой воды (приблизительно 35 м) по поверхности льда и ныряют в озеро за кормом с кромки льда на глубину 0,6–0,7 м. Добытый корм поедают тут же, на краю ледяного покрова. После насыщения возвращаются к берегу также по поверхности льда. Вышеприведенные наблюдения выполнены в период вечерних сумерек 14.11.2018 первым из авторов. Очередные встречи куторы на берегу и в воде озера отмечены в октябре 2021 г.

Бурый ушан *Plecotus auritus*, известный в районе Глубокого озера с конца XIX в. (Список..., 1900), изредка встречается здесь и в начале XXI в. (рис. 1). Осенью 2019 г. был отмечен в помещении одного из домов биостанции.

Бурый медведь *Ursus arctos*, по-видимому, зимует в данном районе, хотя бы в отдельные годы (Решетников, 2017а). Волк *Canis lupus* в настоящее время редок, как правило, отмечается здесь в осеннее время. После известного падения численности в начале XX в. сохранялся в районе Глубокого озера до 1920-х гг. (Решетников и др., 2009), а по свидетельствам местных жителей и дольше – до 1930-х гг., поскольку в болоте у д. Бочкино (4 км к С–СЗ от озера) голос этого зверя отмечали в период 1929–1934 гг.: «из болота были слышны волчьи завывания. Это делало картину ещё более жуткой, чем тёмная осенняя ночь» (Архив семьи..., 1985). Вновь этот вид стал встречаться с 1943 г. (Решетников и др., 2009), последние встречи волка относятся к 13.10.2018 (одно животное) и 11.11.2018 г. (два других зверя).

Азиатский бурундук *Tamias sibiricus* вселился в район Глубокого озера не позднее начала 1980-х гг. и сформировал стабильную популяцию (Решет-

9 – iNaturalist; 10 – А.Н. Решетников, собств. данные; 11 – Мантейфель и др., 1991; 12 – Reshetnikov, 2003; 13 – Дгебуадзе, Скоморохов, 2002; 14 – Соколов, Протасова, 2009; 15 – авторы, собств. данные; 16 – Бойкова, Коровчинский, 2017; 17 – NHMD; 18 – Dumont, 1996; 19 – ККМО, 2017; 20 – Решетников, 2017б; 21 – А.О. Беньковский (ИПЭЭ РАН), перс. сообщ.; 22 – Архив биост..., 2021; 23 – Постановление..., 2017; 24 – Insectamo.ru; 25 – Решетникова, 1997; 26 – Решетникова, 2002; 27 – Решетникова, Купцов, 2002; 28 – Беляков, данный сборник; 29 – IBiW; 30 – Смирнов и др., 1997; 31 – М.А. Гололобова (МГУ), перс. сообщ.; 32 – Коровчинский и др., 2017; 33 – Nikitina, 1987; 34 – Воронков, 1903; 35 – Ведомость..., 1773; 36 – Аршеневский, 1800; 37 – Список..., 1900; Списки..., 1907; Списки..., 1910; 38 – Koroovchinsky, 1986; 39 – Списки..., 1913; 40 – Толпышева и др., 2018; 41 – Сидоров, 1907. **Примечание II** к Таблице 1: Литера «Д» после номера источника информации означает «с добавлениями».

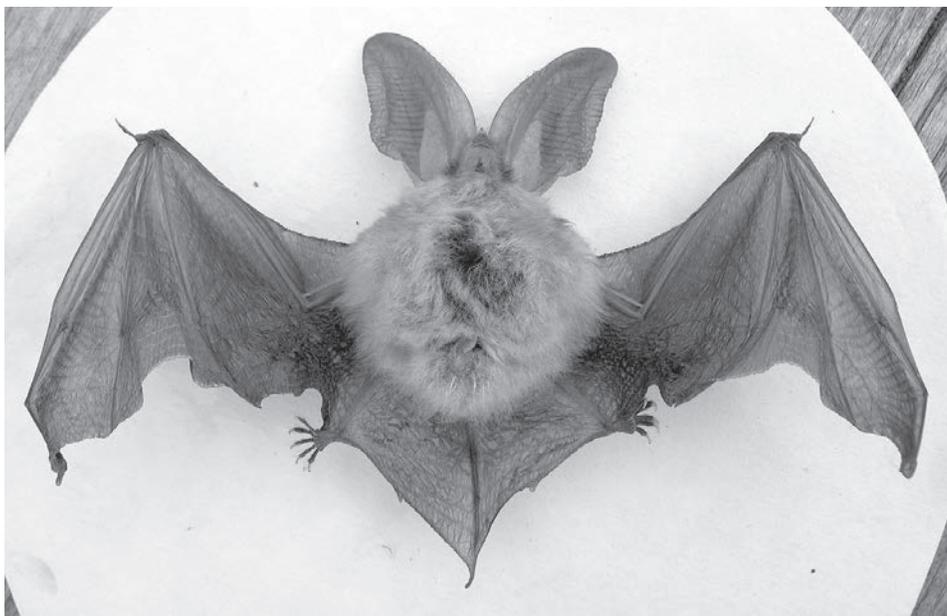


Рис. 1. Бурый ушан *Plecotus auritus*. Заказник «Озеро Глубокое», октябрь 2007 г. Фото А.Н. Решетникова.

ников, Решетникова, 2002; Решетников и др., 2009). В исследованном районе встречи этого вида происходят ежегодно, в том числе в 2022 г.

Желтогорлая мышь *Apodemus flavicollis* до 2019 г. не была зарегистрирована в заказнике «Озеро Глубокое». Впервые этот сравнительно крупный вид грызунов был отмечен в октябре 2019 г. на территории биостанции: желтогорлые мыши проникли в дом сторожей (06.10.2019). Размеры одной из особей составили: L (длина тела от кончика носа до заднепроходного отверстия) 115 мм; С (длина хвоста от заднепроходного отверстия до окончания кожи хвоста) 125 мм; Pl (длина ступни задней ноги от скакательного сустава до окончания самого длинного пальца без коготка) 27 мм; длина головы (от кончика носа до кончика уха) 48 мм. В последующие дни (7–8.10.2019) желтогорлые мыши были отмечены в помещении лабораторного вагончика, в историческом здании гидробиологической лаборатории и в двух комнатах жилого барака. Результатом их деятельности стали погрызенные материалы (например, пипетки), опрокинутая пластмассовая урна, сброшенная с полок стеклянная лабораторная посуда и прочий беспорядок, который не характерен для более мелких видов мышевидных грызунов, обычно проникающих в жилые помещения биостанции в предзимнее время.

Птицы. Редкие виды птиц приведены по публикации Воронцового и Решетникова (2005), однако имеются некоторые дополнения. Чернозобая гагара *Gavia arctica* отмечается редко во время осеннего пролета (занесена в Прило-



Рис. 2. Орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla*. Заказник «Озеро Глубокое», 8 июня 2022 г. Фото А.Ю. Синёва.

жение 4 ККМО). Белый аист *Ciconia ciconia* регулярно появляется в исследованном районе (залеты одиночных особей, но 08.07.2022 и 25.07.2022 г. отмечена пара), гнезд не обнаружено. Скопа *Pandion haliaetus* регулярно охотится на рыбу в Глубоком озере, гнезд этой птицы не отмечено. Орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla* исключительно редок (Волнухин, 1910), но с конца апреля 2022 г. пара птиц этого вида отмечена на Глубоком озере. В апреле–августе этого года орлана неоднократно наблюдали летающим над Глубоким озером и отдыхающим на деревьях на берегу. Серый журавль *Grus grus* известен здесь, по крайней мере, с 1773 г. (Ведомость..., 1773). В конце XIX в. Н.Ю. Зограф отмечал, что «на больших закрытых чахлою растительностью пологих равнинах, тянущихся по северному берегу озера и верховью реки Малой Истры, выводят своих птенцов журавли» (Зограф, 1891). В последние годы встречается весной, летом и осенью, в том числе в гнездовой период (например, 20.07.2022 на поле у д. Ново-Горбово), предполагается гнездование в районе Огарковского болота. Красноголовый нырок *Aythya ferina* успешно вывел птенцов на одном из прудов у д. Ново-Горбово летом 2022 г. Лебедя-кликун (*Cygnus cygnus*) отмечали на акватории Глубокого озера еще в начале XX вв. (Воронков, 1907). В начале XXI в. лебеди обычно парой (например, наблюдение от 15.11.2018, А.Н. Решетников) изредка отмечаются на акватории Глубокого озера в весеннее и осеннее время. Но 14.11.2013 была отмечена группа из пяти особей, осенью 2021 г. – три, а весной 2022 г. была отмечена одна птица. Как правило, этих птиц отмечают вечером, но утром они покидают водоем,

что позволяет предполагать использование ими Глубокого озера для ночного отдыха на пролете. Это вполне мог быть лебедь-кликун, занесенный в Красную книгу Московской области. Его успешное гнездование известно, по крайней мере, в 2013–2017 гг., на прудах Лотошинского рыбхоза, расположенного в северо-западной части Московской области (Красная книга МО, 2018). Однако, достоверно вид лебедя, отмеченного на Глубоком озере в начале XXI века, не был определен. Обыкновенный козодой *Caprimulgus europaeus* исключительно редок в районе заказника. Был встречен 10.08.2006 в вечернее время у д. Ново-Горбово на полевой дороге, идущей в сторону пустоши Петрово. Взлетевшая птица сделала 2–3 круга диаметром приблизительно 5 м и снова опустилась на обочину дороги в 10 м от наблюдателя. Необходимо также добавить, что даты наблюдений птиц в конце XIX – начале XX вв., указанные Воронцовым и Решетниковым (2005) как период 1891–1910 гг., уточнены в настоящей статье (см. таблицу 1) по ряду публикаций (Зограф, 1891; Попова, 1900; Фомин, 1900; Список..., 1900; Списки..., 1907; 1910; 1913; Грацианов, 1902; Гиндце, 1903; Воронков, 1907, Волнухин, 1910), а также по коллекции Зоологического музея МГУ, в которой хранятся экземпляры некоторых ныне редких видов птиц, информация по которым приведена в данной статье: большой подорлик *Aquila clanga* (ZMMU: R-86467, дата сбора 29.09.1956 г., коллектор Б.Л. Астауров), полевой лунь *Circus cyaneus* (ZMMU: R-80056; дата 19.07.1931 г.; R-80058, указан период сбора 19.01.1901–19.12.1931 г., Д.С. Волнухин), обыкновенный осоед *Pernis apivorus* (ZMMU: R-41616, период сбора 19.06.1901–19.08.1918 г., Ю.Н. Зограф), сплюшка *Otus scops* (ZMMU: R-19563; 06.1904 г., Ф.К. Лоренц), луговой конёк *Anthus pratensis* (ZMMU: R-44385; 19.06.1927 г., Н.В. Воронков). Из района Глубокого озера имеются также несколько экземпляров птиц из числа видов, занесенных в Приложение I Красной книги Московской области: тетерев *Lyrurus tetrix* (ZMMU: R-68985, 09.08.1910 г., Д.С. Волнухин) и рябчик *Tetrastes bonasia* (ZMMU: R-81890; R-81891, 19.08.1909 г., Д.С. Волнухин), желтая трясогузка *Motacilla flava* (ZMMU: R-64529, 20.06.1902 г., Н.В. Воронков), обыкновенная горихвостка *Phoenicurus phoenicurus* (ZMMU: R-12189; 19.05.1916 г., В.Б. Баньковский; R-75449, Е.Е. Сыроечковский, 1949 г.?), хохлатая синица *Parus cristatus* (ZMMU: R-75474, 1949 г.?, Е.Е. Сыроечковский). Даты сборов Е.Е. Сыроечковского не были указаны, но, вероятнее всего, материал был собран им в 1949 г. для курсовой работы, защищенной в 1950 г.

Пресмыкающиеся. Необходимо упомянуть однократную находку обыкновенного ужа *Natrix natrix*, занесенного в Красную книгу Московской области с категорией 5 (восстанавливаемые и восстанавливающиеся таксоны). Находка сделана на восточном берегу Глубокого озера 17.07.2001 г. (Решетников, Решетникова, 2002). Однако важно отметить, что в районе заказника проводится многолетний мониторинг водоемов и достоверно известно, что на момент написания настоящей статьи популяций данного вида змей в исследованном районе нет.

Земноводные. Из 8 видов земноводных, известных для района заказника «Озеро Глубокое» (Reshetnikov, 2003), два относятся к редким и охраняемым: зелёная жаба *Bufo viridis* и гребенчатый тритон *Triturus cristatus* (таблица 1). Численность этих видов ограничена недостатком подходящих водоемов размножения в районе исследования. Здесь успешное размножение зелёной жабы периодически отмечается в мелких временных лужах. Численность этого вида амфибий низка. В некоторые годы, например, в 2021–2022 гг., отдельные особи зелёной жабы встречаются на территории биостанции «Глубокое озеро».

Примечательно, что экземпляр гребенчатого тритона из района заказника имеется в коллекции Зоомузея МГУ (ZMMU: А-2668, дата не указана, коллектор Н.В. Воронков). Поскольку Н.В. Воронков работал на биостанции в начале XX в., то данный сбор подтверждает регистрацию гребенчатого тритона, по крайней мере, с начала XX в. Также гребенчатого тритона с локалитетом «Глубокое озеро, Рузский уезд» упоминал известный герпетолог П.В. Терентьев (1924). В районе заказника гребенчатый тритон (рис. 3) ранее использовал для размножения преимущественно глубокие сельские пруды. К концу XX в. подавляющее большинство таких прудов было занято хищной инвазионной рыбой ротаном *Perccottus glenii*, активно выедающей личинок тритонов, что сделало невозможным успешное размножение тритонов в таких водоемах (Мантейфель, Решетников, 1997). Предполагалось, что инвазия ротана может стать причиной вымирания гребенчатого тритона на из-



Рис. 3. Гребенчатый тритон *Triturus cristatus*, самка. Район заказника «Озеро Глубокое». 2 мая 2008 г. Фото А.Н. Решетникова.

ученной территории (Reshetnikov, 2003; p. 88). В начале XXI в. численность этого вида тритонов в районе заказника была крайне низкой. В современных условиях сохранение этого редчайшего вида возможно только при участии человека: создание и поддержание искусственных нерестовых водоемов, недоступных для рыбы, и заселение этих водоемов личинками гребенчатого тритона искусственного разведения. Технология разведения в искусственных условиях и мероприятия по реинтродукции были предложены в виде специальной программы для близкородственного вида – тритона Карелина (Кидов и др., 2016; Мазанаева и др., 2019).

Обыкновенный тритон *Lissotriton vulgaris*, занесенный в Приложение 1 ККМО, регулярно встречается в нескольких малых водоемах изученного района и изредка, например, в 2021 г. – на мелководье Глубокого озера. Необходимо добавить, что предположение Б.К. Гиндце (1903), что весной 1902 г. он слышал на Глубоком озере голос жерлянки, впоследствии не имело подтверждений.

Рыбы. Жерех *Aspius aspius*, единичные находки которого относятся к 2000-ым гг., исключительно редок в озере (Дгебуадзе, Скоморохов, 2002). Голавль в начале XXI в. встречается не часто, но регулярно. Налим *Lota lota*, упоминавшийся для Глубокого озера еще в 1800 г. (Аршеневский, 1800) и для которого была указана низкая численность в 1980-е гг. (Дгебуадзе, Скоморохов, 2002), а также линь *Tinca tinca*, упоминавшийся В.И. Грациановым (1902), работавшим на Глубоком озере в 1898–1899 гг. и для которого во второй половине XX в. достоверно известна единственная находка в 1970 г., вероятно, исчезли из экосистемы Глубокого озера, поскольку оба вида не встречались в последние годы. Вьюн *Misgurnus fossilis*, вероятно, постоянно обитает в зоне прибрежных макрофитов с обильными донными отложениями детрита, хотя его последний лов приходится на 2013 г.

Моллюски. Наземный моллюск слизень черно-синий *Limax cinereoniger* редок (рис. 4), однако на территории заказника во многих точках встречался регулярно, в том числе в 2021 г. Беззубка ложная сплюснутая *Pseudanodonta complanata*, обнаруженная в 1905 г. С. Сидоровым (1907) в Глубоком озере, возможно, исчезла из экосистемы данного водоема, поскольку после 1948 г. ее здесь не отмечали (Korovchinsky, 1986). В начале XXI в. крупные двустворчатые моллюски, населяющие Глубокое озеро, были определены как *Unio tumidus* (Извекова, 2009), *U. pictorum* (Schletterer, Fureder, 2009) и, с использованием молекулярно-генетического анализа, – *Anodonta cygnea* (Махров и др., 2017).

Ракообразные. Щитень летний *Triops cancriformis* был впервые отмечен в 1970-х гг. на поле у д. Ново-Горбово в колеях вдоль дороги, ведущей к оз. Глубокому (Н.М. Коровчинский, перс. сообщ.) и позже, в июле 2003 г., –

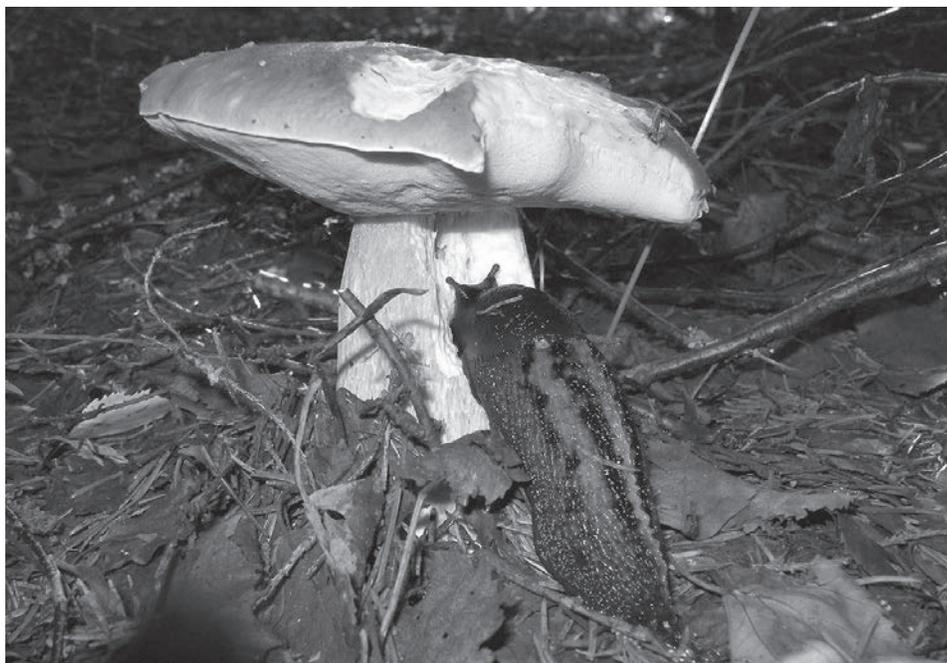


Рис. 4. Слизень черно-синий *Limax cinereoniger*. Заказник «Озеро Глубокое», 2004 г. Фото А.Н. Решетникова.

в эфемерных лужах на том же участке грунтовой дороги, непосредственно на дороге (А.Н. Решетников, неопубл. данные). Экземпляр от 2003 г. был зафиксирован и хранится среди коллекции фиксированных рыб на биостанции «Глубокое озеро». В 2021 г. участок сельской дороги, на котором ранее встречался щитень, был заасфальтирован. Рачок *Bythotrephes* sp., обитал в озере Глубокое в XIX в., но позже исчез (Коровчинский и др., 2017). Хохлатая дафния *Daphnia cristata* за весь период исследований – один из фоновых видов в Глубоком озере (Коровчинский и др., 2017). Примечательно, что сборы этой дафнии из оз. Глубокого имеются в коллекции Музея естественной истории Дании (NHMD: 81948; 81950; 81966, коллектор J. Stenderup, дата сбора 03.08.2001 г.). Время появления узкопалого рака в экосистеме Глубокого озера не ясно, поскольку ранее вид высшего рака упоминался для данного водоема либо как *Astacus* без указания видовой принадлежности (Korovchinsky, 1986) либо под названием широкопалого рака *Astacus astacus* (Smirnov, 1986b).

Насекомые. Представляя данные по насекомым, целесообразно привести даты регистраций некоторых редких жуков: водяной жук пеструшка польская *Hygrotus polonicus*: 14.07.94, 2.08.94, 4.07.97, 19.06.98 – все по одному экземпляру, 13.06.95 – три экз. Все особи были привлечены на свет в темное время суток (А.О. Беньковский, перс. сообщение). Даты регистраций бронзовки

мраморной *Protaetia marmorata*: 11.06.1996 на биостанции в лабораторном вагончике, А.Н. Решетников и 24.06.1996 там же, Ю.Б. Мантейфель; 11.07.1997 в бане, А.О. Беньковский; 20.08.1997 на яблоне, Б.Г. Гавриков (записано А.О. Беньковским), на поляне биостанции 19.07.2022, А.Н. Решетников.

Даты регистраций редких бабочек, отмеченных А.О. Беньковским: *Endromis versicolora* – 7.05.1998; *Smerinthus caecus* – 14.06.1988; *Arichanna melanaria* – 28.07.1994, 2 экз.; *Eudia pavonia* – 9.05.1998; *Catocala adultera* – 14.08.1993, det. Sviridov; 15.09.1994, det. Sviridov; *Catocala fraxini* – нередко в конце лета; *Catocala pacta* – 11.08.1989, 14.08.1993; *Catocala promissa* – 15.09.1994, 14.07.1995; *Euchalcia modestoides* – 10.08.1994, det. Sviridov; *Moma alpinum* – 15.06.1988. Бражник осиновый *Laothoe amurensis* регулярно встречается в заказнике, например, был отмечен 10.07.1994 А.О. Беньковским, 08.06.2021 г. – А.Н. Решетниковым.

Некоторые редкие виды насекомых из района Глубокого озера отмечены на сайте iNaturalist: шашечница авриния *Euphydryas aurinia* (inaturalist.org/observations/95052975, дата регистрации 12.06.2012 г.) и Insectamo: перламутровка болотная, или эвномия, *Clossiana eunomia* (insectamo.ru/component/content/article/37-rhop/nymphalidae/138-proclossiana-eunomia; дата – 08.06.1996 г.), перламутровка зеленоватая *Argynnis laodice* (insectamo.ru/component/content/article/37-rhop/nymphalidae/147-argyronome-laodice; дата – 13.07.2014 г.).

Сосудистые растения. Риччия плавающая *Riccia fluitans* была обнаружена 14.06.2005 в водоеме № 19 на Тереховском поле (2 км к ЮВ от биостанции), гербарный экземпляр сохраняется на биостанции «Глубокое озеро».

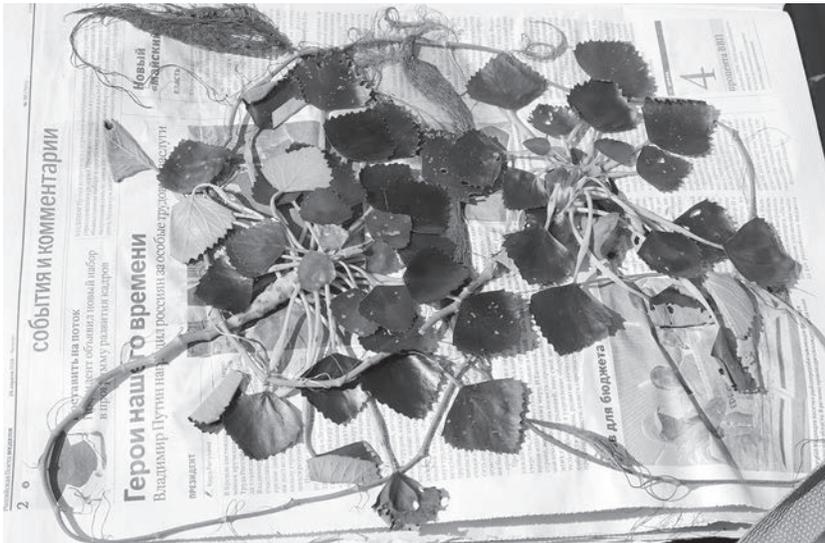


Рис. 5. Водяной орех, или чилим, *Trapa natans*. Заказник «Озеро Глубокое», 28 августа 2019 г. Фото А.Н. Решетникова.

Водяной орех, или чилим, *Trapa natans*, обнаруженный сотрудником ИБВВ РАН Е.Я. Беляковым в Глубоком озере 28.08.2019 г. (ИВИВ инв. №№ 66654, 66655), ранее здесь не был отмечен (Беляков, настоящий сборник). Были обнаружены несколько экземпляров у восточного берега озера (рис. 5). Причины появления этого вида водных растений и перспективы основания популяции в данном озере не ясны. Ежеголовники сохраняются на мелководье Глубокого озера, но их видовую принадлежность авторы не уточняли, поэтому годы находок указаны в соответствии с публикациями.

Грибы. В дополнение к информации, имеющейся в литературе по видам грибов изученного района, данные по редкому для Московской области ежевику коралловидному *Hericium coralloides* содержатся на сайте iNaturalist ([inaturalist.org/observations/56629889](https://www.inaturalist.org/observations/56629889), дата находки 16.08.2020 г.).

Обсуждение

Таким образом, район подмосковного заказника «Озеро Глубокое» населяют большое число редких охраняемых видов животных, растений и грибов. Всего отмечено 112 видов, занесенных в Красную книгу Московской области (2018), из которых 13 видов занесены также в Красную книгу Российской Федерации (2021). Наибольшее число редких видов – среди сосудистых растений (31 вид), насекомых (28) и птиц (28) (Таблица 2). Число обнаруженных здесь редких видов насекомых и других беспозвоночных, очевидно, может быть существенно расширено при условии целенаправленных регулярных исследований. Очевидное важное значение заказника в сохранении редких уязвимых видов подчеркивает правильность рекомендации к его включению в список территорий особого природоохранного значения «Изумрудная сеть» (Соболев и др., 2014). Примечательно, что по такому признаку, как число млекопитающих европейского значения (7 видов согласно публикациям: Решетников и др., 2009; Зиброва, Решетников, 2017; Решетников, 2017а), заказник «Озеро Глубокое» делит первое место (вместе с заказником «Журавлиная родина») среди 30 ТОПЗ (территорий особого природного значения) Москвы и Московской области, опережая, к примеру, такие охраняемые территории, как Приокско-Террасный заповедник и весьма обширный по площади Завидовский заказник (Соболев и др., 2014). Всего вместе с видами Приложения 1 ККМО в районе заказника «Озеро Глубокое» обитают 204 редких или нуждающихся в наблюдении видов (таблица 2).

Доля редких видов млекопитающих в фауне района заказника (5 из 46) составляет 11 %, доля редких видов птиц (28 из 137) – 20%, амфибий (2 из 8) – 25%, рептилий (1 из 2) – 50%, рыб (1 из 17) – 6%, сосудистых растений (31 из 617) – 5%. Необходимо заметить, что при расчете общего числа видов рыб были учтены ранее неопубликованные данные по усатому гольцу *Barbatula barbatula*, населяющему центральную обводную мелиоративную

Таблица 2. Представленность редких охраняемых видов животных, растений и грибов в основных систематических группах живых организмов, обитающих в районе заказника «Озеро Глубокое» Московской области. Обозначения: Красная книга Российской Федерации (ККРФ), Красная книга Московской области (ККМО), Приложение 1 к ККМО (П-ККМО). Все выявленные нами охраняемые виды ККРФ занесены также в основной список ККМО, с учетом чернозобой гагары, занесенной в Приложение 4 ККМО «Аннотированный список птиц из числа занесенных в ККРФ (2021), отмечавшихся на территории Московской области в качестве пролетных или залетных видов»

Название группы	Количество видов			
	ККРФ	ККМО	П-ККМО	всего
Млекопитающие	0	5	12	17
Птицы	8	28	25	53
Рептилии	0	1	0	1
Амфибии	0	2	1	3
Рыбы	0	1	4	5
Моллюски	0	1	2	3
Ракообразные	0	3	1	4
Насекомые	2	28	19	47
Сосудистые растения	2	31	27	58
Мхи	0	2	0	2
Водоросли	0	0	1	1
Лишайники	0	7	0	7
Грибы	1	3	0	3
Всего	13	112	92	204

канаву, проходящую западнее Глубокого озера (А.Н. Решетников, собств. данные). Среди водорослей редких видов не отмечено (Смирнов и др., 1997; Васильева-Кралина, Тирская, 2005; Чудаев, Гололобова, 2016). Необходимо признать, что остальные систематические группы организмов (насекомые, моллюски, ракообразные, мхи, лишайники и грибы) недостаточно изучены для объективной оценки доли редких видов от общего числа видов в этих группах.

Некоторые редкие виды не были отмечены в районе заказника в последние годы (с 1985 г.), например, свиязь, обыкновенный осоед, кобчик, дупель, сплюшка, луговой конёк, северная бормотушка, линь, налим, беззубка ложная сплюснутая, битотреф, ряд видов насекомых, а также растения: хаммарбия болотная, рдест малый, звездчатка пушисточашечковая, пузырчатка средняя, повойничек перечный, печёночница благородная, росянка английская. Однако подавляющее большинство редких видов продолжают встречаться в экосистемах района заказника в последние годы (таблица 1).

Важно отметить, что в настоящей статье приведены сведения о некоторых новых, ранее не отмеченных для района заказника «Озеро Глубокое», видах животных и растений. К примеру, список видов млекопитающих (Решетников и др., 2009; Зиброва, Решетников, 2017; Решетников, 2017а; Решетников, Мещерский, 2019) пополнен данными по желтогорлой мышши *A. flavicollis*. Настоящая публикация расширяет также ранее опубликованный

список видов птиц района заказника (Воронецкий, Решетников, 2005), дополняя его информацией о встрече 01.06.2007 кулика фифи (*Tringa glareola*). Судя по дате встречи и поведению (беспокойство, предупредительные крики), можно предполагать гнездование этого вида на данной территории. По-видимому, список пролетных редких видов водоплавающих может быть расширен при условии проведения целенаправленных наблюдений птиц в весеннее и осеннее время. Учет птиц на пролете в заказнике не проводился. Данные по ряду видов беспозвоночных публикуются для заказника «Озеро Глубокое» впервые. В списке сосудистых растений впервые отмечены риччия плавающая и чилим (подробности см. выше).

В водах Глубокого озера были описаны новые, ранее не известные науке, виды, например, водоросли *Punctastriata glubokoensis*, *Sellaphora smirnovii* (Williams et al., 2009; Chudaev, Gololobova, 2015), на территории заказника описан новый вид мух *Lonchaea xylophyla*, обнаруженный в древесине березы (Ковалёв, 1978). Описание новых видов подчеркивает особую ценность территории заказника «Озеро Глубокое».

Недостаток регистраций некоторых редких видов в последние годы, прежде всего насекомых и растений, объясняется отсутствием соответствующих целенаправленных исследований.

К сожалению, при составлении видовых очерков такого важного издания, как Красная книга Московской области (2018), не были учтены ранее опубликованные данные по району подмосковного заказника «Озеро Глубокое» по животным (Dumont, 1996; Reshetnikov, 2003; Решетников и др., 2009; Зиброва, Решетников, 2017; Решетников, 2017а, Решетников, 2017б) и растениям (Решетникова, 1997; Решетникова, 2002; Решетникова, Купцов, 2002). В следующем издании Красной книги Московской области необходимо откорректировать карты: в видовых очерках необходимо отразить находки в районе заказника «Озеро Глубокое» следующих видов животных, ускользнувших от внимания составителей предыдущего издания 2018 г.: бурый медведь, рысь, речная выдра, прудовая ночница, несколько видов птиц, зелёная жаба, гребенчатый тритон, ряд видов насекомых, а также слизень черно-синий, щитень летний, дафния хохлатая, ужовник обыкновенный, пальчатокоренник кровавый, ива Виноградова, ветреница дубравная, лунник оживающий, пузырчатка малая, пузырчатка промежуточная, водяной орех и некоторые другие (таблица 1). Рекомендуются включение материалов данной статьи в «Банк данных по объектам животного и растительного мира, занесенным в Красную книгу Московской области», поддерживаемый Министерством экологии Московской области.

Материалы настоящей статьи необходимо использовать для дополнения и уточнения текста Постановления правительства Московской области №511/21 от 27.06.2017 «Об утверждении Положения о государственном природном заказнике областного значения «Озеро Глубокое с прилегающими к нему массивами леса». В частности, желательно дополнить список редких

охраняемых видов, актуализировать названия упомянутых в тексте редких охраняемых видов.

Итак, в исследованном районе встречается ряд редких видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Московской области. Обе книги являются официальными документами, содержащими свод сведений о необходимых мерах федерального и регионального уровней по их охране и восстановлению. Необходимо отметить, что меры по восстановлению редких представителей фауны и флоры, включают, прежде всего, охрану мест обитания. Мы отмечаем благополучную ситуацию с охраной природы заказника «Озеро Глубокое» в настоящее время. Однако для сохранения местной природы необходимо отслеживать и купировать появление новых негативных факторов, которые могли бы нанести необратимый вред.

Угроза продвижения промышленных карьеров к границам заказника. Наибольшую потенциальную угрозу природе заказника «Озеро Глубокое» в настоящее время представляет разработка песчано-гравийных карьеров. Для добычи минеральных ресурсов полностью уничтожается лес и снимается весь почвенный покров. Даже после рекультивации, которая может включать высадку саженцев деревьев, исходное уникальное биоразнообразие необратимо утрачивается. Для эффективного сохранения природы заказника «Озеро Глубокое», обладающего сравнительно небольшой территорией, необходимо существование буферной зоны, полностью исключаящей промышленную деятельность, в том числе разработку карьеров. Поэтому совершенно недопустимо выдавать разрешения на разработку карьеров в радиусе 5 км от границ заказника, поскольку цели заказника включают поддержание водного и экологического баланса (Постановление..., 2017).

Угроза трансформации сельскохозяйственных угодий, примыкающих к границам заказника, в поселковые территории. Сельскохозяйственное использование полей в ближайших окрестностях Глубокого озера, в целом, положительно влияет на поддержание экосистем заказника, поскольку открытые биотопы со сравнительно низким уровнем фактора беспокойства важны для откорма некоторых видов млекопитающих и ряда птиц, включают водоемы размножения амфибий. Однако совершенно недопустимо освоение этих полей под строительство коттеджей и др. построек, поскольку это неизбежно приведет к быстрой принципиальной трансформации данных биотопов в поселковые территории с обычной обедненной синантропной фауной и флорой (домашняя собака, кошка, серая ворона, домовая воробей, среди растений – ряд агрессивных сорняков). Повышение уровня фактора беспокойства и численности синантропных видов неизбежно ведет к угнетению и последующему исчезновению редких уязвимых видов. При этом особенно уязвимы крупные млекопитающие и птицы. Кроме того, интенсификация движения автотранспорта ведет к прямому уничтожению многих наземных видов. К примеру, 25.05.2021 на 150-метровом участке по-

левой дороги в районе дачных участков у д. Ново-Горбово были обнаружены трупы 87 серых жаб, раздавленных колесами. Рост числа автомобилей влечет за собой угрозу не только для амфибий, но и представителей иных групп животных (Туданов, 2007).

В связи с этим необходимо отметить, что в соответствии с федеральными законами от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и от 24.04.1995 № 52-ФЗ «О животном мире»: «В целях охраны и учета редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов... юридические лица и граждане, осуществляющие хозяйственную деятельность на территориях и в акваториях, где обитают такие животные и растения, несут административную и уголовную ответственность за их сохранение и воспроизводство» (Красная книга РФ, 2021).

Заключение

Биота территории подмосковного заказника «Озеро Глубокое» и его ближайших окрестностей включает сравнительно большое число редких видов животных, растений и грибов, подлежащих охране на федеральном и региональном уровнях. Всего здесь отмечено 112 редких видов, занесенных в Красную книгу Московской области (2018), из которых 13 видов занесены также в Красную книгу Российской Федерации (2021). Наибольшее число редких видов – среди сосудистых растений (31 вид), насекомых (28) и птиц (28).

Экосистемы озера Глубокое и примыкающих лесных массивов, а также болот и полей составляют единый природный комплекс, к настоящему времени хорошо сохранившийся. Дальнейшее сохранение природы этого сравнительно небольшого по площади заказника (менее 19 км²) критически зависит от состояния открытых (болота, луга) и лесных биотопов в непосредственной близости от границ заказника. Для эффективной охраны редких для Подмосковья видов фауны и флоры данного заказника необходимо сохранение неприкосновенности буферной зоны в радиусе 4–5 км вокруг границ заказника: запрет на промышленную деятельность и трансформацию сельскохозяйственных угодий.

Благодарности

Авторы искренне благодарны Н.М. Коровчинскому за обсуждение находок планктонных рачков и предоставление архивных данных по насекомым, А.О. Беньковскому, любезно предоставившему данные по ряду видов насекомых, М.А. Гололобовой, обнаружившей трутовик разветвленный, М.Г. Зибровой, И.А. Решетникову, Н.А. Соболеву и Ю.А. Титовой за ценные замечания по тексту, М.С. Игнатову за подтверждение видовой принадлежности риччии, И.А. Шанцеру за консультации по растениям, сотрудникам биостанции А.И. Бородачу, В.В. Волотову, И.П. Дьячкову, В.И. и М.В. Исаченко, Н.П. Кондрашову за отдельные наблюдения в природе, Н.А. Озеровой

за находку исторических данных в РГВИА, М.В. Максимова за предоставление выписок из рукописного семейного архива, В.О. Мокиевскому, поделившемуся наблюдениями за пролетными птицами 5–6 мая 2006 г., А.Ю. Синёву, сообщившему о встрече скопы в 2019 г. и предоставившему фотографию орлана-белохвоста.

Литература

- Аршеневский. Всеобщее и полное описание Московской губернии в нынешнем ее новоустроенном состоянии, 1800. РГВИА. Ф. 846. Оп. 16. Д. 18861. Ч. 6.
- Архив биостанции «Глубокое озеро» ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН. Рукопись. 1975–2021.
- Архив семьи Максимовых. Рукопись. 1945–1985.
- Беляков Е.А. // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. Настоящий сборник.
- Бойкова О.С., Коровчинский Н.М. Пелагический рачковый зоопланктон озера Глубокого в 2009–2016 годах // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 63–73.
- Васильева-Кралина И.И., Тирская И.Б. Фитопланктон, эпифиты и эпизоицы озера Глубокого // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2005. Т. 9. С. 61–117.
- Ведомость к генеральному плану Рузского уезду размежеванным землям, 1773. РГВИА. Ф. 846. Оп. 16. Д. 18859. Ч. 10.
- Волнухин Д.С. Список птиц // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1910. Т. 3. С. 228–229.
- Воронецкий В.И., Решетников А.Н. Список птиц заказника «Озеро Глубокое» и его ближайших окрестностей // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2005. Т. 9. С. 195–211.
- Воронков Н.В. Природа Глубокого озера и его окрестностей // Труды студ. кружка по исслед. русской природы, состоящ. при Моск. Импер. ун-те. М., 1903. Кн. 1. С. 61–70.
- Воронков Н.В. Список птиц (на основании прибавления к заметке Н. В. Воронкова «Природа Глубокого озера» // Труды Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1907. Т. 2. С. 406–407.
- Гиндце Б.К. Ранняя весна на Глубоком озере // Дневник отдела Ихтиологии Импер. Русского общ-ва акклиматизации животных и растений. 1903. Книга 2-я, Вып. 2. С. 46–51.
- Грацианов В.И. На Глубоком озере // Естествознание и география. 1902. С. 24–45.
- Дгебуадзе Ю.Ю., Скоморохов М.О. Ихтиологические исследования на озере Глубоком: некоторые итоги и перспективы // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2002. Т. 8. С. 142–150.
- Зиброва М.Г., Решетников А.Н. Дополнение к списку чужеродных видов района заказника «Озеро Глубокое» Московской области: виноградная улитка *Helix pomatia* L., 1758 и обыкновенная летяга *Pteromys volans* (L., 1758) // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 159–172.
- Зограф Н.Ю. Глубокое озеро // Царь-Колокол. 1891. № 40. С. 648.
- Извекова Э.И. Видовое разнообразие, численность и биомасса макробентоса озера Глубокого (Московская обл.) в разные годы // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2009. Т. 10. С. 107–117.
- Кидов А.А. Матушкина, К.А. Африн К.А. Некоторые аспекты размножения тритона Карелина, *Triturus karelinii* Strauch, 1870 тальшской популяции в лабораторных условиях // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3, Биология. 2016. № 3. С. 54–57.
- Ковалёв В.Г. Новые и малоизвестные виды мух-копьехвосток (Diptera, Lonchaeidae) из Подмосковья // Энтомологическое обозрение. 1978. Т. 62. № 1. С. 188–199.
- Конвенция об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе. Совет Европы. Берн. 1976.
- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С., Мнацаканова Е.А. Долговременные наблюдения пелагического зоопланктона озера Глубокого и некоторые проблемы мониторинговых исследований // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 39–62.
- Красная книга Московской области. 3-е издание, дополненное и переработанное. М.О.: ПФ «Верховье», 2018. 810 с.

- Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. 1128 с.
- Ламперт К. Жизнь пресных вод. Животные и растения пресных вод, их жизнь, распространение и значение для человека / пер. с нем., под ред. Н.А. Холодовского, И.Д. Кузнецова. СПб.: издание А.Ф. Девриена, 1900. 880 с. XXXVII илл.
- Мазанаева Л.Ф., Кидов А.А., Джамирзоев Г.С., Аскендеров А.С., Немыко Е.А., Шиманская Е.А. Программа по реинтродукции тритона Карелина, *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) на юге Дагестана // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. 2019. Т. 1. № 25. С. 102–112.
- Мантейфель Ю.Б., Бастаков В.А., Киселева Е.И., Марголис С.Э. Амфибии района заказника «Озеро Глубокое»: краткий очерк состояния популяций, нейроэтология и сенсорная экология // Бюллетень МОИП. 1991. Т. 96. Вып. 2. С. 103–110.
- Мантейфель Ю.Б., Решетников А.Н. Трансформация метапопуляций тритонов в районе заказника «Озеро Глубокое» (Московская обл.) в результате вселения хищной рыбы ротана *Perccottus glenii* Dубowski // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 56–72.
- Махров А.А., Артамонова В.С., Болотов И.Н., Гофаров М.Ю., Беспалая Ю.В., Кондаков А.В., Томилова А.А., Чапурина Ю.Е. Вселение лебединой беззубки (*Anodonta cygnea* (L.)) в озеро Глубокое // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 123–128.
- Перечень (список) объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации (по состоянию на 1 июня 2005 года с изменениями на 20 декабря 2018 года). Министерства Природных Ресурсов Российской Федерации. Приказ № 289 от 25.10.2005 г. (Электронный документ). <https://docs.cntd.ru/document/901954384>
- Попова Е.Д. Паразиты птиц, встреченных на Глубоком озере в 1898 году // Работы гидробиологической станции, учрежденной на Глубоком озере отделом Ихтиологии. 1900. Книга 1-я. С. 35–39.
- Постановление правительства Московской области № 511/21 от 27.06.2017 «Об утверждении Положения о государственном природном заказнике областного значения «Озеро Глубокое с прилегающими к нему массивами леса»». 21 с.
- Решение Исполнительного комитета Московского областного Совета народных депутатов № 341/8 от 18.04.1966 «Об объявлении заказниками отдельных участков земли и водного пространства области, имеющих оздоровительную и историко-мемориальную ценность». 4 с.
- Решетников А.Н. Бурый медведь *Ursus arctos* (Linnaeus, 1758) в заказнике «Озеро Глубокое» // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017а. Т. 11. С. 173–179.
- Решетников А.Н. Плавунец широчайший *Dytiscus latissimus* L., 1758 в озере Глубоком (Московская область) // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017б. Т. 11. С. 157–158.
- Решетников А.Н., Мещерский И.Г. Появление летяги *Pteromys volans* L., 1785 (Sciuridae, Mammalia) в заказнике «Озеро Глубокое» (Московская область) // Поволжский экологический журнал. 2019. № 1. С. 114–122.
- Решетников А.Н., Панютина А.А., Герасимова М.А., Зибров И.А. Список млекопитающих заказника «Озеро Глубокое» и его ближайших окрестностей // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2009. Т. 10. С. 208–227.
- Решетников А.Н., Решетникова Н.М. Чужеродные виды в заказнике «Озеро Глубокое» // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2002. Т. 8. С. 172–193.
- Решетникова Н.М. Список сосудистых растений окрестностей Глубокого озера // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 128–178.
- Решетникова Н.М. Дополнения к списку сосудистых растений окрестностей Глубокого озера // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2002. Т. 8. С. 68–70.
- Решетникова Н.М., Кушцов С.В. Динамика флоры сосудистых растений озера Глубокого за столетие // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2002. Т. 8. С. 36–67.
- Россолимо Л.Л. Некоторые черты из прошлого Глубокого озера // Вопросы голоцена. Вильнюс, 1961. С. 285–307.

- Сапелко Т.В., Гузиватый В.В., Кузнецов В.В. Комплексные палеоэкологические исследования на озере Глубоком // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2017. Т. 11. С. 139–148.
- Сидоров С. К познанию фауны слизняков Глубокого озера // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1907. Т. 2. С. 46–75.
- Смирнов А.Н., Белякова Г.А., Гололобова М.А. Водоросли Глубокого озера // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1997. Т. 7. С. 91–127.
- Соболев Н.А., Волкова Л.Б., Гринченко О.С. Млекопитающие на территориях особого природоохранного значения в Москве и Московской области // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2014. № 4. С. 186–194.
- Соколов С.Г., Протасова Е.Н. Первые сведения о паразитах вьюна *Misgurnus fossilis* (L., 1758) (Osteichthyes: Cobitidae) озера Глубокого // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2009. Т. 10. С. 158–160.
- Список птиц и зверей, убитых на станции и сохранных в виде шкур за лето 1898 года // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1900. Кн. 1. С. 41.
- Списки растительных и животных организмов, найденных в окрестностях Глубокого озера // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1907. Т. 2. С. 385–407.
- Списки растительных и животных организмов, найденных в окрестностях Глубокого озера // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 1913. Т. 5. С. 158–168.
- Терентьев П.В. Очерки земноводных (Amphibia) Московской губернии. Учебные пособия для школ I и II ступеней. Москва: Государственное издательство, 1924. 98 с.
- Толпышева Т.Ю., Сулова Е.Г., В.Ю. Румянцев В.Ю. Виды рода *Ramalina* и их охрана на территории Московской области // Социально-экологические технологии. 2018. № 1. С. 23–37.
- Туданов Р.А. Гибель животных на дорогах в результате столкновения с автомобильным транспортом // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2007. № 1. С. 39–46.
- Фомин В.А. Прибавление к статье Е. Д. Поповой «Паразиты птиц, встреченных на Глубоком озере в 1898 году» // Работы гидробиологической станции, учрежденной на Глубоком озере отделом Ихтиологии. 1900. Книга 1-я. С. 40.
- Чудаев Д.А., Гололобова М.А. Диатомовые водоросли озера Глубокого (Московская область). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 447 с.
- Щербаков А.П. Озеро Глубокое (гидробиологический очерк). М.: Наука, 1967. 379 с.
- Chudaev D.A., Gololobova M.A. *Sellaphora smirnovii* (Bacillariophyta, Sellaphoraceae), a new small-celled species from Lake Glubokoe, European Russia, together with transfer of *Navicula pseudoventralis* to the genus *Sellaphora* // Phytotaxa. 2015. V. 226. № 3. P. 252–260.
- Dumont H.J. Dragonflies of lake Glubokoe near Moscow, Russia // Notul. Odonatol. 1996. V. 4. № 7. P. 109–124.
- iNaturalist. Электронный ресурс // iNaturalist.org. Проверено 01.05.2022.
- Insectamo. Бабочки и жуки Московской области. Электронный ресурс // Insectamo.ru. Проверено 01.05.2022.
- Korovchinsky N.M. Invertebrates of the littoral zone of Lake Glubokoe // Hydrobiologia. 1986. V. 141. P. 83–88.
- Nikitina E.N. Trematode larvae in snails of Lake Glubokoe // Hydrobiologia. 1986. V. 141. P. 139–141.
- Reshetnikov A.N. The introduced fish, rotan (*Perccottus glenii*), depresses populations of aquatic animals (macroinvertebrates, amphibians, and a fish) // Hydrobiologia. 2003. V. 510. Iss. 1–3. P. 83–90.
- Schletterer M., Fureder L. Benthic invertebrates in the littoral zone of lake Glubokoe (Moscow area) lake Chistoe, and Rucheiskoe (Tver area) // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2009. Т. 10. С. 148–157.

- Smirnov N.N. Lake Glubokoe (Moscow region, Eastern Europe), general characteristics // *Hydrobiologia*. 1986a. V. 141. P. 1–6.
- Smirnov N.N. The basic features of the biocenosis of Lake Glubokoe (Moscow region, Eastern Europe) with the list of animals and plants recorded // *Hydrobiologia*. 1986b. V. 141. P. 153–164.
- Williams D.M., Chudaev D.A., Golobova M.A. *Punctastriata glubokoensis* spec. nov., a new species of ‘fragilaroid’ diatom from lake Glubokoe, Russia // *Diatom Research*, 2009. V. 24. № 2. C. 479–485.

ANNOTATED LIST OF RARE PROTECTED SPECIES OF ANIMALS, FUNGI, AND PLANTS OF THE LAKE GLUBOKOE NATURE RESERVE AND ITS IMMEDIATE SURROUNDINGS

A.N. Reshetnikov, A.B. Petrovskiy

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution

The biota of the Lake Glubokoe Nature Reserve (Ruza district, Moscow Province) and its immediate surroundings includes a relatively large number of rare species of animals, fungi, and plants subject to protection at both federal and local levels. Our review revealed that a total of 112 rare species, which are included in the Red Book of the Moscow Province, have been recorded here, of which 13 species are included also in the Red Book of the Russian Federation. The greatest number of rare species is among higher plants (31 species), insects (28) and birds (28). The ecosystems of Lake Glubokoe and the adjacent forested areas, as well as bogs and fields, constitute a single nature complex. Further preservation of the biodiversity of this comparatively small reserve (less than 19 km²) critically depends on the condition of open land (bogs, fields) and forest biotopes in the immediate surroundings of the reserve borders. For effective protection of rare species of local fauna and flora, it is necessary to preserve the inviolability of the buffer zone within a radius of 4–5 km around the borders of the reserve, and to prohibit industrial activities and transformations of local agricultural lands to build human settlements.

ИНСТИТУТ ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОРФОЛОГИИ ИМ. А.Н. СЕВЕРЦОВА И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ НА ГЛУБОКОМ ОЗЕРЕ

Н.К. Зверева

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

В 1910 г. Алексей Николаевич Северцов по приглашению профессора М.А. Мензбира переезжает в Москву из Киева и вскоре занимает место заведующего кафедрой зоологии Московского университета, Музея сравнительной анатомии и директора Института сравнительной анатомии после ухода последнего в отставку на почве общественно-политической смуты в университете 1911 г. («дело Кассо»). Новый лидер отечественной зоологии стал внедрять свою научную программу, нацеленную на изучение сравнительной морфологии позвоночных животных в связи с выявлением путей их эволюционного развития (Любарский, 2009). Соответственно этому, начал формироваться новый научный коллектив, частично составленный из бывших сотрудников профессора М.А. Мензбира, в число которых входили Д.П. Филатов, Б.С. Матвеев и В.В. Васнецов, первый из которых уже многие годы работал на Гидробиологической станции на Глубоком озере, а двум вторым ещё только предстояло связать свою научную деятельность с этой биостанцией. За ними последовали другие, среди которых были С.Г. Крыжановский, А.Н. Дружинин, Н.Н. Дислер, Е.Ф. Еремеева, составившие основу московской школы С.А. Северцова и также впоследствии, с начала-середины 1920-х годов, оказавшиеся наиболее постоянными работниками глубоководской биостанции. Поскольку они занимались изучением морфологии и эмбриологии рыб, то, конечно же, биостанция на Глубоком озере стала служить естественным многолетним местом их работы.

Этот же коллектив составил штат Лаборатории морфологии и сравнительной анатомии НИИ зоологии Московского университета, а потом в 1930 г. и в 1934 г. – сначала академической Лаборатории эволюционной морфологии, а затем Института эволюционной морфологии АН СССР, возглавляемые А.Н. Северцовым.

Имена сотрудников лаборатории А.Н. Северцова хорошо известны, всего их было 11 человек: С.Н. Боголюбский, В.В. Васнецов, Н.Н. Дислер, А.Н. Дружинин, С.В. Емельянов, Е.Ф. Еремеева, С.Г. Крыжановский, Б.С. Матвеев, А.А. Машковцев, А.Г. Рындзюнский, С.А. Северцов. Из них пятеро были старшими зоологами, остальные научными сотрудниками, все сравнительно молодого возраста от 25 до 45 лет. Все беспартийные.

В 1933 г. академик А.Н. Северцов обращается в Президиум Академии наук: «Лаборатория эволюционной морфологии (ЛЭМ) основана 1 сентября 1930 года. За три года своего существования ЛЭМ значительно вырос-

ла. Комплексная тема по эволюции домашних животных, выдвинутая ЛЭМ, явилась первой комплексной темой Академии наук, и в настоящее время в разработку этой темы включены учреждения не только ОМЕН, но даже ООН¹. Тематика ЛЭМ весьма расширилась и те основные проблемы, которые ЛЭМ выдвинула в 1933 г., переросли рамки лаборатории и на 1934 г. становятся основными проблемами, объединяющими ряд биологических учреждений Академии наук. Влияние ЛЭМ сказывается и за пределами Академии наук. Лаборатория морфологии позвоночных и Зоологического музея Московского университета и некоторых лабораторий Биологического института Коммунистической Академии строятся с учетом и исходя на достижения ЛЭМ.... Всего этого ЛЭМ добилась дружной интенсивной работой всего коллектива научных сотрудников, несмотря на объективно тяжелые условия: отсутствие собственного помещения, оборудования, весьма скромные ассигнования на научную работу, исключительно низкую зарплату, полное отсутствие научно-технического и обслуживающего персонала... Считаю необходимым, начиная с 1 января 1934 года, значительно повысить основной фонд зарплат ЛЭМ». (АРАН²: Ф.669, Оп.1, Д. 12, Лл. 1-18).

В мае 1934 года Алексей Николаевич вновь пишет в Президиум Академии наук: «Лаборатория эволюционной морфологии является единственным учреждением не только у нас в Союзе, но и за границей, специально изучающим закономерности эволюционного процесса...». Указывая на тесноту помещений, предлагает Президиуму передать для Лаборатории часть дворца князей Мещерских, что находится напротив Зоологического музея. «Это здание, – указывает Северцов, – в стиле русского ампира с красивым фасадом на улицу имеет хороший двор с садиком и площадь вполне достаточную для размещения моей лаборатории с ее отделением. Ввиду соседства с Московским университетом, с его лабораториями, музеями, фундаментальной библиотекой и Библиотекой им. Ленина, считаю целесообразным поместить в этом здании, кроме моей лаборатории, также Московское представительство Академии наук и устроить кабинеты для академиков...» (АРАН: Ф. 669, Оп.1, Д.12, Лл. 1-18).

Предложение академика оставили без внимания. Академия наук при переезде из Петрограда в Москву заняла расположенный в Нескучном саду императорский дворец. В будущем предполагалось построить рядом с планируемым Дворцом Советов, который должен был быть воздвигнут на месте взорванного храма Христа Спасителя, столь же грандиозное здание Президиума Академии наук вместе с музеями Земли и Живой природы. Разработки генерального плана возложили на академика А.В. Щусева. С участка предполагаемого строительства у Крымского моста выселялось 700 проживающих на этом месте жителей.

¹ ОМЕН и ООН – Отделение математических и естественных наук и Отделение общественных наук Академии наук СССР.

² Архив Российской академии наук.

В 1934 г. Лаборатория А.Н. Северцова получила скромное помещение на Калужской улице, 75, в здании в стиле конструктивизма, где было размещено несколько академических институтов. В это время была проведена реорганизация, преобразовавшая лабораторию в институт, позднее, 1936 г., получившим название Института эволюционной морфологии АН СССР (ИЭМ), которому было присвоено имя своего основателя. В этом же году Алексей Николаевич скончался, его ученики продолжили дело начатое учителем.

Институт стал численно разрастаться. В финансовом отчете за 1940 г., написанном в лаконичном канцелярском стиле, указано: «Фактическое число лиц на 1 января 1941 года – 60. Из них женщин – 25; профессоров – 10; ст.н.с. – 29, из них 12 женщин; 2 чл. ВКПб и 4 ВЛКСМ; специальный и вспомогательный персонал – 19; из них 13 женщин, из них 3 чл. ВКПб и 4 чл. ВЛКСМ». Общая сумма расходов в т. руб. – 1 046 748. Проведена инвентаризация на стационаре «Борок» и Биостанции «Глубокое озеро» (АРАН: Ф. 669, Оп. 2, Д. 57, Лл. 1-4).

Государство существенно поддерживало деятельность Института даже во время Отечественной войны. В 1944 г. директору Института И.И. Шмальгаузену и гл. бухгалтеру Е. Добровольской Ленинским отделением Госбанка было выдано наличными 1.107 354. 96 руб. (АРАН: Ф. 669, Оп. 2, Д. 13, Л. 22).

До войны основной задачей ИЭМ была «разработка проблем учения Дарвина на основе конкретного исследования закономерностей эволюции форм и функций животных организмов в связи с запросом народного хозяйства». В связи с этим, для исследований в области сравнительной морфологии и эмбриологии рыб и амфибий, к ИЭМ им. А.Н. Северцова была присоединена Биостанция на Глубоком озере. В Архиве РАН в Протоколах заседания Президиума Академии наук сохранился Указ от 2 февраля 1939 № 36: «Создать комиссию по приему Биологической станции на Глубоком озере в составе профессора Б.С. Матвеева, Н.В. Гуськова и Ф.И. Безлера» (АРАН: Ф. 2, Оп. 6, Д. 17, Л. 85).

С 15 марта 1939 г. «Безлер Фердинанд Иоганнович утверждается в должности заведующего Биологической станцией с окладом 800 рублей в месяц на свободную вакансию в связи с утвержденным для Института штатом» (АРАН: Ф. 2, Оп. 6, Д. 20, Л. 20). С этого времени в ежегодных отчетах по структурам Института упоминается Биостанция на Глубоком озере. Теперь работа специалистов здесь стала отмечаться официальными приказами и оплатой командировок. Помимо научной работы, на биостанции проходила практика студентов Биологического факультета МГУ.

Переход глубоководской биостанции в систему Академии наук был, безусловно, чрезвычайно важным, знаковым событием, спасшим её от закрытия и гибели. Надо помнить, что с 1930 г. биостанция потеряла статус самостоятельного учреждения и находилась в системе Главного гидрометеорологического управления, будучи объединена в одно учреждение с Косинской лимнологической станцией в качестве её филиала. Последняя по

необоснованным причинам была закрыта в начале 1941 г., что вполне могло случиться и с её филиалом, не будь он вовремя включен в состав Института эволюционной морфологии им. А.Н. Северцова АН СССР (ныне Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН) в качестве его структурного подразделения, где пребывает и поныне.

При этом вполне обоснованно полагать, что в деле спасения биостанции, переводе её в систему Академии наук первейшее значение имело мнение тех сотрудников Института, которые уже немало лет вели исследования на Глубоком озере, хорошо знали и любили это место, понимали значимость и удобство биостанции для научной работы. Уже в послевоенные годы заведующий биостанцией А.П. Щербаков (1967) отмечал: «Особенно следует отметить многолетние работы С.Г. Крыжановского и Н.Н. Дислера, трудами которых с большой полнотой изучено зародышевое и личиночное развитие всех видов рыб, населяющих Глубокое озеро, а также исследования более поздних стадий развития рыб, проводившиеся группой сотрудников и учеников В.В. Васнецова».

В этой связи стоит познакомиться несколько подробнее с названными учеными. Вот выдержки из воспоминаний студентки Г.Д. Лебедевой (Городецкой) (2009), проходившей практику на Глубоком озере весной-летом 1940 г.: «В то лето на Биостанции проводили свои наблюдения известные ученые-ихтиологи Владимир Викторович Васнецов, Сергей Григорьевич Крыжановский, Николай Николаевич Дислер и его жена старший научный сотрудник Елена Федоровна Еремеева. Семья Дислера с ребятами жила в ближайшей деревне Тереховке, а на работу приходили на Глубокое... Наши руководители считались старшекурсники, но всеми нами незаметно и мудро руководили наши профессора, люди высокой культуры и образования, В.В. Васнецов и С.Г. Крыжановский. Они были нашими учителями и нашими друзьями. Сергей Григорьевич – очень скромный, деликатный, стеснительный, часто уходил гулять один, что-то обдумывая. Владимир Викторович был жизнерадостным, остроумным, контактным. Оба они, по природе добрые, отзывчивые люди, были дружны между собой, но это не мешало им вести горячие споры, а иногда и подтрунивать друг над другом. К нам они относились просто душевно...».

Владимир Викторович Васнецов (1889–1953) умел увлекательно рассказать на основании собственных и своих учеников многолетних исследований о стадийности развития рыб, в разговорах применялись термины «биоценоз», «синэкология», которые для студентов были еще малопонятны. Во время совместных трапез затевались самые разные беседы: о науке, о тайнах души человеческой в романах Достоевского и пр. Владимир Викторович живо и образно вспоминал о службе артиллеристом во время Первой мировой войны, участником которой, а также Гражданской войны, он был. Чудесная среднерусская природа, дружественная, веселая обстановка, с четким расписанием работы на озере и в лаборатории, замечательный неболь-



Рис. 1. Владимир Викторович Васнецов.

шой коллектив студентов и высоко эрудированных профессоров, общая творческая обстановка способствовали формированию и развитию юного студенчества.

В то время работа научных сотрудников в Институте эволюционной морфологии сочеталась с чтением курса лекций на кафедре Университета. Это называлось «совместительство», с 1918 г. до конца жизни В.В. Васнецов читал на кафедре курс лекций по ихтиологии, сначала в должности преподавателя, затем доцента и профессора. Кафедра ихтиологии то возникала как самостоятельная, то сливалась с другими, то вновь восстанавливалась. Владимир Викторович находил возможным не прекращать занятия по любимому предмету. Он был не только талантливым ученым, но и прекрасным

педагогом, о чем свидетельствуют студенты Биофака: в трудные послевоенные годы «душой кафедры был профессор В.В. Васнецов. Он учил нас жить полноценно, смеялся с нами громко, по-детски, от души. Владимир Викторович помнил дни рождения своих студентов и не забывал всех поздравить. Если позволяло время, он с радостью участвовал в молодежных празднованиях... Водил желающих студентов после лекций в Третьяковскую галерею» (Мозаика судеб..., 2007). Владимир Викторович прекрасно знал русскую живопись, поскольку родился в семье профессора живописи, знаменитого художника Виктора Михайловича Васнецова. В тот день 23 мая 1889 г. его отец расписывал Владимирский собор в Киеве и в письме к брату Аполлинару писал: «Работаю все над алтарем, перехожу к святителям. За последнее время у нас забот было не мало. 23 родился сын, назвать которого считаю неизбежным Владимиром» (Васнецов, 1987). Будущий ученый провел детство в Москве в доме, который теперь является музеем его отца в 3-ем Троицком переулке (затем переименован в переулок Васнецова), что близь нынешнего Проспекта Мира. Владимир хорошо рисовал, но в основном зверей и птиц. В 1893 году Виктор Михайлович пишет маленькому сыну: «Милый Володюничик, ты теперь уже, вероятно, взрослый стал, ученый и совсем образованный». Позднее отца и сына связывала страсть к старинному оружию, любовь к охоте и дикой природе. Предчувствие не обманул отца – Владимир стал ученым.

В 1913 г. юный Владимир окончил Московский университет по специальности зоология. Научная его деятельность была тесно связана со школой профессора А.Н. Северцова, где он вел семинары по эволюционной морфологии. Он был одним из первых сотрудников Института эволюционной морфологии, где руководил отделом филогенеза, позднее отделом морфологии позвоночных (АРАН: Ф. 669, Оп.1, Д. 7, Л.1). Близким другом его был С.Г. Крыжановский, который звал его «Васнец». Их объединяло не только любовь к науке, но и юность, прошедшая в дореволюционной России. Им выпало пережить две мировые войны, революцию, полностью изменившую традиционный уклад страны, в которой они родились, Гражданскую войну, принесшую голод и разруху, и последующий за этим политический террор. Прошлое объединяло их, помогая пережить все сложности настоящего.

Биография Сергея Григорьевича Крыжановского (1891–1961) не менее интересна. Он родился в г. Кременце Волынской губернии. Его отец Григорий Яковлевич был сыном священника, окончил Киевскую духовную семинарию и преподавал в Волынской духовной семинарии теорию словесности и историю русской литературы. За исследование языка и текста древних рукописей Киевских книгохранилищ получил степень магистра богословия. Имел высокие государственные награды Российской Империи. Он был автором статей в археологических и этнографических журналах и состоял членом-корреспондентом Русского этнографического общества. В г. Кременце организовал народную библиотеку, которой сам заведовал. Затем стал одним из организаторов и деканом открытого на Кубани Института народного образования. Конечно, он влиял на образование двух своих сыновей. Сергей был старшим сыном, младший стал врачом (после революции в эмиграции). Мать Сергея Григорьевича была добрая и заботливая, в письмах постоянно интересуется, как он питается, не болит ли голова, дает материнские советы (Аспиз, 2006).

После окончания гимназии в Екатеринодаре в 1910 г., Сергей поступает в Московский университет. Увлечение идеями эволюции привело его к профессору А.Н. Северцову, под руководством которого он проходит специализацию по сравнительной анатомии позвоночных животных. В 1917 г. были опубликованы результаты первого исследования Крыжановского «Развитие скелета парных плавников у *Pristiurus melanostomus*. К вопросу о метамерном происхождении парных конечностей у позвоночных», выполненное под руководством А.Н. Северцова. Через год Сергей Григорьевич закончил Университет и был оставлен при кафедре зоологии и сравнительной анатомии для подготовки к профессорскому званию. В годы Гражданской войны он, спасаясь от голода, приезжает на Кубань к родителям. Здесь он имел возможность продолжать научную деятельность на кафедре зоологии Кубанского сельскохозяйственного института. В 1920 г. Сергей Григорьевич возвращается в Москву на свою кафедру и становится хранителем Музея сравнительной анатомии. По-прежнему ведет переписку с родителями. Особое место в его переписке



Рис. 2. Сергей Григорьевич Крыжановский на озере Глубоком, 1951 г.

этого времени составляют письма связанные с биостанцией на Глубоком озере. Чтобы снять беспокойство родителей и вселить в них уверенность в своем благополучии он описывает обворожительную красоту озера, возможность уединения и тишины, а также игры в чехарду, в городки со студентами и в лапту с деревенской детворой. Также упоминаются успешная рыбалка и охота на вальдшнепов и тетеревов «для общего стола», а также веселые до утра студенческие пирушки. С годами он станет замкнутым, любящим уединение, аскетически отчужденным. Стремился хоть чем-то помочь родителям, которые спасались от голода только картошкой со своего огорода.

Сергей Григорьевич не имел своей семьи. Служение науке было основой его жизни. В коллективе школы А.Н. Северцова, в которой он продолжал научную работу, все занимались по единому плану, выполняя исследования необходимые для развития идей учителя. Но с годами С.Г. Крыжановский формулирует свою собственную научную теорию. При этом он сохранял верность своему наставнику и выдвинутые им эволюционные положения сомнению не подвергал, однако предложил ряд критических рассуждений, расходящихся с некоторыми его взглядами. В частности, он считал, что «изучение конкретных филогенезов – совершенно вторичная задача, по сравнению с общей теорией развития, которую надлежит построить в рамках широко понимаемой эмбриологии». В сборнике, посвященном памяти А.Н. Северцова он пишет: «Конечная теоретическая задача эмбриологии – раскрыть закономерности индивидуального и исторического развития орга-

низмов» (Крыжановский, 1939). Его новые взгляды, как это обычно бывает в науке, вызвали противоречивые оценки коллег. В одном из воспоминаний о нём говорится: «Моим вторым руководителем во время аспирантуры стал профессор кафедры ихтиологии Сергей Григорьевич Крыжановский. Я считаю его своим вторым учителем, хотя мы общались всего несколько лет. Он был очень крупным ученым, быть может, не уступающим Коштыянцу³. Его значительно меньшая известность, по-моему, была обусловлена тем, что он демонстративно объявлял себя антидарвинистом. Этот навешенный им на себя непопулярный в то время ярлык отвлекал внимание от его замечательных работ. А главное в них было обнаружение зависимости зародышевого развития от внешних условий» (Новоселье биологов..., 2011).

В.В. Васнецов поддерживал друга и участвовал в возникающих спорах в защиту его идей, которые во многом перекликались с его представлениями. Объединяла их и совместная практическая работа. За восстановление рыбного промысла на реке Амур, они, в числе других исследователей, были удостоены Государственной премии (АРАН: Ф. 669, Оп. 6, Д. 100, Л. 295).

Педагогическая деятельность В.В. Васнецова и С.Г. Крыжановского была оценена учениками, которые отмечали, что они были не только крупными учеными, но также прекрасными педагогами: «Вся их преподавательская деятельность была связана с Московским университетом, где они читали лекции, а также руководили студенческими и аспирантскими научными работами. Лекции обоих профессоров отличались большой оригинальностью и теоретической обоснованностью. Они никогда не подавляли инициативу начинающего исследователя, заботливо направляя её в нужное русло, внимательно прислушивались к мнению своих учеников...» (Соин, 1962).

Друзья не были кабинетными учеными. Они любили и прекрасно понимали природу, были неутомимыми участниками ихтиологических экспедиций, побывали на многих морских и пресноводных водоемах страны. Однако работа на биостанции на Глубоком озере был для них не менее важна. Здесь помогали родные стены. За многие годы работы на Глубоком озере С.Г. Крыжановский, В.В. Васнецов, Н.Н. Дислер и их ученики очень полно изучили зародышевое и личиночное развитие всех видов рыб, населяющих озеро. Полученные материалы послужили основой для формулирования ряда важных теоретических положений. В.В. Васнецовым была предложена оригинальная концепция экологической ниши (1938) (Озерский, 2016), затем им была выдвинута теория этапности индивидуального развития рыб (1946, 1948, 1953), а С.Г. Крыжановским сформулирована теория экологических групп (1948), которые стали основой практики рыбоводства.

После одиозной Сессии ВАСХНИЛ 1948 года, Институт эволюционной морфологии, как и многие другие биологические учреждения, подвергся ре-

³ Коштыянц С.К. (1900 – 1961). Известный физиолог, член-корреспондент АН СССР, академик АН Армянской ССР. С 1936 г. работал в Институте эволюционной морфологии животных, в 1946-1953 гг. директор Института истории естествознания АН СССР.

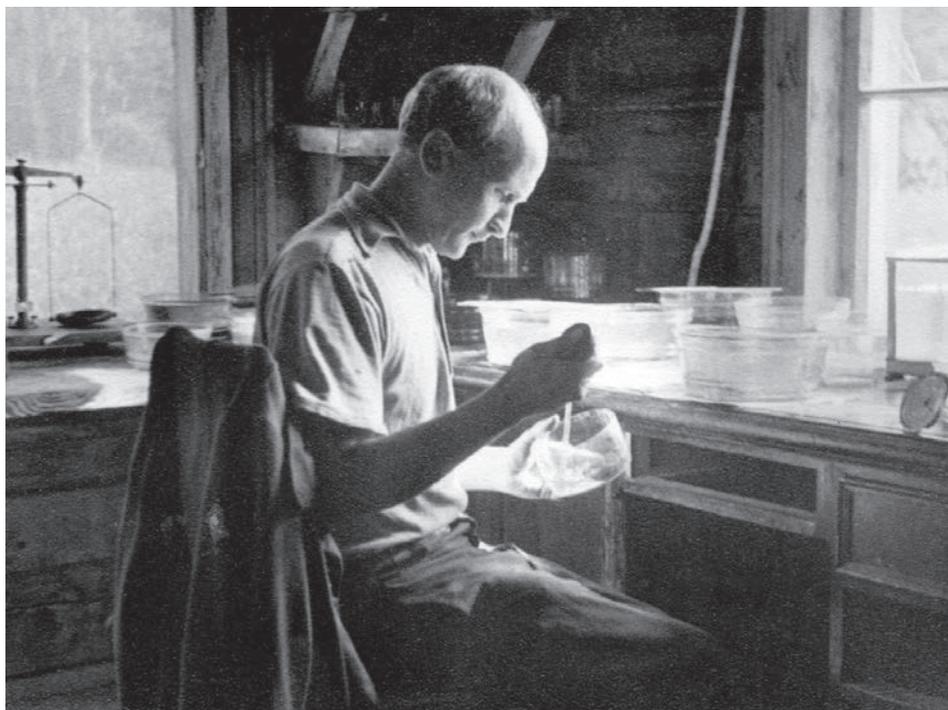


Рис. 3. Николай Николаевич Дислер в лаборатории на глубоководной биостанции, 1946 г.

организации, в результате которой он превратился в Институт морфологии им. А.Н. Северцова АН СССР. Происходили увольнения, закрытие лабораторий. Формулировка профиля работы Института диктовалась в духе времени: «научно-исследовательская работа, связанная с повышением продуктивности животноводства и продуктивности водоемов». Тематический план работ был связан «с гидростроительством на Волге и строительством Туркменского канала» (АРАН: Ф. 669, Оп. 2, Д. 2, Л.1)

Когда была ликвидирована лаборатория Н.И. Драгомирова⁴, тематика которой была связана с генетикой, С.Г. Крыжановский принял в свой коллектив не только его, но и его сотрудницу О.И. Шмальгаузен. Деньги, полученные за Государственную премию, раздавал всем, кто обращался к нему с просьбой о помощи (Аспиз, 2006).

После смерти друга Сергей Григорьевич принимает его лабораторию. Об этом указано в Постановлении Президиума АН от 16 марта 1956: «В структуре ИМЖ им.А.Н. Северцова объединить лаборатории экологической эмбриологии и морфологии позвоночных в одну Лабораторию морфологии низших позвоночных» (АРАН: Ф. 2, Оп. 6, Д. 214, Л. 42). А после смерти С.Г. Крыжановского в 1961 г. лаборатория переходит в ведение их товарища

⁴ И.Н. Драгомиров – известный специалист в области экспериментальной эмбриологии.

и единомышленника Николая Николаевича Дислера (1901–1986). Николай Николаевич был одним из младших учеников А.Н. Северцова, окончивший Университет в 1921 г. Он был одним из первых, оставленных при кафедре с новым советским званием «аспирант». Увлеченный творческими лекциями А.Н. Северцова об эволюции, пришел в его лабораторию и остался там надолго. Особенно был дружен с В.В. Васнецовым и С.Г. Крыжановским. Последний проживал с семьей Н.Н. Дислера в коммунальной квартире на ул. Кропоткинской. Николай Николаевич был очень привязан к Биостанции, любил и хорошо знал окружающую её местность. Уже оставшийся один из плеяды видных ихтиологов-морфологов, продолжал работать на озере Глубоком, нередко круглогодично, до середины 1970-х годов, развивая тему «Эколого-морфологический и эколого-физиологический анализ видовой специфики рыб в онто- и филогенезе». Все здесь для него было родное, вспоминалась многолетняя жизнь и работа с коллегами/друзьями-ихтиологами.

В июне 1973 г. сотрудники лаборатории сравнительной нейробиологии позвоночных Института эволюционной морфологии и экологии им. А.Н. Северцова АН СССР (заведующий профессор Ю.Б. Мантейфель) впервые выехали на озеро Глубокое на открытом грузовике. Под конец пути при съезде на лесную дорогу машина постоянно застревала в грязи, с трудом удалось добраться до биостанции. Они застали здесь Николая Николаевича Дислера. Из последующих разговоров запомнилось, с каким вдохновением рассказывал он о живописи М. Врубеля. Ближе к вечеру легкой походкой он спешил в лес и, встречая наши удивленные взгляды, говорил: «На болото, слушать филинов».

Литература

- Аспиз М.И. 2006. Сергей Григорьевич Крыжановский (1891-1961) // Онтогенез. Т. 37. № 2. С. 149–152.
- Васнецов В.М. Письма. Дневники. Воспоминания. Москва: Искусство, 1987. 196 с.
- Крыжановский С.Г. Развитие скелета парных плавников у *Pristiurus melanostomus*. К вопросу о метамерном происхождении парных конечностей у позвоночных // Тр. Сравнит.-анатом. ин-та Моск. ун-та. 1917. В. 12. С. 20–32.
- Крыжановский С.Г. Принцип рекапитуляции и условия исторического понимания развития // Памяти академика А.Н. Северцова, 1866-1936. 1939. Т. 1. С. 281–382.
- Лебедева (Городецкая) Г.Д. Студенческая гидробиологическая практика на озере Глубоком // Тр. Гидробиол. ст. на Глубоком озере. 2009. Т.10. С. 228–246.
- Любарский Г.Ю. История Зоологического музея МГУ. Идеи, люди, структуры. М: КМК, 2009. 744 с.
- Мозаика судеб биофаковцев МГУ 1930-1960 годов поступления (сост. Л.И. Лебедева). Т. 1. (Л.Д. Волочкова (Житенева) и другие). М: КМК, 2007. 478 с.
- Новоселье биологов МГУ на Ленгорах (сост. Л.И. Лебедева) (Бузников Г.А. С. 650–657). М.: КМК, 2011. 736 с.
- Озерский П.В. Владимир Викторович Васнецов как предшественник Джорджа Ивлина Хатчинсона // Функц. морфол., экол. и жизн. циклы животных. 2016. Т. 16. № 1. С. 5–14.
- Соин С.Г. Памяти С.Г. Крыжановского (1891-1961) // Научные доклады высшей школы (биологические науки). 1962. Т. 1. С. 219–220.
- Щербаков А.П. Озеро Глубокое (гидробиологический очерк). М: Наука, 1967. 379 с.

INSTITUTE OF EVOLUTIONARY MORPHOLOGY AND HYDROBIOLOGICAL STATION ON LAKE GLUBOKOE

N.K. Zvereva

Summary

The paper describes and summarizes the archival and literature data on early history of organization of A.N. Severtsov Institute of evolutionary morphology and on the connection of a Hydrobiological Station on Lake Glubokoe to it in 1930th. The brief biographies of well-known ichthyologists (morphologists and embryologists) V.V. Vasnetsov, S.G. Kryzhanovsky, and N.N. Disler, who provided long-term investigations at the biostation have been presented.

НА ГЛУБОКОМ ОЗЕРЕ

В. Грацианов¹

*(Впервые напечатано в журнале «Естествознание и география»,
ноябрь-декабрь 1902 г.)*

Представьте себе ту массу разнообразных ощущений, которую испытывает молодой человек, кончивший провинциальную гимназию и приезжающий в столицу, чтобы войти в храм науки, коснуться святыни, до тех пор казавшейся недосыгаемой, получить звание студента, которое, кстати сказать, в глуши имеет гораздо более обаяния, чем у нас.

Представьте себе такого искреннего и восторженного искателя знания: впервые видящий пред собою программу распределений университетских часов, он приходит в восторг от такого огромного ряда лекций того или иного содержания, который представляется его выбору. Сразу он желает схватить все, слушать все лекции, участвовать во всех занятиях и жалеет, что многие из них назначены в один и тот же час.

Я не знаю, все ли испытывают священный трепет, который, возвышая и приподнимая человека, приводит его в то состояние восторга, с которым не сравнятся никакие земные блага. Это-то восторженное состояние и является источником того мужества и долготерпения, с которым наш прибывший из провинции, в большинстве случаев бедный или недостаточный, студент терпит все невзгоды и лишения, причем нередко еще благословляет свою судьбу за то редкое счастье, которым он пользуется.

Стоя в непосредственной близости к источнику просвещения, к научному учреждению, охваченный такою жаждою знания занимающийся в нём иногда не находит полного удовлетворения, потому что он схватывает только общие основы науки, глубокие сущности которой, открывающиеся только в самостоятельном исследовании, не стесненном рамками программ, ему остаются недосыгаемыми: он только смутно чувствует их. Подобным образом и пишущий эти строки, пройдя курс наук естественного отделения за первый год, не чувствовал полного удовлетворения: то, что мечталось, было несравненно лучше действительности. В это время однажды в проходе Зоологического музея я прочел объявление проф. Н.Ю. Зографа, приглашающее студентов, желающих заниматься на гидробиологической станции на Глубоком озере.

Материальные и другие обстоятельства не позволили мне тотчас же отозваться на это приглашение, да и свойственный мне в это время недостаток

¹ Грацианов Валериан Иванович (1876–1914), будучи студентом Московского университета, в 1898–1899 гг. работал на Гидробиологической станции на Глубоком озере. С 1903 по 1913 гг. состоял ассистентом кафедры зоологии, был сотрудником лаборатории Н.Ю. Зографа. Автор ряда научных публикаций, в основном по ихтиологии, основной из которых была монография «Опыт обзора рыб Российской Империи в систематическом и географическом отношении» (1907). Пропал без вести на фронте в 1914 г.

смелости заставил меня думать, что эта соблазнительная вещь, должно быть, не для меня, а для тех, кто лучше меня. Но мысль или, вернее, мечта о таинственном для меня Глубоком озере далеко запала мне в душу, тем более, что уже тогда я чувствовал большее тяготение к биологической половине естественных наук и главным образом к зоологии. В течение следующего года влечение это увеличилось и, вместе с тем, созрело мое намерение провести лето на Глубоком озере. Несмотря на всю готовность, с которой заведующий станцией Н.Ю. Зограф шел навстречу всякому, желавшему там заниматься, к тому времени, когда я решил обратиться с просьбой о допущении меня на станцию, я не мог попасть, потому что комплект желающих заниматься уже был замещен, и места не было; лишь моей настойчивости удалось добиться попасть на станцию хоть на вторую половину лета.

Окончив полукурсовые экзамены и проскучав первую половину лета, я с нетерпением ожидал желанного извещения о том, что освобонилось на станции место, которое я могу занять. Наконец извещение было получено, и мечта сбылась: я отправился.

Что говорить о том состоянии духа, которое я испытывал? Я всеми силами стремился туда, а вместе с тем боялся своей неопытности, своего неумения быть естествоиспытателем. До тех пор я учился только по книжкам, здесь же мне предстояло, как я думал, встать в непосредственное отношение к природе.

От станции Мухино (73 верст от Москвы) Брестской железной дороги до Глубокого озера 17–20 верст. Учащаяся молодежь, часто стесненная в материальных средствах, иногда совершает путь этот пешком; с вещами, конечно, это неудобно, и я принужден был нанять экипаж, который, как это повсюду принято в Московской губернии, управлялся бабой. Ни дорога, ни экипаж не могут похвалиться излишним удобством; к тому же через полчаса пути разразилась гроза, пошел ливень, который то усиливался, то уменьшался, но не прекращался совершенно в течение всей дороги. Обычный московский пейзаж – холмистая местность: «с горки на горку» – не может претендовать на что-нибудь эффектное, но вместе с тем имеет свою чарующую прелесть. Лесок, речка, луговина – все это так разнообразно, что взор долго не утомляется скользить по этой спокойной смене постепенно переходящих друг в друга предметов. Когда мы выехали на последнюю горку, перед нами расстилалась равнина, отчасти скрытая на переднем плане лесом. Из-за этого леса сверкнуло широкое полотно светло-сизого, холодного, неприветливого цвета. «Вот оно, должно быть, Глубокое озеро», с некоторым душевным волнением заметил я. «Вот вам и Глубокое озеро», как бы угадав мою мысль, сказала моя спутница. Меня волновала мысль: что-то будет из всего этого? И как это все оказалось просто. Но прежде, чем описывать свое пребывание на станции, я опишу в кратких чертах само озеро и то, что с ним тесно связано.

Глубокое озеро по размерам своей площади, приблизительно в полторы квадратных версты, занимает среднее место между многочисленными озе-

рами Московской губ., но по количеству воды, наполняющей его, оно может сравниться только с наиболее крупными озерами, так как большая часть наших озер очень неглубоки. Например, огромное Тростенское озеро, находящееся неподалеку от села Анофриева, почему и именуется также Анофриевским, по своей площади имеет глубину не более $1\frac{1}{2}$ саж. Сравнительно с такими озерами глубина Глубокого озера, оправдывающее свое название, действительно громадно. Если вы захотите интервьюировать на этот счет окружающее население, то получите глубокомысленный ответ, что в озере «дна нет». Это звучит очень зловеще, что-то говорящее о гибели, о смерти слышится в этих словах, но на самом деле наши народные испытатели природы глубоко не заглядывают. Если до дна не достала первая попавшаяся веревка или вожжа, сыгравшая роль лота, то, стало быть «дна и нет». Такая до изумительности простая логика и вызывает зловещие изречения. И я помню в детстве с превеликим страхом смотрел на такие бездонные озера и омуты. На самом деле максимальная глубина озера доходит до 15 сажен; для такого небольшого озера эта глубина весьма значительна.

Очертания Глубокого озера не имеют правильной формы: последнюю всего лучше можно приравнять к овоидной, однако эта форма выражена слабо. Наибольшей стороной озера является его западный берег, отчасти представляющий иловатый грунт и поросший кустарником и мелким леском, отчасти же, именно в северо-западной части озера представляющий трясины, большое торфяное болото, в котором далее на северо-запад сверкают бочаги, заросшие рогозом, подобно верной страже охраняющей их, и связанные между собой внизу, а сверху отделенные нетолстым слоем торфяных растений, содрогающемся при каждом шаге. На некотором расстоянии соединенные между собой бочаги дают начало речке, именуемой Малой Истрой, текущей на несколько десятков верст и впадающей в р. Истру, которая в свою очередь впадает в р. Москву и, стало быть, принадлежит к Волжскому бассейну. Та часть Глубокого озера, из которой берет свое начало Малая Истра, в географическом смысле представляет довольно большой залив сравнительно незначительной глубины: в большой своей части он имеет глубину $1 - 1\frac{1}{2}$ сажени и только у входа в озеро 2–3 саж. До некоторой степени форму этого заливчика, который не имеет установившегося названия, можно сравнить с формой прямоугольника с закругленными краями. Западный его берег также по преимуществу торфяно-болотистый, северный и восточный берега заливчика представляют как бы переход к совершенно твердой почве восточного берега озера, на котором и построена станция. Тут растет уже лес, довольно редкий и низкорослый, но настоящий лес. Здесь растет главным образом береза, осина, дуб, сосна и ель, т.-е. все наши главные породы. При переходе на восточный берег собственно озера лес делается гуще, почва плотнее и дно более песчанисто. Тогда как западный берег и часть северного берега озера и заливчика обрывисты, т.-е. сразу обнаруживают глубину от 1–2 метр., у прочих берегов заливчика, равно как у восточного берега озера,

глубина постепенно сводится на нет. Восточный берег озера покрыт довольно густым, но мелким лесом. На этом берегу находится несколько полян, из которых самые большие две: одна называемая «Андреевское полодневище», а другая та, на которой находится станция. Двигаясь от станции к югу по восточному берегу, мы встречаемся с небольшим торфяным болотцем, фауна которого неизменно служит одним из любимейших объектов исследования станционеров. Затем восточный берег незаметным поворотом переходит в южный, частью покрытый лесом, частью представляющий мокрый луг и также торфяное болото.

Из этой беглой ориентировки можно до некоторой степени выяснить внешний облик и очертания озера. Неправильно овальное, оно имеет на северо-западе придаток значительной величины. Однако, если мы представим себе несколько профилей озера, мы увидим гораздо более правильностей. Насколько позволяют мне судить те измерения, которые производились на озере летом 1899 года В.А. Фоминым и мною, профили эти очень сходны между собою, представляя форму равнобедренных треугольников с основанием в 30–40 раз превосходящих высоту. Таким образом, легко видеть, что более глубокая часть озера, так сказать, ядро его представляет довольно правильную воронку с весьма отлогими краями. Что же касается неправильности наружных очертаний, то все эти неправильности коренятся главным образом в береговых и неглубоких частях. Иначе сказать, стоило поднять дно озера на 1–2 сажени, и озеро будет иметь значительно меньшую и круглую форму, представляя уже настоящую воронку.

На одной из больших полян, как уже сказано, находится то учреждение, которое носит почтенное название гидробиологической станции Отдела ихтиологии Императорского Русского Общества акклиматизации животных и растений. Все сооружение теперь состоит из двух зданий. Первое здание бревенчатый домик в три окна по лицу. В этом небольшом домике помещается кухня, отапливаемая русской печью и служащая жильем прислуге и лаборатория, комната, имеющая два окна на запад и одно тройное «итальянское» окно на север. У каждого окна стоит по простому деревянному столу с таким расчетом, что при нужде здесь могут заниматься с микроскопами, лупами и микротомами 7 человек; кроме того, внутри комнаты стоит стол для занимающихся более грубой препаровкой. Если уж речь зашла об убранстве лаборатории, то следует упомянуть об этажерке самого простого типа, на которой помещаются книги, реактивы и инструменты, и о задних стенах, увешанных шкурками убитых на озере птиц и зверей, составляющими значительное украшение комнаты. Другое здание – большой дощатый барак, имеющий два окна, дверь и крышу из драни. Обстановку барака также нельзя назвать слишком богатой: старый турецкий диван, пять деревянных коек и один стол. Вот и все, что имеется в распоряжении занимающихся. Впрочем, необходимо упомянуть о флотилии. В мое время она состояла из трех лодок, которые имели названия каких-нибудь микроскопических животных.

Из них, впрочем, только одна, носившая название «Лептодора», была годна к употреблению. Прочие страдали значительными недостатками.

Познакомившись вкратце с тем, что представляет Глубокое озеро, я опишу, как там жили и занимались и как занимался и жил я сам. Поехавши на озеро без строго определенных планов и не представляя себе как там занимаются, я совершенно потерялся бы, если бы не встретил там таких же, как и я молодых искателей знания, но более меня знающих и опытных, живших на станции уже не первое лето.

Что же я делал на станции? Прежде всего, я познакомился с микроскопической техникой и стал постепенно делать препараты из различных представителей глубоководной фауны, начиная с представителей различных порядков инфузорий и кончая червями и ракообразными. Инфузорий мы доставали преимущественно в небольшом торфяном болотце, которое находится почти на самом берегу озера, несколько на юг от станции. Оттуда, например, имели *Spirostomum ambiguum*, этого гиганта среди инфузорий, легко видимого простым глазом, напоминающего червячка своим узеньким продолговатым телом и имеющего такое длинное, характерное четкообразное ядро, тянущееся почти во всю длину животного. В маленьком аквариумчике-кристаллизаторе эти удивительные существа размножались до такой степени, что вода положительно рябила ими. Из этого же болотца получались оба вида *Paramecium* (*bursaria* и *aurelia*), оба вида *Stentor* (*coeruleus* и *polymorphus*), *Stylonichia*, несколько видов сувоек (*Vorticella campanula*, *convallaria*, *elongata* и др.). Впервые вкусивши несравненные красоты этого маленького мирка, с которого микроскоп снимает его волшебную шапку-невидимку, я часто по целым часам не мог оторваться от этого моря-капли, несущей столько жизней, бесконечно разнообразных; и в этом мирке передо мною еще яснее выступало истинное величие природы, которая по справедливости *in minimis maxima*. Первые препараты были сделаны, конечно, из более крупных форм, потому что для начинающего приготовление препарата и из большой инфузории представляет уже значительные трудности. Не так-то легко было найти корненожек. Эти малоподвижные, преимущественно донные формы в обыкновенных пробах воды попадают лишь изредка; мне нередко попадались только пустые раковинки корненожек, главным образом нескольких видов диффлюгий (*Diffugia pyriformis*, *lobostoma*, *acuminata*), столь напоминавших по своей форме грушу, раковины *Euglypha alveolata*, вся состоящая из правильных пластиночек, и *Arcella vulgaris indentata*, напоминающие собою шляпку гриба. Что же касается собственно амебы, этого интереснейшего, можно сказать, из всех простейших организмов, то мне она попала здесь только раз, по всей вероятности потому, что этому не благоприятствовал способ лова, который, по правде сказать, был необыкновенно прост. Тот самый кристаллизатор, который потом служил аквариумчиком, я брал с собой на болотце, опускал его между кочками, надавливая его так что через края легко наливалась вода, или же прямо зачерпывал, если

место было достаточно глубоко. Затем в этот кристаллизатор я клал часть тех гниющих растений или веточку торфяного мха с землей, чтобы условия существования приблизительно были теми же. Однако изолированность бассейна, по-видимому, нередко способствовала развитию одних животных на счет других, сильных на счет слабых. Такими победителями, насколько можно было заметить, не занимаясь этим вопросом специально, оказывались, между прочим, вышеуказанные *Spirostomum* и в разное время оба вида *Paramecium*, первая, по всей вероятности, благодаря приспособленности (?). Простота лова, раз дело не шло о специальном исследовании, а только об учебных упражнениях, делу нисколько не вредила, значительно упрощая его. Когда требовалось достать пробы воды из более глубоких бассейнов, мы прибегали к мельчайшей планктонной сети.

Подобным же образом добывались и многие другие представители глубоководного животного мира, главным образом черви и ракообразные.

Последним из ряда простейших, которым я закончил изучение типа, явились споровики, добытые из полости тела зеленых кузнечиков, не определенных мною вследствие полного отсутствия на станции соответствующих книг.

Следующим типом, к которому я должен был приступить, был тип кишечнополостных (Coelenterata). Как известно, тип этот имеет слишком мало представителей в пресных водах: пресноводный полип (*Hydra fusca* L.) и пресноводная губка-бодяга (несколько видов). К сожалению, последние (по всей вероятности здесь была *Spongilla lacustris*) на озере постепенно переводятся, и в то время, когда я был на Глубоком озере, мне не удалось ее найти. Гидру также нелегко было отыскать, так как она, появляясь в массах весною, к середине лета пропадает и появляется вновь только к осени. Для отыскания гидры требовалась целая экспедиция. Гидра растет по преимуществу на нижней стороне листьев и стеблях различных водных растений, преимущественно кувшинки желтой и белой, рдеста, стрелолиста и др. Все эти растения в изобилии находятся в описанном выше большом заливе Глубокого озера, находящемся в его северо-западной стороне. Там на 2-4 сажени все берега заливчика почти сплошь заросли этими и подобными растениями. Вообще этот «залив», «истоки Истры» - знаменитое место у обитателей Глубокого озера. Все, что пореже и поинтереснее, все это происходит в этом заливе. И действительно, это самый интересный, поэтический уголок на всем Глубоком озере. Здесь кипит жизнь всевозможная, разнообразная.

Для меня останутся неизгладимыми те впечатления, которые врезывались в мою душу, когда я иногда часами в лениво покачивающейся лодке, следующей малейшему движению весла, в красный солнечный день приглядывался и прислушивался ко всей окружающей меня жизни, впервые видя ее здесь в таком богатом проявлении. Пластинки темно-зеленых листьев белых кувшинок, плашмя лежащие на воде, закрывали почти весь угол залива, и только между отдельными растениями открывались широкие просветы, в

которое глядело солнце, серебра и золотя и отражая свои веселые лучи. Слышится жужжание перепончатокрылых, и видишь их проворный полет, их мимолетный блеск на солнышке. То и дело покажется фриганида, прямолинейно летит жук, почти падая на цветок и потом с трудом поднимаясь, чтобы лететь дальше. Вдруг налетит коромысло, так удивительно сверкая и играя на солнце своими изумрудными украшениями, что невольно смотришь на него не отрываясь до тех пор куда оно не скроется из вида или не станет на линию между глазами и солнцем: поневоле придется оставить, потому что солнце в такие дни не позволяет смотреть на себя. А темно-синяя фиолетовая лютка с совершенно металлической спинкой! Нужно быть поэтом, чтобы хорошо передать подобные картины и впечатления. Но не такой ли солнечный день и не такой ли животрепещущий легкий мир вдохновил поэта:

Где гнутся над омутом лозы,
 Где летнее солнце печет,
 Летают и пляшут стрекозы,
 Веселый ведут хоровод...

 Под ними трепещут былинки,
 Нам так хорошо и тепло,
 У нас бирюзовые спинки,
 А крылышки будто стекло...

(А.К. Толстой)

Сколько красоты, изящества, сколько удивительной мощи в этих проявлениях жизни! Стоит нагнуться, поднять лист водяной лилии, и другая жизнь открывается перед нашим взором. К черешкам и пластинкам там и тут прилеплены прозрачные, точно хрустальные, колбасовидные палочки, в которых едва заметны мельчайшие точки – яички слизняков или двукрылых; нередко, взявши в руки такую колбаску, можно увидеть уже вылупившихся из яйца крошечных комариных личинок, пока еще не выбравшихся из окружающей их слизи. Тут же на нижней поверхности листа копошатся такие же, только более взрослые личинки, живущие уже самостоятельно. Тут же, извиваясь по черешку листа и скользя по его нижней поверхности, ползает обыкновенная пиявочка (*Nepheleis vulgaris*), то вытягиваясь наподобие змейки, то сжимаясь. А рядом на том же листе вы увидите маленький коричневатый холмик, покрытый твердой скорлупкой, под которой развиваются ее яички. Тут же можно видеть планарий, небольших черненьких плоских червячков. Иногда я встречал тут же прозрачного уroda-рачка (*Argulus foliaceus*), то паразитирующего, то живущего свободно; здесь же можно встретить различных дафниеобразных рачков, из которых сида (*Sida crystallina*) настолько большая, что ее ясно можно видеть на поверхности листа. Всю эту жизнь легко видеть, стоит только приподнять несколько листьев и поближе посмотреть их. Тут же на нижней изрезанной и источенной стороне листьев

и цветов лилии находятся и гидры, впрочем, как я уже сказал, не всегда их можно там найти наверняка. Но этим не исчерпывается все разнообразие водной жизни этого заливчика.

Жизнь здесь бьет неистощимым ключом и, несмотря на ясный мир этого уголка, борьба за существование идет в нем самая жестокая. Вот плывет страшный зверь, водяной скорпион (*Nepa cinerea*), один из водяных клопов, плоский, с огромным шипом на конце своего совсем плоского тела и передними ногами, так напоминающими клешни. Вот и другой не менее страшный жук-плавунец быстро проплывает с одного подводного растения к другому. Но еще страшнее личинки стрекоз со своими поистине «железными масками». А вот этот конь-конькобежец, которого вы видите здесь и так как бы измеряющим водную поверхность (*Hydrometra*-водомер). Глядя на то, как он весело бегает стайками по зеркальной поверхности, можно подумать, что он развлекается, но на самом деле он тоже хищник и постоянно выслеживает добычу.

Вот в этот-то чарующий уголок Глубокого озера и отправлялись мы всякий раз, когда хотели достать что-нибудь для занятий. Здесь у торфяного берега мы останавливали свою «Лептодору» и отправлялись на обширный моховик в поисках чего-нибудь нового, для ловли планктона в темных и мрачных бочагах, служащих истоками Истры. Приятные образы из недавнего прошедшего несколько отвлекли меня от последовательного изложения моих занятий на озере. Впрочем, едва ли интересно их подробное изложение. Одно могу сказать: каждый день открывал мне что-нибудь новое, глубоко интересное для меня, и каждый день работы давал мне некоторый плюс в смысле улучшения техники приготовления такого препарата, на который я тратил очень много времени и труда вначале, к концу моего первого пребывания на озере (около 7 недель) происходило легко и скоро. Чувствуя за это глубокую признательность станции, я, конечно, сознаю, что не в приобретении некоторой техники заключается ценность моих станционных занятий. Техника – дело чисто лабораторное, и в лаборатории нашего Зоологического музея я приобрел бы то же самое, хотя, может быть, и не в такое короткое время. Я ценю то, что при первых шагах на поприще научных знаний я, прежде чем получить объект в свои руки, видел и познавал его в его природных условиях. Таким образом, и всякий препарат, сделанный мною, представлял более интереса и значения для меня, чем тот же препарат, сделанный в лаборатории и полученный из какого-нибудь объекта, находящегося в консервирующей жидкости или, в лучшем случае, в аквариуме. А для занимающихся это имеет особенно большое значение, потому что нередко, занимаясь каким-нибудь объектом (часто даже совершенно чуждым нашей фауне), мы совершенно не имеем возможности рассматривать его в природных условиях. Уже само общее название «испытатель природы», «естествоиспытатель» требует исследования каждого объекта, как части природы – в неразрывном единении с окружающей средой.

Из дальнейшего ряда представителей глубоководной фауны особенно заинтересовали меня малоизвестный мне класс коловраток и до тех пор совершенно незнакомые мне *Gastrotricha*. Мною сделано было большое число препаратов различных представителей коловраток, поражавших меня своей законченностью, сложностью, способностью производить живое потомство и другими свойствами, резко отличающими их от инфузорий, с которыми они сходны своей крайне малой величиной. Вот, например, одно из интереснейших животных микроскопического мира – *Rotifer macrurus*, как само название показывает, имеющий длинный хвост, или весьма сходный с ним *Rotifer vulgaris*. В высшей степени интересен хвост его, складывающийся наподобие зрительной трубы, на конце своем несет маленькую вилочку, которою коловратка и прикрепляется к какому-нибудь предмету. Вы видите, что некоторое время она сидит, и хвост ее сложен, так что в таком положении нельзя иметь представления об его истинной величине. В таком положении со сложенным хвостом она находится в покое, выставив только по сторонам головы свой коловращательный аппарат, реснички которого неумолимо движутся в одном направлении. В то же время ее жевательный желудок также неумолимо работает. Но вот вы видите, что и та и другая работа остановились, настало как бы затишье в работе *Rotifer'a*; через несколько мгновений сжатый наподобие подзорной трубы хвост-нога начинает постепенно вытягиваться, причем общая длина коловратки увеличивается почти вдвое, опять начинает свою работу коловращательный аппарат. Опять сократится подзорная труба и вновь раздвинется, так несколько раз; наконец, она как бы повисла в воде на своих вилообразных придатках, отдаваясь воле течения; но вот она как бы приподнялась на цыпочки, встав на эти придатки, и стремглав бросается по прямому, как бы надуманному ею направлению и исчезает из глаз наблюдателя. Затем вы долго ищите и наконец найдете его опять прицепившимся к какому-нибудь подводному кусту, группе водорослей и т.д. Не один *Rotifer* из этого мира приковывал мое внимание – все или почти все коловратки также интересны своей удивительной своеобразностью, своей законченностью и, вместе с тем, крайней несложностью организации. В какой группе животных еще, кроме эмбриональных стадий, можно видеть целые органы, составленные только из нескольких клеток, которые положительно можно пересчитать! Панцирные и беспанцирные, свободно плавающие и сидячие, одиночные и колониальные – в устройстве своем они проявляют разнообразия не менее, чем в любом типе животного царства, и знакомство с этим классом-типом дало очень много в смысле познания, так как коловратки – животные почти исключительно пресноводные и в наших водах представлены чрезвычайно обильно и разнообразно. Все это было для меня тогда почти что откровением, потому что при прохождении университетского курса животных этим среди целого ряда своеобразных форм, с которыми пришлось знакомиться, я не придавал какого-нибудь особого значения.

Из прочих животных особенно заинтересовали меня различные паразитические черви, которые добыты были нами из самых различных животных, начиная от насекомых и кончая млекопитающими. Здесь все: Distomidae с их редиями и церкариями, в изобилии встречающимися в обыкновенном прудовике (*Limnaeus stagnalis*), прочие Trematodes и Acanthocephali (*Echinorhynchus*), ленточные глисты с их цистицеркоидами, круглые черви и их свободно плавающие личинки; все это легко находить и еще легче наблюдать, но для начинающего все это поучительно в высокой степени, особенно для того, кто хочет убедиться, что в животном организме, как в зеркале, отражается окружающая среда. Почти всякое животное, попадавшееся нам в руки (будь это птица, лягушка, млекопитающее, рыба), вскрывалось и исследовалось в отношении паразитов. Я занимался паразитическими животными только между прочим, для того чтобы просмотреть главнейших представителей, но двое из работавших вместе со мною на станции, Е.Д. Филатова (тогда еще Попова) и В.А. Фомин с особым усердием работали в этой области, результатом чего у первой появилась в Итоме работ станции интересная статья.

В это же время мною был просмотрен целый ряд рачков из групп Copepoda, Cladocera и Ostracoda. Все это своеобразие форм рачков, которых можно просматривать одного возле другого в непрерывном ряде форм, кроме чисто научного познания, дает очень много живого наслаждения благодаря их нередко изумительной красоте и грации. Одним из самых интересных животных из этого мира ракообразных нельзя не счесть лептодору (*Leptodora hyalina*), от которой я положительно не мог оторваться, когда нашел ее совершенно неожиданно в одном планктонном лове. Наскучив тем, что в нашем болотце начали попадаться все одни и те же виды, я поехал в заливчик, чтобы сделать лов планктонной сетью. Я сделал два лова: один со дна, другой с поверхности. Вот в донном-то лове мне и попались эти чудные рачки. Сначала я их не заметил. Вылив свой донный лов в кристаллизатор и поглядевши в него, я совсем не заметил присутствия там ракообразных и занялся поверхностным ловом, в котором так и кишели маленькие рачки (*Cyclops*, *Diaptomus*, *Daphnia*, *Bosmina*, *Sida* и т.д.). Только на другой день утром, присматриваясь к сосуду с донным ловом, я увидел там какое-то движение маленьких водорослей и других, находящихся в воде предметов. Они двигались то туда, то сюда, явно под влиянием какого-нибудь постороннего предмета. Заинтересовавшись этим, я взял широкую пипетку и, захватив все эти предметы, находившиеся в движении, вместе с водой, чтобы изловить и невидимую причину всего явления. Этой причиной и оказался ветвистоусый рачок *Leptodora hyalina* (принадлежащий к сем. Polyphemidae). При рассматривании простым глазом он совершенно прозрачен, и если он не движется, вы его совсем не увидите. Микроскоп опять-таки и с этого волшебника снимает его шапку-невидимку: вы можете рассмотреть его до самой ничтожной подробности. Без каких бы то ни было реактивов вы видите все, как наружное, так и внутреннее строение: огромный слабо фасетированный глаз, от

которого отходят нервы, его кишечный тракт, ярко расцвеченный и резко выделяющийся из остального бесцветного, студенистого тела, и находящийся в движении. Спереди у него огромные усы-антенны, которыми он и производит такой переполох, когда движется, а на спине, напоминая крылышки маленького ангелочка, торчат вверх коротенькие остатки скорлупок; у других семейств ветвистоусых такие скорлупки-раковинки, заключающие все тело, прекрасно развиты, а здесь, очевидно, представляют только пережиток некогда существовавшего органа, лишенный какого-либо функционального значения. Эти прозрачные животные боятся дня и света; только ночью они поднимаются на поверхность, в остальное время скрываются на глубине. Немало оригинальности и своеобразия проявляют и другие представители ракообразных, как напр. циклоп (*Cyclops*), самка которого несет у своего хвоста два мешочка с яйцами, что уже видно простым глазом, или дафнии, носящие под раковинкой на спине в так называемой выводковой или детской камере маленькую дафнию. Все это превосходнейшие объекты для биологических и зоологических наблюдений.

Но этим не исчерпываются объекты наблюдений производившихся на станции. Рыбы, гады, птицы, млекопитающие – всему до известной степени был уделен черед. Рыбы на Глубоком озере должно быть очень много, отчасти, может быть потому, что здесь ее почти совершенно не ловят. Но когда рыба хорошо клюет, случалось, что ее вылавливали пудами. Так, проф. А.П. Сабанеев в одну из своих рыболовных экскурсий на Глубокое озеро увез оттуда около двух пудов окуня и щуки, главным образом окуня. Трудно сказать, окунь или щука преобладают на Глубоком озере. Окуня мне самому приходилось ловить, причем в самые примитивные сети его попадалось несколько экземпляров. Кто ни ловил в озере рыбу на моих глазах, почти исключительно вылавливал окуня. Что же касается щуки, то я сам видел довольно крупные экземпляры. И хотя на удочку она здесь идет очень плохо, но, несомненно, ее в озере огромное количество. Сторож при станции, покойный Николай Семенович, и некоторые из местных жителей рассказывали мне, что щуки в озере видимо-невидимо, что каждый год, когда ломает лед и уровень воды в озере несколько (очень немного) поднимается, захватывая соседние низины и торфяники, туда в огромном количестве идет щука метать икру. Говорят, что в это время неистово разыгрывается среди окрестного населения жажда дешевой добычи: крестьяне отправляются бить рыбу, кто с ружьем, кто с вилами, граблями, с простыми кольями, пользуясь тем, что охваченная настойчивой потребностью неосторожная рыба плывет, невзирая ни на какие опасности, жадный человек бьет ее направо и налево. Мне говорили даже, что часто бывают жертвы этой дикой страсти, так как увлеченные жаждой добычи люди рискуют своим здоровьем и безопасностью, бродя чуть ли не по колено в ледяной воде или ежеминутно рискуют провалиться в какой-нибудь глубокий бочаг, где потонут или на смерть простудятся. Что и случается чуть ли не каждый год. Несомненно, только

громадные количества рыбы могут порождать такие дикие явления. К тому же нельзя не отметить, что при такой любви к рыбе, окрестные жители совершенно не любят ловить рыбу (я встречал всего двух-трех рыбаков), хотя рыбная ловля на озере достаточно вознаграждает, а заведующие станцией против ловли удочками никогда ничего не имеют.

Окунь и щука расплодился в озере, несомненно, на счет других форм рыб; так из семейства карповых только лещ и, может быть, вездесущая плотва водится в значительном количестве; впрочем, на удочку лещ идет всегда плохо, так как держится, по всей вероятности, преимущественно в глубоких местах озера и только ночью идет к берегам кормиться (в это время он и попадался в наши сети, которые мы ставили у берега вечером, а утром другого дня вынимали). Несомненно, здесь водятся лини, плотва (нельзя сказать, чтобы то и другое в значительных количествах), язь, карась и верхоплавка (*Leucaspius delineates*). Вот и все представители карповых. Из прочих рыб нельзя не отметить налима, который, по-видимому, водится в большом количестве, но ютится по дну в более глубоких местах, скрываясь под корнями, под торфяными кочками и т.п. Огромный бассейн воды, который представляет много разнообразия в условиях температуры, освещения дна, количества и качества пищевого содержания, по-видимому, как нельзя более благоприятствует развитию налима. Темнота и низкая температура воды – условия, необходимые налиму, – на дне озера достаточны для того, чтобы жилось привольно. Обыкновенно для нереста налим выходит из озера в реки, куда идет, конечно, против течения. Здесь этого в обычных случаях необходимого условия для нереста налима нет, так как единственная речка, имеющая сообщение с озером, Истра, не впадает в него, а из него вытекает, т.е. налиму для нереста пришлось бы идти по течению, чего он никогда не делает; к тому же очень вероятно, что ко времени нереста налима (начало декабря) обросшие рогозами и на половину заросшие торфом истоки Истры промерзают и едва ли дают свободный проход. Таким образом, остается предположить, что налим или, вопреки своим привычкам, мечет икру в озере или же не мечет икры совсем (что предположить трудно), т.е. что в озере налим представляет случайное явление. Однако обыкновенные количества налима в озере говорят против последнего предположения. Таким образом, едва ли можно сомневаться, что налим, также как щука, окунь, лещ и другие озерные рыбы, там же мечет икру. Соединение в одном озере отъявленных хищников, как налим, щука и окунь, очевидно, крайне пагубно влияет на количество живущих в озере других видов рыб. Всем известно насколько хищны эти рыбы; самое обыкновенное дело, что налим поедает свою молодежь. Окунь также нередко поедает друг друга. Немудрено, что кроме этих видов да щуки «зубастой» и ерша, рыбы в озере держится мало. Какая же судьба могла при таких условиях постичь те 5000 маленьких сижков, которые были пущены в Глубокое озеро в 1892 году Отделом ихтиологии Импер. Общ. Акклиматизации в Москве? Конечно, самая плачевная. Попав в такой обшир-

ный водоем со столькими хищниками (а для несчастного малютки-малька и личинка стрекозы является опасным врагом), само собой разумеется, они в самый непродолжительный срок погибли. Впрочем, до сих пор это обстоятельство фактически еще ничем не удостоверено. Еще ни разу в озере не было произведено достаточно солидного лова рыбы (большими снастями), который показал бы, что еще может скрываться в глубинах озера.

Что касается рыбы в том значении, какое она имеет, как объект для занятий на Глубоком озере, то значение это невелико. Во-первых, рыба слишком обычная и легко доставаемая вещь вообще; во-вторых, в озере-то ее гораздо труднее достать, чем какой-нибудь другой объект, потому что добывание ее посредством удочки требует много времени и труда; к тому же мы интересовались этим объектом только ради находящихся в нем паразитов, которыми заражены рыбы озера в огромном количестве, в особенности хищники: окунь и щука; например, в 1899 году летом было вскрыто В.А. Фоминым и Е.Д. Поповой 24 окуня, из которых 17 были заражены паразитами, причем нередко один и тот же индивидуум был заражен большим числом паразитов одного вида или даже паразитами нескольких видов. Щук вообще у нас в руках было мало, но они все были с наружными и внутренними паразитами. Кроме того, рыбы были объектом для исследования различных стадий развития, для чего могла служить, конечно, только икра, собранная и законсервированная в период икрометания (икра окуня, законсервированная Д.П. Филатовым, и икра леща, законсервированная В.А. Фоминым).

Подобную же участь испытывали и остальные позвоночные животные. Вообще, во время моего пребывания на станции общие интересы тяготели почти исключительно к миру животных беспозвоночных, из позвоночных же всего более интерес возбуждали птицы, которых определяли и с которых снимали шкурки и вешали на стене, что представляло в некотором роде маленький музей, который возбуждал интерес и в посторонней публике. Так, например, ситцевая гагара (*Colymbus arcticus*), хотя иногда и встречающаяся в Московской губ., но очень редко и только перелетом; также и гагара-поганка (*Podiceps cristatus*) и водяная курочка (*Fulica atra*) – более перелетные птицы, хотя и гнездящиеся редко в наших местах; также и хищники, как скопа-рыболов (*Pandion haliaetos*), относительно которого не было известно достоверного случая гнездования в Московской губ., был убит на озере, где он жил целое лето (1898 г.) парюю, питаясь озерной рыбой; и мне однажды пришлось на поверхности озера найти небольшого, приблизительно пятивершкового леща, который был пробит почти насквозь около хребта. Виновником этого, несомненно, была скопа, постоянно летающая над озером и с огромной высоты выслеживавшая добычу. Вонзив свои когти, она, по всей вероятности, испугалась чего-нибудь и выпустила свою добычу; из редких птичек у нас была оригинальная и красивая шкурка зимородка (*Alcedo hispidus*); кроме того, около тридцати других видов птиц были сохранены на станции (список их в вышеуказанных работах станции).

II.

На станции я занимался два раза. Первый раз я только начинал уяснить себе самые элементы зоологического исследования. Я учился у всех моих сотоварищей. Нас была дружная семья, у которой были и общие интересы и одинаковые взгляды; станционная жизнь была жизнью, лишенной всякого комфорта, без всяких претензий, жизнью, которую можно сравнить только с монастырской, можно назвать жизнью научного подвижничества. У нас тогда были выработаны некоторые станционные «правила жизни», обязательные для всех: вставать в 6 ч. утра, прямо с постели купаться, невзирая на погоду, идет ли дождь или нет, холодно или тепло. Это было обязательно для всех. Исключение делалось только для тех, кто не чувствовал себя здоровым. Пища – самая простая. После купанья мы садились за стол пить чай с черным хлебом, только иногда наша сторожиха, кухарка и экономка – прислуга совершенно универсальная, стряпала нам на сметане лепешки из такого же черного теста. И это уже являлось роскошью. После чаю все садились заниматься, кто чем хочет, но непременно вопросами или задачами науки, и все относились к ним строго, занимались серьезно, хотя никого из нас нельзя было упрекнуть в педантизме. В двенадцать часов мы должны были обедать, и трудно было иногда дожидаться этого часа; наша спартанская твердость иногда сокрушалась о настойчивое требование желудка, и мы, оправдывая себя какими-нибудь рассуждениями, устраивали обед свой на полчаса ранее. Да и не мудрено! Молодые здоровые аппетиты не могли довольствоваться на целых полдня теми кусками, кстати сказать, самого невкусного черного хлеба, к которому мы совершенно не привыкли. Но и обед наш в большинстве случаев не роскошен: гречневая черная каша с салом или с маслом и молоко. И того и другого вволю, сколько хочешь. Молоком нас снабжала корова, которую держит сторожиха и которая куплена ею при материальной поддержке содержащего станцию Отдела ихтиологии. Корова эта под названием Буренка питается всеми растительными богатствами Глубокого озера, пьет из самого озера сколько угодно, пасется вокруг на приволье целыми днями. Только к вечеру выйдет сторожиха Ненила и потрясает воздух своими дребезжащими криками: «Буренка, Буренка, Буренка-а-а!». Буренка, находящаяся в это время, может быть, на другой стороне озера, как будто понимает крик своей хозяйки, а может быть уже прямо чувствует время возвращаться, и действительно, беспокойство Ненилы не продолжается слишком долго: не пройдет и нескольких минут как из-за леска раздастся мычание Буренки, а скоро и она сама идет к своей хозяйке. Зато и молоко у этой Буренки необыкновенное. Может быть, в Буренкино молоко кладет свою приправу и тот «лучший повар», который обыкновенно называется голодом. Строгость нравов на озере то поднималась, то опускалась. Падала строгость, и в нравы станционного общества проникала излишняя роскошь, например, чай после обеда. Впрочем, не всегда наш обед был так скуден. Кто-нибудь из живших

на озере всегда был охотником, и редкие экскурсии на охоту доставляли нам дичь, к которой мы относили и таких птиц, которые обыкновенно дичью не считаются и в пищу не употребляются. Так были испробованы цапля, сарыч, галка, грач, ястреб-тетеревятник; все было истреблено, причем только грач и галка выдержали испытание удовлетворительное – все остальное было ниже критики. Зато утки, чирки, тетерева, бекасы, вальдшнепы и кроншнепы также, правда очень редко, появлялись к нашему столу; и уж, конечно, такая редкая пища съедалась дружно. Иногда, когда, бывало, мы не поленимся поставить сеть, у нас бывал и рыбный стол. Я не помню случая, чтобы наша сеть была пуста; в нее попадалась рыба двух видов: лещ и окунь, штук по пяти – шести за раз. Проще нашей рыбной ловли ничего нельзя было и придумать. Простая прямая сеть ставилась обыкновенно в несколько шагах от берега на заранее воткнутых кольях, на глубине 1–3 аршин, так что мы иногда ставили сеть, не прибегая к лодке. Очень интересно то, что можно было (почти наверное) по желанию ловить лещей или окуней. Для этого нужно было только поставить сеть на той или другой стороне: на стороне нашей лаборатории ловились почти исключительно лещи, а на противоположной (западной) стороне мы не поймали ни одной другой рыбы кроме окуней. Но нас всегда затрудняло сушение и распутывание сетей, требуя слишком много времени, так что в большинстве случаев мы отказывались от удовольствия иметь за столом рыбу.

После обеда у нас полагалась гимнастика и игры на воздухе: в это время отправлялись гулять, экскурсировать по озеру за материалом для занятий и т.п. Затем чай опять собирал всех вместе. После чаю опять лабораторные занятия до тех пор, пока спускавшееся за озеро солнце, бросая ослепительные лучи, не прогоняло нас от микроскопов. Прямо против двух окон лаборатории закатывалось солнце, и каждый день мы видели это солнце во всей его красоте, каждый день оно само приходило к нам в комнату и говорило: «я кончаю свой трудовой день, и вам пора». Действительно, мы кончали. Было время ужина и вечернего чая. Ужин не был обильнее и роскошнее обеда. Он повторял ту же кашу и то же молоко. После ужина время вечерней прогулки в лодке по озеру, где раздавалась иногда хоровая песня, часто не особенно стройная, но всегда задушевная. В этих темных, озаренных только сиянием луны вечерах, чудных вечерах столько красоты, что невольно все мы, до страсти предавшиеся науке, поглощенные жизнью ума, забывали все на свете, кроме этой чудной, полной жизни ночи. Ночь на озере так невозмутимо тиха, такой мир царит кругом, что он невольно захватывает все существо до глубины. Куда ни поглядишь, гладь озера то серебристо-чешуйчатая, то спокойно-угрюмо-гладкая; скрывают границы озера группы темных деревьев, из которых как широкий поток вырываются поляны, облитые белым светом.

Подобно этому мы проводили большую часть наших дней, иногда разнообразно, конечно, кому как вздумается. Однако среди этого невозмутимого мира нашей глубокоозерской жизни были и тяжелые моменты, бороться с

которыми было невозможно, а относиться спокойно к ним невыносимо. В жизнь этого маленького мира отшельников вторглись маленькие, ничтожные враги, которые, однако, способны были поистине отравить существование, ослабить энергию, привести положительно к апатии. Этим врагом являлись бесчисленные комары, которых в «комариное» время действительно так много, что они положительно висят в воздухе. Только сядешь, например, смотреть в микроскоп, только напряжешь внимание, как сейчас же оно отвлекается в сторону: слышишь, как в нескольких местах нажигают тебя маленькие кровопийцы; сядешь за обед, то же самое; к тому же имеешь полнейшую возможность полакомиться комариным мясом. Один из наших постоянных станционеров, уже упомянутый В.А. Фомин, во избежание последнего, забирал с собою свою кашу и молоко, садился в лодку и уезжал на середину озера: там он мог спокойно пообедать. Но это зато является единственным тяжелым условием жизни на станции, и к счастью, оно имеет силу лишь первую половину лета. Содержание наше на станции стоило очень недорого, от 6 до 10 р. в месяц, так что материальная сторона дела особенно тяжело на нас не ложилась, и заботы особенно нас не смущали. Жили мы отрезанные от внешнего мира, так как ближайшие от Глубокого озера деревня около трех верст. Сообщение с внешним миром нам служило село Горбово, земский начальник которого Д.В. Муранов любезно взял на себя миссию отправлять и получать на ст. Мухино нашу корреспонденцию. Такое обстоятельство значительно облегчило наши сношения с внешним миром. Таким образом, мы и жили одной дружной семьей, поневоле тесно сплотившейся в этом маленьком уголке, отделенном от окружающего мира. Так я прожил все эти семь недель и уехал оттуда с сознанием удовлетворения и глубокой признательности станции и своим сотоварищам на ней.

III.

Было уже около двадцатого июля 1899 года, когда я приехал на станцию второй раз. На этот раз я оказался на станции один-одинешенек. Отчасти это обстоятельство явилось для меня неожиданностью, однако я быстро помирился с ним. Проведенное в отдыхе лето наскучило мне бездеятельностью, и мне хотелось уже снова взяться как следует за дело. В тот же день я объехал озеро, набрал себе самых различных животных и стал ими заниматься. Кроме того, мною было привезено с собой большое количество сделанных за зиму в лаборатории препаратов, которые мне хотелось обстоятельно просмотреть. Первая неделя моего пребывания была чудным временем и останется навсегда одним из самых отрадных воспоминаний в моей жизни. Работал я усидчиво и неутомимо; в часы утреннего чая, обеда, вечернего чая и ужина я садился за стол с книгою и там, где я не мог наблюдать и препарировать, я читал. Какая-то страсть работать, «запой» захватил меня. Мне никто не мешал, и я был доволен, что со мною никого нет. Я жил и желал

жить полным отшельником. В приезжавших на озеро соседях я видел только помеху и не хотел поддерживать с ними сношений. Первые дни моего пребывания на озере погода была довольно хорошая, и я пользовался ею, позволяя себе совершить маленькую прогулку вокруг озера всего на несколько минут. Однако скоро погода изменилась к худшему. Пошли дожди, которые так и не переставали до самого конца августа. Начались темные ночи, отчаянные северные ветры, которые, проносясь над широкой равниной озера и вздымая валы на нем, с шумом накидывались на стационарный дощатый барак, в котором я один ночевал в эти бурные ночи. Проходя в пазы одной дощатой стены и врываясь в щели второй стены, ветер со свистом и шумом входил в помещение барака, разгуливал по нему, забирался под одеяло, напевал какие-то странные, скучные мелодии. Привычка ли к постоянной городской жизни, неумение ли сообразоваться со стихийными звуками шумящего леса и волнующегося озера – но все это удивительно странно действовало на мое душевное состояние. Меня охватывало какое-то волнение, робость, мне делалось жутко, страшно. Хотя первые дни по приезде я также спал один, но я не придавал этому значения – дверь в мой барак я не запираю и спал совершенно спокойно. Теперь же, несмотря на то, что я говорил себе, что неосновательно чего бы то ни было бояться, я все-таки несколько раз подчинился какому-то внутреннему чувству, вставал и запираю дверь. Но и это не помогало. Иногда я до рассвета не мог заснуть, именно какое-то волнение – отзвук волновавшейся природы – мучило меня. Утром я снова принимался за работу и работал, можно сказать, не вставая с места. Две недели прошло, когда я решил наконец нарушить свое отшельничество и выйти на свет Божий. Первый мой выход был в Горбово; я вышел как из стен заключения и на все глядел какими-то особыми радостными глазами. И немудрено. В течение двух недель единственной моей собеседницей являлась сторожиха Ненила, которая могла со мною поделиться очень немногим, а я с нею ничем решительно. Дождь лил целые дни как из ведра, я не мог пройти из лаборатории в барак и обратно, чтобы не вымокнуть; положительно не удавалось выбрать времени, чтобы съездить к истокам Истры за ловом. Единственным разнообразием мне служила Ненила, которая каждый день по несколько раз надрывалась, клича домой свою Буренку и еще Калинку – маленького бычка, совершенно такого же какой был и в прошлом году. Прошлогоднего тоже звали Калинкой. «Калина, Калина, Калинка-а-а!» – раздавались часто вопли, на которые, впрочем, их виновник обращал, по-видимому, гораздо менее внимания, чем его степенная мать Буренка. В конце концов Ненила сама пойдет искать Калинку и иногда так близко найдет его, что право не стоило так надрываться. Иногда, впрочем, между нами заходили различные теоретические разговоры и даже диспуты. Одной из наиболее серьезных тем разговоров был вопрос, могут ли семена ячменя или овса дать какое-нибудь другое растение, например, рожь. Всякому, кто прочтет эти слова, вопрос покажется наивно-смешным. Однако же я несколько бесед употребил на то,

чтобы убедить Ненилу и некоторых приходивших крестьян в нелепости их мнения. А мнение это такое: если с осени посадить семена какого-нибудь ярового хлеба, то какие бы мы ни посадили, из них выйдет на следующую весну рожь. – «Что вы, барин? Это уж так верно, что вы и не говорите» – так решительно отстаивала свою правоту Ненила. Не одна Ненила держится за это: такое убеждение существует во всей тамошней округе. Откуда взялось такое странное, по-видимому, ни на чем не основанное суждение? Однако, как оказывается, оно основано на фактах, и только неумение народа обращаться с фактами привело их к такому неожиданному выводу. История этого воззрения такова. Много лет тому назад пришел откуда-то к ним старичок и сказал им, как нужно сеять хлеб. «Когда вы сеете рожь, прибавляйте туда ячменя или овса, и из этого ячменя или овса у вас тоже выйдет рожь, только колосистая и крупная». Старичок был почтенный, его послушались и с тех пор не нарадуются. Действительно, стоит им на меру ржи прибавить хоть четверть меры ячменя, и происходит удивительное дело: должен бы взойти ячмень, а всходит рожь, да такая сильная, крупная. Как мне потом объяснил местный земский начальник Д.В. Муранов, факты, лежащие в основании этого, таковы: крестьяне действительно сеют рожь пополам или на четверть с ячменем или овсом, и так как они обыкновенно сеют очень неумело – слишком густо и беспорядочно, то семена ярового хлеба, упавши среди семян озимого, на весну не взойдут, а ржаные семена лягут более редко, просторно, сорные травы до некоторой степени будут вытеснены угасшими яровыми растениями – одним словом, общие условия для развития ржаного растения создадутся более благоприятные и, само собой разумеется, растение выйдет богаче и семена крупнее. Такое же рассуждение в самой общедоступной форме я попробовал излагать перед Ненилой, но это был глас вопиющего в пустыни: убедить в чем-нибудь такого убежденного человека, как Ненила, более чем трудно, прямо невозможно. В конце концов она сама предложила мне доказать это опытным путем, засадить с осени маленький уголок грядки ячменем, и посмотреть, что из этого выйдет на весну. Но по своей забывчивости она, наверное, тотчас же забыла свое великодушное предложение. Один из окрестных крестьян, желая получить очень хорошую рожь, как передавал мне тот же Муранов, засадил с осени целую полосу земли овсом. И что же у него получилось на следующий год? Ровно ничего; но он, кажется, остался при своем убеждении.

Трудно себе представить, что тут же под самой Москвой существуют такие уголки, в которых мысль работает как-то совершенно превратно, в которой существуют такие невероятные представления о столь близких народу природных явлениях.

В Преображение (6 августа) настал было первый хороший, ясный день за все время, но недолго я им нарадовался. После обеда пошел опять дождь, опять тот же ветер, невыносимый, скучный. Погода стала меня утомлять, хотя мои занятия шли превосходно, особенно меня радовало то, что наблюдая в микроскоп,

я начинал уяснять себе многое из того, что мне совершенно непонятно было во время занятий в лаборатории. Это меня радовало и в значительной мере мирило с окружающей обстановкой. Имея еще заранее намерение посетить заведующего станцией Н.Ю. Зографа в его деревне, от которой до станции около 20 верст, я сначала было выбрал для этого путешествия именно 6 августа, но потом я решил, что еще недостаточно позанимался, чтобы позволить себе такое баловство; к тому же я все ждал приезда одного своего товарища, С.В. Покровского, чтобы вместе с ним отправиться туда. Однако он не приезжал; погода по-прежнему стояла отвратительная, наконец, уже стало и работать плохо. Тогда я решил, во что бы то ни стало, 15 августа отправиться в Мытники (имение Н.Ю. Зографа). Наконец пришло и 15 августа. Покровского не было.

Сначала было выглянуло солнышко, но потом хлынул дождь, который, впрочем, скоро значительно утих. Пришли девять часов, но не дали ничего утешительного. Тогда я решил привести свое намерение в исполнение. Только настоятельная потребность поскорее увидеть живое человеческое лицо потянула меня в дорогу. Дождь сменялся холодным ветром; после трехнедельного проливного дождя везде а низинах стояла вода по колени, так что едва не заливала за борт высоких сапогов; но все это было пустяки, мне было легко идти потому, что впереди меня манил приятный призрак мирной, уютной комнаты, в которой я найду приветливую семью. На подъеме в крутую гору в селе Аннино приходилось чуть не ползти на четвереньках – все это было ничто в сравнении с той тоской одиночества, которую я стал испытывать последние дни. Я очень быстро шел. Вот я прошел последнюю деревню, вот высокие деревья парка мрачно качают своими верхушками. Перепрыгнул канаву, и я в парке. Какая-то удивительная тишина, только слышно, как мрачно скрипят верхушками гиганты-деревья, и холодный пронизывающий ветер гуляет по всему парку. Суровым холодом дохнул на меня парк. Идя дальше, я не слышал ни малейшего признака жизни. Подойдя к дому, я увидел, что окна его заколочены. Да, хозяева только сегодня утром уехали. Трудно представить себе испытанную мною досаду. Ждать, идти под дождем и резким, холодным ветром несколько часов. Торопиться – и испытать такое разочарование. Я сел на одну из скамеечек парка и стал думать, что мне делать. А делать мне можно было только одно: возвращаться на станцию. Выкурив папироску и скрепя сердцем, я с унылой душой поплелся назад, как поруганный. Ветер на обратном пути делался еще резче; хотя дождя было меньше, но грязь под ногами была та же; от одной лужи до другой на моих сапогах приставала липкая грязь, и я таскал поневоле такие гири на ногах, так что рад был, когда встречалась лужа, освобождавшая меня от такого излишнего балласта. Был уже шестой час вечера, когда я, усталый, промокший до последней ниточки и голодный, с ноющей грудью притащился на станцию. И что же я вижу! На крыльчке стоит он самый, желанный С.В. Покровский. В один момент вся досада соскочила с меня. Грудь перестала ныть, и какая-то неистовая радость охватила меня.

Около двух недель прожили мы еще на станции, но зоологией занимались мало; мне не хотелось. Да что-то ничто не клеилось; впрочем, можно было и отдохнуть после трудов перед началом учебного года.

В. Грацианов

Москва, 26 октября 1902 г.

ON LAKE GLUBOKOE

V. Gratsianov

Summary

This is a student's story about the nature of Glubokoe Lake and the surrounding area, about the life of students at the biostation "Glubokoe Lake", their educational and scientific studies at the very end of the 1890s.

Труды Гидробиологическая станция на Глубоком озере, Т. 12.

Под ред. д.б.н. Н.М. Коровчинского

М.: Товарищество научных изданий КМК, 2022. 228 с.

Формат 70x100/16. Усл.изд.л. 19,25.

Тираж 500 экз. Заказ №67893

Отпечатно в ООО «Галлея-Принт»

Москва, 5-я Кабельная ул., 2Б