

Научная статья  
УДК 551.468  
doi:10.37614/2949-1185.2023.2.3.006

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГУБЫ ЗЕЛЕНЕЦКАЯ ЛЕТОМ 2021 ГОДА

**Татьяна Михайловна Максимовская**

*Мурманский морской биологический институт Российской академии наук, г. Мурманск, Россия*

*maximovskaya@mmbi.info*

### Аннотация

Анализируются термохалинная характеристика вод и особенности гидрологического режима губы Зеленецкая в летний период. Расположение губы, ее доступность для научных исследований и рекреационного использования обуславливают ее значимость в качестве модельного водоема в прибрежье Мурмана (Кольский полуостров). Полученные материалы позволяют составить представление о современных нюансах гидрологического режима прибрежных вод, которому последние два десятилетия уделялось значительно меньше внимания, чем открытой части Баренцева моря. Представлены данные океанографических наблюдений, выполненных в июле 2021 г. в ходе экспедиции ММБИ РАН на НИС “Дальние Зелены”. Показано, что в исследуемом районе и в прибрежье Мурмана в целом важную роль в формировании термохалинного состояния вод играют приливоотливные течения и материковый сток, оказывающий опресняющее воздействие локально в губах полуострова. Получена дополнительная информация об особенностях распространения опресненной водной массы, формирующейся в губе Зеленецкая и локализованной вдоль внутренней линии островов.

### Ключевые слова:

термохалинные характеристики, прибрежная зона, водная масса, Восточный Мурман, губа Зеленецкая

Original article

## HYDROLOGICAL STUDIES OF ZELENETSKAYA BAY IN THE SUMMER OF 2021

**Tatyana M. Maksimovskaya**

*Murmansk Marine Biological Institute of the Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia*

*maximovskaya@mmbi.info*

### Abstract

The thermohaline characteristics of the waters and the specificities of the hydrological regime of the Zelenetskaya Bay in the summer are analyzed. The location of the Bay, its relevance for scientific research and recreational use determine its importance as a model reservoir in the coast of East Murman (Kola Peninsula). The materials allow us to get an idea of the modern nuances of the hydrological regime of coastal waters. Over the past two decades, much less attention has been paid to such studies than to studies of the open part of the Barents Sea. The presented data of oceanographic observations were obtained in July 2021 during the expedition of the MMBI RAS to the R/V “Dalniye Zelentsy”. It is shown that in the studied area and in the Murmansk coast, in general, tidal currents play an important role in the formation of the thermohaline state of waters. Also important is the continental runoff, which has a desalinating effect locally in the lips of the peninsula. Additional information was obtained on the features of the distribution of desalinated water mass formed in the Zelenetskaya Bay and localized along the inner line of the islands.

### Keywords:

thermohaline characteristics, coastal zone, water mass, Eastern Murman, Zelenetskaya Bay

### Введение

Гидрологический режим прибрежных районов Кольского полуострова во многом определяется Прибрежной ветвью Мурманского течения. Эта ветвь несет воды, которые образованы смешением теплых вод атлантического происхождения с водами речного стока и подвержены значительным сезонным колебаниям. Существенное влияние на формирование режима в прибрежье, особенно в губах и заливах, оказывают мощные приливоотливные течения и местный речной сток. Последний имеет выраженное влияние в Кольском заливе, губах Печенга, Ура и Териберская. Приливы в Баренцевом море вызываются главным образом атлантической приливной волной (Жизнь ..., 1985).

Высота приливной волны увеличивается с запада на восток, при этом в Варангер-фьорде она составляет 2.2 м, а в Святоносском заливе – 3.7 м. Из-за преобладающего перемещения барических систем с запада на восток на протяжении всей прибрежной зоны полуострова выражены сгонно-нагонные колебания уровня моря. При этом из-за конфигурации береговой черты, характеризующейся приглубыми берегами, величина сгонно-нагонных колебаний на порядок меньше приливных (Гидрометеорология ..., 1990).

На режим солености в прибрежных районах значительное влияние оказывает местный речной сток. В прибрежье Кольского полуострова реки сбрасывают 26 км<sup>3</sup> воды, в то время как в Баренцево море – 163 км<sup>3</sup>. Около 80 % стока приходится на юго-восточную область моря (Печорское море). Распространение речных вод в прибрежной полосе прослеживается на удалении 20–30 миль от берега (Жизнь ..., 1985).

Относительно подробно прибрежье Баренцева моря исследовалось в 1950–1960-х гг. Изучались гидрологические, гидрохимические и биологические характеристики прибрежных вод (Гидрологические ..., 1961). В 1970-е годы интенсивность изучения прибрежных акваторий Кольского полуострова значительно снизилась. В 1976–1977 годах проводились наблюдения за сезонной изменчивостью гидрологических параметров прибрежных вод Восточного Мурмана (Ильин и др., 1978). Работы в губах Печенга и Ура выполнялись в 2013–2015 гг., они позволили провести оценку состояния водных биоресурсов при активном развитии промышленной марикультуры (Океанологические ..., 2015; Гидролого-гидрохимическая ..., 2017).

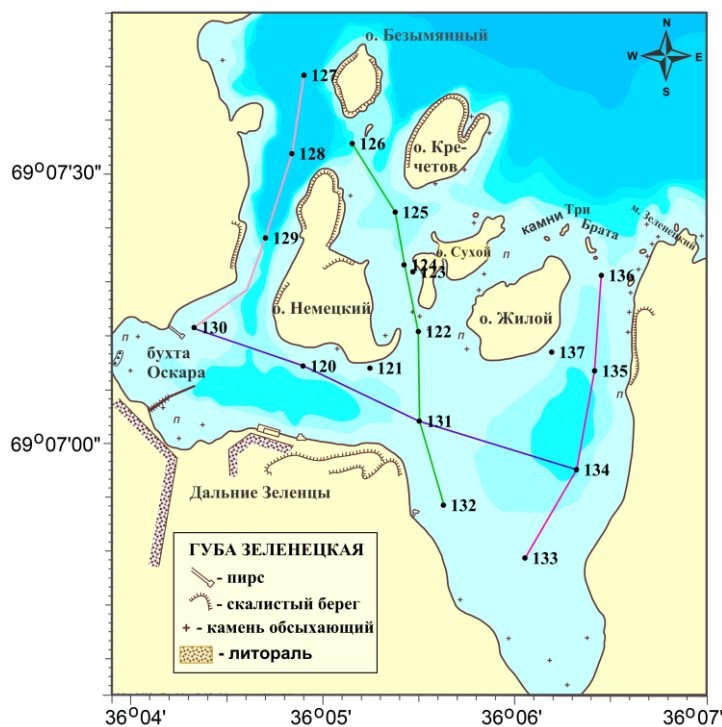
В данной работе рассмотрены результаты океанографических исследований, выполненных в июле 2021 г. в открытой части прибрежья (на удалении до 12 морских миль от берега), а также в губах и заливах Кольского полуострова. В частности, подробно рассмотрена губа Зеленецкая, поскольку данная губа наиболее изучена, регулярные исследовательские работы здесь были организованы с 1936 г., одновременно со строительством биостанции (Ушаков, 1948).

Губа Зеленецкая – это мелководная бухта в восточной части Кольского полуострова площадью 2.23 км<sup>2</sup>. Она вдается в берег между мысами Дернистый и Зеленецкий. Устье губы ориентировано на северо-северо-восток. На входе расположены пять островов, защищающих губу от морской волны. Проливы между этими островами не пригодны для судоходства и во время сизигийных отливов некоторые из островов соединяются перешейками. На юго-западном берегу расположен населенный пункт Дальние Зеленцы, где имеется плавучий причал для маломерных и малотоннажных судов. Рельеф дна здесь сложный. В наиболее глубокой западной части глубины не превышают 11 м при отливе, большая часть губы при этом имеет глубины менее 7 м, в западной и восточной частях находятся впадины до 15–18 м. Со стороны открытого моря в районе губы Зеленецкая расположен желоб с глубинами более 200 м. Вдоль желоба проходит ветвь Мурманского прибрежного течения, с которой атлантические воды поступают в прибрежье Мурмана и в губу Зеленецкая. Водообмен с морем происходит через западный и восточный проливы, глубина которых составляет 7–10 м. При этом западный пролив более глубокий и широкий, его ширина превышает 400 м. Именно по нему и проходят небольшие суда к причалу. В юго-западной части губы, в бухту Оскара, и в восточной – на литоральную отмель “Дальний пляж”, впадают два ручья. Через них в основном осуществляется пресноводный сток с водосборной территории. Приливный режим в губе полусуточный. В сизигии разница между высотами полной и малой воды достигает 4–4.2 м, а в квадратуре – 2 м (Гидрологический ..., 2016).

В настоящее время ММБИ РАН проводит эпизодические океанографические съемки в губе Зеленецкая и систематический гидрометеорологический мониторинг в губах Зеленецкая и Ярнышная.

## Материал и методы

В июле 2021 г. была проведена гидрологическая съемка в губе Зеленецкая, в ходе которой выполнено 18 океанографических станций на четырех разрезах, пересекающих основные морфологические участки губы (рис. 1). Измерения температуры и электропроводности морской воды проведены в режиме непрерывного зондирования от поверхности до дна. Для этого использовался гидрологический СТД-зонд SeaSun Marine Tech CTD 90 M Series II.



**Рис. 1.** Схема расположения гидрологических станций и разрезов на акватории губы Зеленецкая  
**Fig. 1.** Location of hydrological stations and sections in the Zelenetskaya Bay

### Результаты и обсуждение

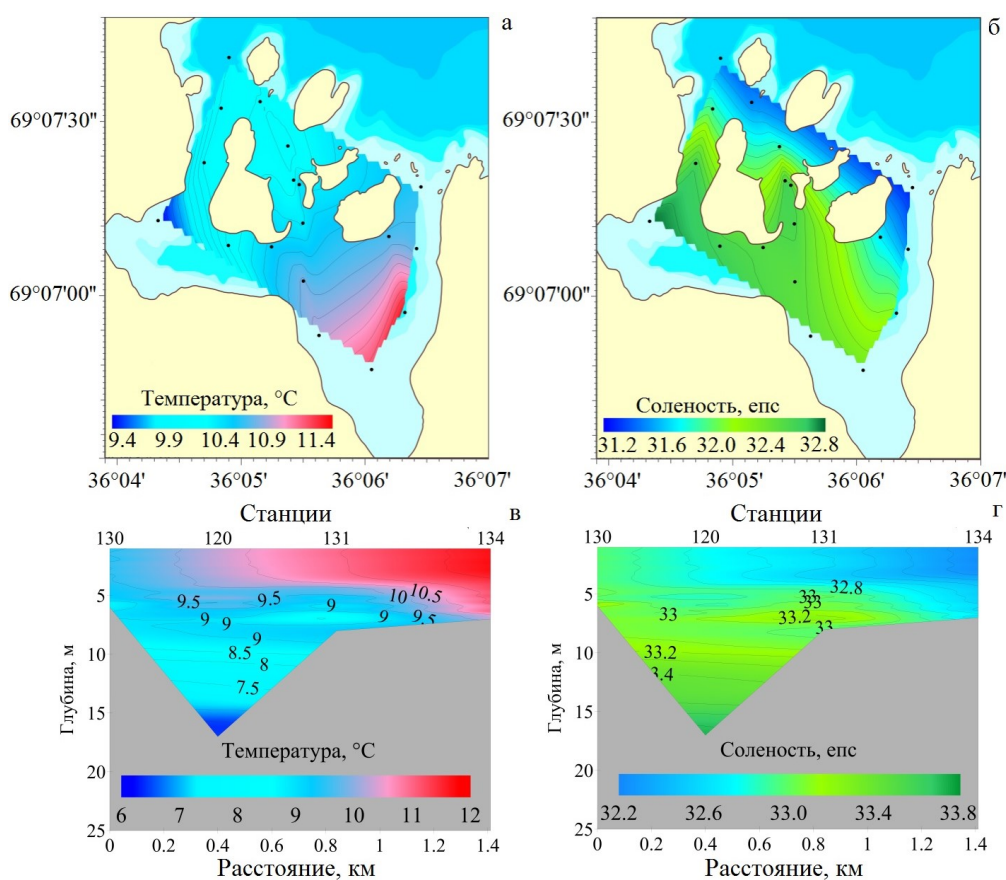
Температура воздуха во время работ составляла 10–12 °С, шел слабый дождь, имел место северо-западный ветер со скоростью 9.9 м/с. Измерения выполнялись с 13 ч после окончания приливной фазы и продолжались до 16 ч 38 мин.

Течения в губе Зеленецкая не имеют четкой структуры и формируются под влиянием приливоотливных колебаний и сильно зависят от рельефа дна и конфигурации берегов. Наблюдается ряд локальных круговоротов, причем в западной части губы формируется антициклонический круговорот, в то время как в восточной – циклонический. Также небольшие вихри образуются с внутренней части губы вдоль линии островов, защищающих губу. В поверхностном слое образуются ветви и вихри стокового течения. Благодаря защитному влиянию островов, а также небольшим глубинам и размерам губы, ветровое волнение с моря не достигает значительных масштабов даже при сильных ветрах. Термохалинный режим вод в губе Зеленецкая в основном определяется водами Мурманского прибрежного течения, влияния атмосферного прогрева и выхолаживания, а также незначительного стока пресных вод с берега (Громов и др., 2010; Гидрологический ..., 2016).

Распределение температуры и солёности поверхностных вод в губе представлено на рис. 2. Наиболее прогрета была юго-восточная часть губы в районе Дальнего пляжа, температура воды на поверхности равнялась 11.1–11.7 °С. При этом солёность на этом же участке акватории находилась в диапазоне от 32.2 до 32.6 епс. На севере губы с внутренней части островов наблюдалась полоса пониженной солёности. Минимальная солёность отмечена в северо-восточной части губы – между северной оконечностью о. Жилой и восточным берегом, и составляла 31.3 епс, что обусловлено опресняющим воздействием вод ручьев и грунтовых вод.

Четыре разреза расположены по периметру и между островами в центральной части губы (рис. 1). Один из разрезов проходит вдоль южного берега губы, ориентирован с запада от бухты Оскара к восточному берегу, его протяженность составила 1.4 км. Максимальные значения температуры и солёности здесь были 11.7 °С и 33.7 епс соответственно. При этом в аналогичных исследованиях, выполненных 8 июля

2009 г., максимальная величина температуры на поверхности не превышала 8 °С, а солености – 33.5 епс (Громов и др., 2010).



**Рис. 2.** Распределение температуры (а, в) и солености (б, г) воды на поверхности губы Зеленецкая (а, б) и на вертикальном профиле вдоль разреза от ст. 130 до ст. 134 (в, г)

**Fig. 2.** Distribution of water temperature (a, v) and salinity (б, г) on the surface of the Zelenetskaya Bay (а, б) and along the main vertical transect (в, г)

По самой глубоководной части губы Зеленецкая – вдоль судоходного фарватера от о. Безымянный – проходит второй разрез с максимальной глубиной у входа в губу – 34.3 м. Воды у западного берега губы в бухте Оскара в поверхностном слое характеризовалась температурой 9.3 °С и соленостью 33.0 епс.

В центральной части губы Зеленецкая выполнен третий разрез, проходящий большей частью между островами от южной оконечности о. Безымянный в южном направлении. Глубины здесь не превышали 10 м. Минимальная и максимальная величины температуры составляли 8.4 и 11.1 °С соответственно. Соленость повышалась в направлении к коренному берегу. Минимальная величина солености, равная 31.5 епс, была зафиксирована в поверхностном слое между островами Безымянный, Немецкий и Кречетов, максимальная – в придонном слое.

Четвертый разрез был расположен вдоль восточного берега губы Зеленецкая. Минимальная температура в 7.1 °С наблюдалась во впадине на самой глубокой станции, максимальная – 11.7 °С. Соленость повышалась с севера на юг, при этом граничные значения составляли, соответственно, 31.2 и 33.6 епс.

При сравнении полученных данных на рассматриваемой акватории с исследованиями, выполненными в июле 2010 г. (Громов и др., 2011) на аналогичных разрезах, можно отметить, что в целом по четырем разрезам в июле 2021 г. температура придонного слоя была ниже на 1–2 °С, чем

зарегистрированная в 2010 г. На первом разрезе различия минимальных температур между двумя гидрологическими съемками с разницей в 11 лет составили 1.4 °С, на втором – 2.2 °С, на третьем – –0.5 °С, а на четвертом – отсутствовали. Минимальная соленость имела меньший разрыв в значениях при сравнении двух периодов измерений. Лишь на четвертом разрезе разница оказалась велика (1.3 епс).

### Заключение

В исследуемом районе основную роль в формировании термохалинного состояния вод играет материковый сток, который оказывает локальное опресняющее воздействие в губах и заливах Кольского полуострова и узкой прибрежной полосе. Халинный фронт был выражен на расстоянии 5–6 км от берега, при этом в поле температур прибрежный фронт не наблюдался из-за летнего прогрева воды, приповерхностный слой имел температуру выше 11 °С. Получена дополнительная информация об особенностях распространения опресненной водной массы, локализованной в губе Зеленецкая вдоль внутренней линии островов.

Автор благодарен за комфортную и плодотворную совместную работу в данной экспедиции научной группе и экипажу НИС “Дальние Зеленцы”. Отдельно отмечает помощь в выполнении гидрологических исследований в губе Зеленецкая, осуществляемых с надувной лодки при довольно сложных погодных условиях, И. А. Пастухова, Е. А. Гарбуля и А. А. Дерябина.

Работа выполнена по теме “Планктонные сообщества арктических морей в условиях современных климатических изменений и антропогенного воздействия” (№ госрегистрации 121091600105-4) в рамках государственного задания ММБИ РАН.

### Список литературы

1. Гидрологические, гидрохимические и биологические особенности прибрежных вод Мурмана в 1956 г. и причины изменений в распределении промысловых рыб / М. М. Камшилов, Н. В. Миронова, Н. В. Черновская, Э. А. Зеликман, В. В. Герасимов, О. Ф. Кондрацова, Ю. Ф. Поздняков, М. И. Роухийнен, Ю. А. Свиридов, Р. Я. Цееб, А. Д. Чинарина // Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурмана. Мурманск: Кн. изд-во, 1961. С. 3–39.
2. Гидрологический режим губы Зеленецкая, Восточный Мурман / Г. В. Ильин, Д. В. Моисеев, Д. В. Широколов, А. А. Дерябин, Л. Г. Павлова // Вестн. Мурман. гос. техн. ун-та. 2016. Т. 19, № 1/2. С. 268–277.
3. Гидролого-гидрохимическая характеристика среды обитания водных биоресурсов в губе Печенга / В. В. Сапожников, Н. В. Аржанова, А. К. Грузевич, Н. М. Зозуля, С. И. Столярский, Н. И. Торгунова, А. М. Храмова // Тр. ВНИРО. 2017. Т. 165. С. 83–100.
4. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 1. Баренцево море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 280 с.
5. Громов М. С., Моисеев Д. В., Широколов Д. В. Гидрометеорологические условия в губах Ярнышная и Зеленецкая Баренцева моря летом 2009 г. // Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики. Комплексные исследования природы Шпицбергена: Матер. Междунар. науч. конф. (Мурманск, 27–30 октября 2010 г.). Вып. 10. М.: ГЕОС, 2010. С. 72–79.
6. Громов М. С., Моисеев Д. В., Широколов Д. В. Гидрометеорологические условия в губе Зеленецкая Баренцева моря летом 2010 г. // Глобальные климатические процессы и их влияние на экосистемы арктических и субарктических регионов: Тез. докл. Междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 9–11 ноября 2011 г.). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. С. 25–26.
7. Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря / Отв. ред. В. С. Петров. Апатиты: Изд. КФ АН СССР, 1985. 220 с.
8. Ильин Г. В., Налбандов Ю. Р., Савинова Т. Н. Гидрологическая характеристика водных масс прибрежной зоны Восточного Мурмана // Закономерности биопродукционных процессов в Баренцевом море. Апатиты: Изд. КФ АН СССР, 1978. С. 3–13.
9. Лоция Баренцева моря / Под ред. В. И. Кириллова. СПб.: Изд-во ГУНиО, 1995. Ч. 2. 462 с.
10. Океанологические исследования в губе Ура Баренцева моря в июле 2015 г. / Н. В. Аржанова, А. К. Грузевич, В. Л. Зубаревич, О. В. Котова, Н. И. Торгунова, А. М. Храмова // Тр. ВНИРО. 2015. Т. 155. С. 169–172.
11. Ушаков П. В. Мурманская биологическая станция Академии наук СССР в губе Дальне-Зеленецкой и ее первые научные работы // Тр. Мурман. биол. станции АН СССР. 1948. Т. 1. С. 10–32.

## References

1. Kamshilov M. M., Mironova N. V., Chernovskaya N. V., Zelikman E. A., Gerasimov V. V., Kondracova O. F., Pozdnyakov Yu. F., Rouhiyainen M. I., Sviridov Yu. A., Ceeb R. Ya., Chinarina A. D. *Gidrologicheskie, gidrohimicheskie i biologicheskie osobennosti pribrezhnyh vod Murmana v 1956 g. i prichiny izmenenij v raspredelenii promyslovyh ryb* [Hydrological, hydrochemical and biological features of Murman coastal waters in 1956 and causes of changes in commercial fish distribution]. *Gidrologicheskie i biologicheskie osobennosti pribrezhnyh vod Murmana* [Hydrological and biological peculiarities of Murman coastal waters]. Murmansk, Publ. House, 1961, pp. 3–39. (In Russ.).
2. Ilin G. V., Moiseev D. V., Shirokolobov D. V., Deryabin A. A., Pavlova L. G. *Gidrologicheskij rezhim guby Zeleneckaya, Vostochnyj Murman* [Hydrological regime of Zelenetskaya bay, East Murman]. *Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta* [Messenger Murmansk State Technical University], 2016, Vol. 19, No. 1/2, pp. 268–277. (In Russ.).
3. Sapozhnikov V. V., Arzhanova N. V., Gruzevich A. K., Zozulya N. M., Stolyarskij S. I., Torgunova N. I., Hramcova A. M. *Gidrologo-gidrohimicheskaya karakteristika sredy obitaniya vodnyh bioresursov v gube Pechenga* [Hydrological and hydrochemical characteristics of the habitat of aquatic bioresources in Pechenga Bay]. *Trudy Vserossijskogo nauchnogo issledovatel'skogo institute morskogo rybnogo hozyajstva i okeanografii* [Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography], 2017, Vol. 165, pp. 83–100. (In Russ.).
4. *Gidrometeorologiya i gidrokhimiya morej SSSR. Tom 1. Barencevo more. Vypusk 1. Gidrometeorologicheskie usloviya* [Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas of the USSR. Vol. 1. Barents Sea. Issue 1. Hydrometeorological conditions]. Leningrad, Hydrometeoizdat, 1990, 280 p. (In Russ.).
5. Gromov M. S., Moiseyev D. V., Shirokolobov D. V. *Gidrometeorologicheskie usloviya v gubah Yarnyshnaya i Zeleneckaya Barenceva morya letom 2009 g.* [Hydrometeorological conditions in the Yarnyshnaya and Zelenetskaya bays of the Barents Sea in summer 2009]. *Priroda shelfa i arhipelagov evropejskoj Arktiki. Kompleksnye issledovaniya prirody Shpicbergena: Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (Murmansk, 27–30 oktyabrya 2010 g.). Vypusk 10* [Nature of the shelf and archipelagos of the European Arctic. Complex research of Spitsbergen nature: Materials International scientific conference (Murmansk, 27–30 October 2010). Issue 10]. Moscow, GEOS, 2010, pp. 72–79. (In Russ.).
6. Gromov M. S., Moiseev D. V., Shirokolobov D. V. *Gidrometeorologicheskie usloviya v gube Zeleneckaya Barenceva morya letom 2010 g.* [Hydrometeorological conditions in Zelenetskaya Bay of the Barents Sea in summer 2010]. *Globalnye klimaticheskie processy i ih vliyaniye na ekosistemy arkticheskikh i subarkticheskikh regionov: Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (Murmansk, 9–11 noyabrya 2011 g.)* [Global climate processes and their impact on ecosystems of Arctic and subarctic regions: Proceedings of the International Scientific Conference (Murmansk, 9–11 November 2011)]. Apatity, Publ. KSC RAS, 2011, pp. 25–26. (In Russ.).
7. *Zhizn i usloviya ee sushestvovaniya v pelagiali Barenceva morya* [Life and conditions of its existence in the pelagic of the Barents Sea]. Apatity, Publ. of the Kola Branch of the USSR Academy of Sciences, 1985. 220 p. (In Russ.).
8. Ilin G. V., Nalbandov Yu. R., Savinova T. N. *Gidrologicheskaya karakteristika vodnyh mass pribrezhnoj zony Vostochnogo Murmana* [Hydrological characteristics of water masses of the coastal zone of East Murman]. *Zakonomernosti bioprodukcionnyh processov v Barencevom more* [Regularities of biological processes in the Barents Sea]. Apatity, Publ. of the Kola Branch of the USSR Academy of Sciences, 1978, pp. 3–13 (In Russ.).
9. *Lociya Barenceva morya* [Logic of the Barents Sea]. Saint-Petersburg, Publ. GUNiO, 1995. Part 2, 462 p. (In Russ.).
10. Arzhanova N. V., Gruzevich A. K., Zubarevich V. L., Kotova O. V., Torgunova N. I., Hramcova A. M. *Okeanologicheskie issledovaniya v gube Ura Barenceva morya v iyule 2015 g.* [Oceanological research in Ura Bay of the Barents Sea in July 2015]. *Trudy Vserossijskogo nauchnogo issledovatel'skogo institute morskogo rybnogo hozyajstva i okeanografii* [Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography], 2015, Vol. 155, pp. 169–172. (In Russ.).
11. Ushakov P. V. *Murmanskaya biologicheskaya stanciya Akademii nauk SSSR v gube Dalne-Zeleneckoj i ee pervye nauchnye raboty* [Murmansk biological station of the Academy of Sciences of the USSR in Dalne-Zelenetskaya Bay and its first scientific works]. *Trudy Murmanskoy biologicheskoy stancii AN SSSR* [Transactions Murmansk Biological Station of the USSR Academy of Sciences], 1948, Vol. 1, pp. 10–32. (In Russ.).

## Информация об авторе

Татьяна Михайловна Максимовская – младший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-9136-6670>

## Information about the author

Tatyana M. Maksimovskaya – Junior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9136-6670>

Статья поступила в редакцию 20.04.2023; одобрена после рецензирования 21.04.2023; принята к публикации 25.04.2023.  
The article was submitted 20.04.2023; approved after reviewing 21.04.2023; accepted for publication 25.04.2023.