

**Лосюк Г.Н.¹, Кокрятская Н.М.¹, Василенко А.Н.²,
Воронов Д.А.^{3,4}, Ефимов В.А.², Краснова Е.Д.⁵**

(¹Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаврова РАН, г. Архангельск, e-mail: glosyuk@yandex.ru; ²Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва; ³Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, г. Москва; ⁴Научно-исследовательский институт физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва; ⁵Беломорская биологическая станция Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва)

**Прогрессирующее сероводородное заражение озера
Могильного по данным экспедиции 2019 года**

**Losyuk G.N.¹, Kokryatskaya N.M.¹, Vasilenko A.N.²,
Voronov D.A.^{3,4}, Efimov V.A.², Krasnova E.D.⁵**

(¹N.Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Arkhangelsk; ²M.V. Lomonosov Moscow State Universities, Moscow; ³Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow; ⁴Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Moscow State Universities, Moscow; ⁵Pertsov White Sea Biological Station, Moscow State Universities, Moscow)

**Progressive hydrogen sulphide contamination of Lake
Mogilnoe according to the expedition in 2019**

Ключевые слова: меромиктическое озеро, сероводород, процесс сульфатредукции.

Получены новые сведения о сероводородном заражении придонного анаэробного слоя меромиктического озера Могильное (о. Кильдин Баренцево море). Показано поднятие границы распределения токсичного для живых существ сероводорода по сравнению с предыдущими исследованиями реликтового водоема.

Озеро Могильное (о. Кильдин Баренцево море) – уникальный гидрологический памятник природы федерального значения; служит местом обитания кильдинской трески – особого подвида атлантической трески, который образовался в оз. Могильном в результате изоляции. Согласно классическим представлениям, которые сформировались в конце XIX - начале XX веков, это меромиктическое озеро, для которого характерно наличие трех основных слоев: пресного верхнего, морского посередине и сероводородного возле дна. Начиная со второй половины XX века, в водоеме замечен тревожный тренд изменений в гидрологической системе. Поверхностный слой истончается и становится более соленым, а сероводород поднимается все выше. Цель данной работы – определение современной границы распространения сероводорода и его концентрации на разной глубине.

Из меромиктических озер России Могильное имеет самую большую историю изучения. Первые сведения о водоеме были получены еще в 1887 г. в ходе зоологических исследований в Баренцевом море С.М. Герценштейна. Позже исследования на озере проводили Н.М. Книпович, К.М. Дерюгин и др. [1–3]. Во второй половине XX века было замечено, что граница сероводородного слоя поднимается, в 1998-99 гг. впервые были зарегистрированы значения концентрации H_2S более 50 мг/л, и вода с такими характеристиками заполняла половину глубины сероводородного слоя.

В 2018–2019 гг. исследования оз. Могильного были продолжены в комплексных экспедициях, поддержанных Русским географическим обществом в рамках проекта: «Колыбельная трескового озера. Документация экосистемы оз. Могильного (о. Кильдин, Баренцево море)».

Для определения содержания растворенных сульфидов в озере Могильном были отобраны пробы с разных горизонтов в наиболее глубокой части водоема погружным насосом с размеченным проводом в 2018 г. и горизонтальным поликарбонатным батометром в июне 2019 г. Сероводород определяли фотометрическим методом по РД 52.24.450-2010 на фотометре Эксперт 003. Пробы воды с высоким содержанием сероводорода были отобраны с разбавлением дистиллированной водой при отборе [4].

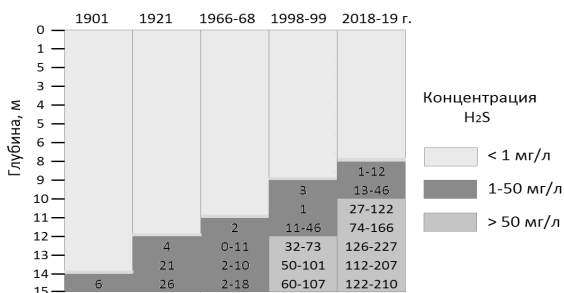


Рисунок 1. Результаты определений сероводорода в озере Могильном за весь период его исследований.

Для отслеживания динамики распределения сероводородных вод по толще вод озера были выделены три зоны: 1) верхняя с концентрациями сероводорода от аналитического нуля до следовых количеств (меньше 1 мг/л); 2) средняя с концентрацией от 1 до 50 мг/л и 3) нижняя, больше 50 мг/л (ис. 1). В течение периода исследований 2018–2019 гг. наиболее стабильной была граница между второй и третьей зонами. Положение между первой и второй в значительной мере зависит от сезона – осенью эта граница ниже, чем летом.

В ходе наших исследований были отмечены различия в концентрациях сероводорода в придонных горизонтах между 2018 и 2019 гг. – 140 и 200 мг/л соответственно. Возможно, они связаны с тем, что в июне 2019 г. аналитические определения были выполнены на месте отбора проб, что позволило избежать потери анализируемого вещества, а в 2018 г. зафиксированные пробы были проанализированы позже. Однако не исключено, что они отражают сезонную динамику. В зимнее время в известных нам аналогичных водоемах граница сероводорода обычно поднимается; согласно монографии [3] это справедливо и для оз. Могильного – весной 1999 г. подо льдом концентрации сероводорода больше 1 мг/л начинались с глубины 7–8 м, хотя летом того же года – только с 9 м. Скорее всего, и в июне 2019 г. граница распространения сероводорода могла не успеть опуститься после подъема к поверхности зимой. А несколько меньшие данные 2018 года получены в конце лета.

Также мы попытались отследить изменение положения границы сероводородной зоны с начала прошлого века до наших дней (Рис. 1). В 1901 году граница сероводорода находилась между 13 и 14 м и под ней концентрация была невысокой; в 1921 г. граница поднялась к 11–12 м, концентрация сероводорода в придонном слое существенно увеличилась; в 1966–68 гг. опубликованные значения концентрации были незначительно ниже, а граница поднялась еще на 1 м; в 1998–99 гг. впервые были зарегистрированы значения более 50 мг/л, вода с такими характеристиками заполняла половину глубины сероводородного слоя. И, наконец, в 2018–19 гг. сероводород распространился до глубины 8 м, а зона с высоким его содержанием расширилась вплоть до глубины 10 м.

Таким образом, за период с 1901 г. наблюдается прогрессирующее сероводородное заражение озера Могильного, которое выражается в увеличении его концентрации в придонной зоне (максимальная концентрация в июне 2019 г. – 210 мг/л) и подъеме границы его распространения.

Работа поддержана Русским Географическим обществом (проект «Колыбельная трескового озера. Документация экосистемы озера Могильного (о. Кильдин, Баренцево море)» № 13/2018-Р и РФФИ (грант №19-05-00377).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дерюгин К.М. Реликтовое озеро Могильное (остров Кильдин в Баренцовом море) // Труды Петергофского естественно-научного института. Л., 1925. № 2.
2. Реликтовое озеро Могильное / Ред. Гуревич В.И., Цееб Р.Я. Л.: Наука, 1975, 298 с.
3. Реликтовое озеро Могильное (исследования 1997–2000 гг.). Мурманск: Изд-во. ПИНРО, 2002. 164 с.

4. Дубинин А.В., Демидова Т.П., Кременецкий В.В. и др. Определение восстановленных форм серы в анаэробной зоне Черного моря: сравнение методов спектрофотометрии и иодометрии // *Океанология*. 2012. Т. 52. № 2. С. 200–209.

New information has been obtained on hydrogen sulphide contamination of the bottom anaerobic layer in the meromictic Lake Mogilnoe (Kildin Island, Barents Sea). An increase in the distribution boundary of hydrogen sulfide-toxic for living creatures is shown in comparison with previous studies of a relict reservoir.

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН**

**ГЕОЛОГИЯ
МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**

**Материалы XXIII Международной научной конференции
(Школы) по морской геологии**

Москва, 18–22 ноября 2019 г.

Том III

**GEOLOGY
OF SEAS AND OCEANS**

**Proceedings of XXIII International Conference on Marine
Geology**

Moscow, November 18–22, 2019

Volume III

Москва / Moscow
ИО РАН / IO RAS
2019

ББК 26.221

Г35

УДК 551.35

DOI:10.29006/978-5-9901449-7-2.ICMG-2019-3

Геология морей и океанов: Материалы XXII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. III. – М.: ИО РАН, 2019. – 306 с. DOI:10.29006/978-5-9901449-7-2.ICMG-2019-3.

В настоящем издании представлены доклады морских геологов, геофизиков, геохимиков и других специалистов на XXII Международной научной конференции (Школе) по морской геологии, опубликованные в пяти томах.

В томе III рассмотрены проблемы изучения рассеянного осадочного вещества геосфер, а также исследований по проблемам «Система Белого моря» и «Система Каспийского и Аральского морей».

Ответственный редактор

Академик А.П. Лисицын

Редакторы к.г.-м.н. Н.В. Политова, к.г.-м.н. В.П. Шевченко

Geology of seas and oceans: Proceedings of XXII International Conference on Marine Geology. Vol. III. – Moscow: IO RAS, 2019. –306 pp. doi:10.29006/978-5-9901449-7-2.ICMG-2019-3.

The reports of marine geologists, geophysicists, geochemists and other specialists of marine science at XXII International Conference on Marine Geology in Moscow are published in five volumes.

Volume III includes reports devoted to the problems of investigations of dispersed sedimentary matter in geospheres, and the investigations on problems “White Sea system” and “Caspian and Aral seas system”.

Chief Editor

Academician A.P. Lisitzin

Editors Dr. N.V. Politova, Dr. V.P. Shevchenko

ISBN 978-5-9901449-7-2

ББК 26.221

© ИО РАН 2019