

ОСНОВНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЗЕРА БОЛЬШИЕ ХРУСЛОМЭНЫ (КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ БЕЛОГО МОРЯ)

Г.Н. Лосяк*, Е.Д. Краснова**, Н.М. Кокрятская*, Д.А. Воронов***

* *Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаврова РАН, г. Архангельск, glosyuk@yandex.ru, kokr@yandex.ru*

** *Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, e_d_krasnova@mail.ru*

*** *Ин-т проблем передачи информации имени А.А. Харкевича РАН; НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского, МГУ, Москва, da_voronov@mail.ru*

MAIN HYDROLOGICAL PARAMETERS OF THE BOLSHYE KHRUSLOMENY LAKE (KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA)

G.N. Losyuk*, E.D. Krasnova**, N.M. Kokryatskaya*, D.A. Voronov***

**N. Laverov Federal Center of Integrated Arctic Research*

***Department of Biology, Moscow State University, Moscow*

****Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences, Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Moscow State University, Moscow*

Аннотация. Представлены данные исследований гидрологических и гидрохимических параметров стратифицированного озера Большие Хрусломены, расположенного на о. Олений в Кандалакшском заливе Белого моря. Содержание большого количества сероводорода в придонном горизонте водоёма были подтверждены в ходе многолетних исследований.

Ключевые слова: стратифицированный водоём, сероводород, цикл серы, Белое море.

Введение

Кольский берег Белого моря имеет изрезанную линию и в результате постгляциального изостатического поднятия небольшие заливы и бухты начинают отделяться от моря и образовывать озера – изоляты. Одна из стадий такого отделения – меромиктическая (образование устойчивой стратифицированной структуры). Образующиеся отеляющиеся водоемы имеют уникальные гидрохимические условия, способствующие интенсивному протеканию процесса сульфатредукции и накоплению в придонных горизонтах большого количества токсичного для гидробионтов сероводорода.

Объект и методы

В работе представлены результаты исследований, проведенных во время экспедиций в Кандалакшском заливе Белого моря в окрестностях Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (ББС МГУ).

Для исследований был выбран водоём Большие Хрусломены (66°42,97'N 32°51,54'E), расположенный в районе Полярного круга в Кандалакшском заливе Белого моря рядом с пос. Лесозаводский на о. Олений (Кандалакшский район Мурманской области) [2]. Озеро отделено от моря фильтрующей дамбой, через которую соленая вода при каждом приливе поступает в водоём. Озеро имеет изрезанную береговую линию, пробы отбирали в центральной наиболее глубокой части водоёма (глубина около 20 м).

Пробы воды отбирали погружным насосом (в августе 2013 г., марте 2017 г.) и горизонтальным погружным поликарбонатным батометром (в марте и

сентябре 2018 г., в марте 2019 г.). Гидрохимические параметры регистрировали кондуктометром WTW Cond 315i, оксиметром Марк 302 Э, рН-метром и Eh-метром WaterLiner WMM-73. Сероводород определяли фотометрическим методом по РД 52.24.450-2010 на фотометре Эксперт 003 и йодометрическим методом по РД 52.10.742-2010. Пробы воды с высоким содержанием сероводорода при отборе разбавляли дистиллированной водой и анализировали обоими методами [1].

Обсуждение результатов

Озеро Большие Хрусломены на протяжении последних десяти лет, охваченных нашими исследованиями, имеет устойчивую стратифицированную структуру (меромиктическую): солоноватый (4-7‰) верхний слой толщиной около 2 м (миксолимнион), ниже располагается гало-, термо- и хемоклин, а в монимолимнионе сохраняется реликтовая солёная вода с наибольшей соленостью возле дна около 24‰ и высоким содержанием сероводорода.

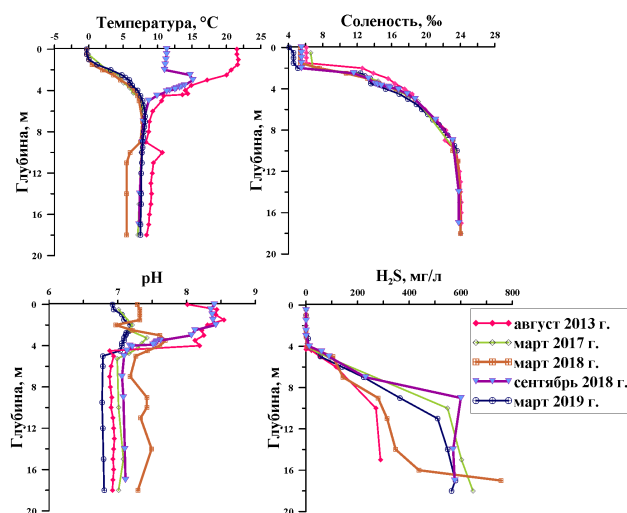


Рис. 1. Гидрологические параметры и содержание сероводорода в озере Большие Хрусломены.

Профили температуры в озере (рис. 1) характерны для меромиктических озер, где сезонные колебания температуры происходят только в верхнем слое и; в оз. Б. Хрусломены они ограничены глубиной 4 м. В зоне ниже хемоклина, расположенного на горизонте около 3 м, температура остается практически одинаковой ~7°C. Небольшие отклонения от этого значения наблюдались в августе 2013 г. и марте 2018 г.

Соленость (рис. 1) по всему профилю оставалась почти неизменной на протяжении всего периода исследований: опресненный верхний слой водной толщи около 2 м с соленостью около 4-7‰, ниже располагается галоклин, и соленость возрастает до 20‰ на глубине 6 м, а в придонных горизонтах остается постоянной (~ 24‰).

Показатель рН имеет небольшие отклонения от значения 7 в зоне ниже хемоклина. В верхних горизонтах изменения отмечены в теплые сезоны (в ав-

густе 2013 г. и сентябре 2018 г.): рН смещен в щелочную область, что связано с активно протекающими фотосинтетическими процессами в миксолимнионе.

Сероводород (продукт бактериальной сульфатредукции) в озере обнаруживается с глубины 4 м (под хемоклином), и его содержание возрастает с глубиной до огромных значений (~ 600 мг/л). Большие концентрации сероводорода в придонном горизонте были подтверждены двумя методами: фотометрическим и йодометрическим. Высокие значения содержания H_2S сохраняются на протяжении нескольких лет исследований в разные сезоны. Таким образом, в водоёме сложилась устойчивая стратифицированная структура с анаэробными условиями в зоне ниже хемоклина и накоплением в мониолимнионе больших концентраций сероводорода. Такие же огромные значения содержания H_2S нами были ранее определены в другом меромиктическом водоёме, отделяющемся от Белого моря – в озере Трехцветном [3].

Выводы

В результате проведенных многолетних исследований была подтверждена устойчивая стратифицированная структура (меромиксия) озера Большие Хрусломены. В придонном анаэробном слое водоёма (мониолимнионе) активно протекает процесс бактериального восстановления сульфатов с накоплением у дна сероводорода в огромных концентрациях, достигающих значений ~ 600 мг/л. Это больше, чем в других известных бассейнах с сероводородным заражением (Черное море, озеро Могильное, фьорд Фрамварен). По содержанию сероводорода в придонных горизонтах озеро Большие Хрусломены можно сравнить с другим меромиктическим водоёмом, отделившимся от Кандалакшского залива Белого моря, – с озером Трехцветное.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-05-00377).

Литература

- [1] Дубинин А.В., Демидова Т.П., Кременецкий В.В., Кокрятская Н.М., Римская-Корсакова М.Н., Якушев Е.В. Определение восстановленных форм серы в анаэробной зоне Черного моря: сравнение методов спектрофотометрии и йодометрии. / *Океанология*, 2012. Т. 52, №2. С. 200-209.
- [2] Краснова Е.Д. Водоёмы, отделяющиеся от Белого моря: разнообразие и типовая структура. / *Изучение, рациональное использование и охрана природных ресурсов Белого моря (сборник статей)*. СПб: Зоологический институт РАН, 2007. С. 115-118.
- [3] Losyuk G., Kokryatskaya N., Krasnova E. Formation of hydrogen sulfide in isolated basing at the Karelian of the White sea coast. / *EARSeL eProceedings*, Vol. 14, Special Issue: 1st Student Workshop on Ecology and Optics of the White Sea, 2015. P. 49-54.

S u m m a r y. The paper presents the data of hydrological and hydrochemical parameters in the stratified Lake Bolshye Khruslomeny, located on the Oleny Island of the Kandalaksha Bay (White Sea). In the course of multi-year research the accumulation of a large amount of hydrogen sulfide in the near-bottom horizon of a reservoir has been confirmed.

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. И. ГЕРЦЕНА
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ
НОЦ «ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»
ИНСТИТУТ ОЗЕРОВЕДЕНИЯ РАН
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

RUSSIAN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY OF A.I. HERZEN
FACULTY OF GEOGRAPHY
REC «ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT»
LIMNOLOGY INSTITUTE OF RAS
RUSSIAN GEOGRAPHIC SOCIETY

География: развитие науки и образования

Geography: Development of Science and Education

I

Коллективная монография
по материалам Всероссийской, с международным участием,
научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения
18-21 апреля 2019 года,
посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова,
135-летию со дня рождения П.В. Гуревича,
90 -летию со дня рождения В.С. Жекулина

Collective monograph
on the materials of annual All-Russian with the international participation,
Scientific-Practical Conference LXXII Herzen readings 18-21 April 2019,
devoted to the 150 anniversary since the birth of V.L. Komarov,
to the 135 anniversary since the birth of P.V. Gurevich,
to the 90 anniversary since the birth of V.S. Zhekulin

Санкт-Петербург
2019

Рецензенты:

Д.В. Севастьянов, Ал.А. Григорьев

Ответственные редакторы:

С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина

Редакционная коллегия:

*Л.Б. Вампилова, Д.А. Гдалин, Ю.Н. Гладкий, С.В. Ильинский, Е.Д. Краснова, В.Ф. Куликов,
С.И. Махов, Л.Г. Мачавариани, В.Г. Мосин, Е.М. Нестеров, Л.А. Пестрякова, В.Д. Сухоруков*

Техническое редактирование:

*А.С. Баранов, М.А. Бахир, В.В. Брылкин, Л.Б. Вампилова, Р.В. Паранин, А.Н. Паранина,
Е.Д. Краснова, В.Ф. Толкачева*

География: развитие науки и образования. Том I. Коллективная монография по материалам ежегодной Всероссийской с международным участием научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения, посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова, 135-летию со дня рождения П.В. Гуревича, 90-летию со дня рождения В.С. Жекулина, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 18-21 апреля 2019 года / Отв. ред. С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. – СПб.: Изд-во Астерион, 2019. – с. 547.

Geography: development of science and education. Part I. Collective monograph on materials of the annual All-Russian with the international participation, scientific and practical conference LXXII Gertsenovskiy readings, devoted to the 150 anniversary since the birth of V.L. Komarov, to the 135 anniversary since the birth of P.V. Gurevich, to the 90 anniversary since the birth of V.S. Zhekulin. St. Petersburg, RSPU of A.I. Herzen, on April 18-21, 2019 / by edition S.I. Bogdanov, D.A. Subetto, A.N. Paranina. – St. Petersburg: Asterion, 2019. – с. 547.

Коллективная монография «География: развитие науки и образования» представляет новые результаты развития географии и географического образования в России и других странах. Монография отражает основные направления работы ежегодной научно-практической конференции Герценовские чтения, проведенной на факультете географии РГПУ им. А.И. Герцена 18-21 апреля 2019 г. Монография адресуется представителям географической науки и образования, специалистам в области географии, смежных естественных и гуманитарных наук. Материалы сгруппированы в два тома. Том I включает вступительную главу и разделы: 1. физическая география: направления, методы и междисциплинарные исследования; 2. полярные исследования и пути освоения Арктики; 3. исследования меромиктических озёр России; 4. современные проблемы теоретической и прикладной лимнологии и гидрологии; 5. эволюционная и историческая география, ритмика процессов и явлений. Том II включает разделы: 1. геоэкология, природопользование и охрана окружающей среды; 2. социально-экономические системы и географические аспекты глобализации; 3. развитие географического образования; 4. регионоведение, краеведение, туризм, природное и культурное наследие.

Материалы публикуются в авторской редакции

978-5-00045-696-5

978-5-00045-697-2

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2019

© Институт озероведения РАН, 2019

© РГО, 2019

© Авторы статей, 2019