

УДК 551.510.42/268.45+268.46

Г. В. Ильин, Д. В. Моисеев, Д. В. Широколов, А. А. Дерябин, Л. Г. Павлова

Гидрологический режим губы Зеленецкая, Восточный Мурман

G. V. Il'in, D. V. Moiseev, D. V. Shirokolobov, A. A. Deryabin, L. G. Pavlova

Long-term dynamics of hydrological conditions of the Zelenetskaya Bay, East Murman

Аннотация. Исследованы черты океанографического режима губы Зеленецкая. Это одна из губ Восточного Мурмана, исторически занимает важное место в хозяйственном освоении Кольского побережья и в создании форпоста академической науки в Западной Арктике. Обобщены данные многолетних наблюдений и представлены среднесезонные параметры метеорологических и гидрологических характеристик этого водоема за последнее десятилетие. Представленные результаты имеют практическую значимость для развития на акватории губы марикультуры и морехозяйственной инфраструктуры, включая рекреационную отрасль, и проведения фундаментальных экспериментальных исследований.

Abstract. The features of the oceanographic regime of the Zelenetskaya Bay have been investigated. It is one of the East Murman bays that occupies an important place in the economic history of the Kola Peninsula coastal zone and in the creation of the outpost of the academic science in the West Arctic. The data of long-term observations have been generalized and the average meteorological and hydrological parameters of this basin for the last decade have been presented. The presented results are of practical importance for developing aquaculture in the bay, for formation of marine economics infrastructure including the recreation branch and for the fundamental experimental researches.

Ключевые слова: приливо-отливные течения, водообмен, роза ветров, гидрологический режим, среднесезонные характеристики, термохалинная конвекция.

Key words: water currents, water exchange, wind rose, hydrological mode, mean annual conditions of water, thermohaline convection of water.

Введение

Губа Зеленецкая исторически играет важную роль в инфраструктуре прибрежного природопользования на Восточном Мурмане и является форпостом академической науки в Западной Арктике. Систематические исследования прибрежной зоны Баренцева моря, отличающейся сложным и изменчивым гидрологическим режимом, были начаты еще с 1893 г. известным океанографом Н. М. Книповичем с целью развития здесь морехозяйственной деятельности [1]. Эти работы послужили основой создания на Кольском полуострове и в губе Зеленецкая, в частности, научно-прикладной базы для изучения и использования ресурсов Евро-Арктики.

Заложенная в губе Зеленецкая в 1935 г. Мурманская биологическая станция Академии наук СССР позднее была преобразована в Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, который до настоящего времени продолжает систематические фундаментальные и экспериментальные наблюдения в прибрежной зоне Баренцева моря. Интерес к этим исследованиям возрастает с коммерциализацией морехозяйственной деятельности.

Благодаря географическому положению, морфологии и истории губа сохраняет потенциал базы прибрежного промысла, марикультуры, центра арктического туристского дайвинга. Развитие указанных направлений хозяйственной деятельности и научные исследования нуждаются в знании закономерностей океанографии этого водоема как фундаментальной основы устойчивого природопользования. Однако до настоящего времени, несмотря на обилие собранного материала, нет достаточно емкого и целостного обобщения накопленных знаний о гидрологическом и гидрохимическом режиме губы Зеленецкая.

Цель данной работы – обобщить материалы многолетних наблюдений, выполненных с использованием современных технологических возможностей и архивных данных, выявить и охарактеризовать основные закономерности океанографического режима губы Зеленецкая – одной из наиболее востребованных научно-экспериментальных и туристских морских акваторий на побережье Мурмана.

Материалы и методы

Для анализа использованы неопубликованные и опубликованные архивные данные гидрологических съемок, полученные ММБИ в разные годы исследований, и данные систематического мониторинга, проводимого институтом с 2002 г. по настоящее время [2–5].

Измерения гидрологических характеристик, в том числе течений, выполнены методом непрерывной регистрации (с дискретностью 6 минут) с помощью донного комплексного регистратора RDCP-600, а также традиционным методом регулярных батометрических наблюдений. Точки постановки RDCP-600 и батометрических наблюдений (точка 1) показаны на рис. 1. Регистратор RDCP-600 установлен в западной впадине на глубине 17 м. Передача данных в береговую лабораторию осуществляется по кабелю. Батометрические наблюдения выполнены с дискретностью 5 суток на стадии полного прилива. Метеорологические наблюдения проведены на прибрежной репрезентативной площадке с помощью автоматической метеостанции AWS 2700 с регистрацией метеопараметров (дискретность 1 мин). Гидрологические съемки 2009 и 2010 гг. выполнялись с борта маломерного плавсредства СТД-зондами SEACAT SBE 19plus и CTD48M [4; 5]. Все гидрометеорологические наблюдения выполнены и обработаны по общепринятым методам [6–8].

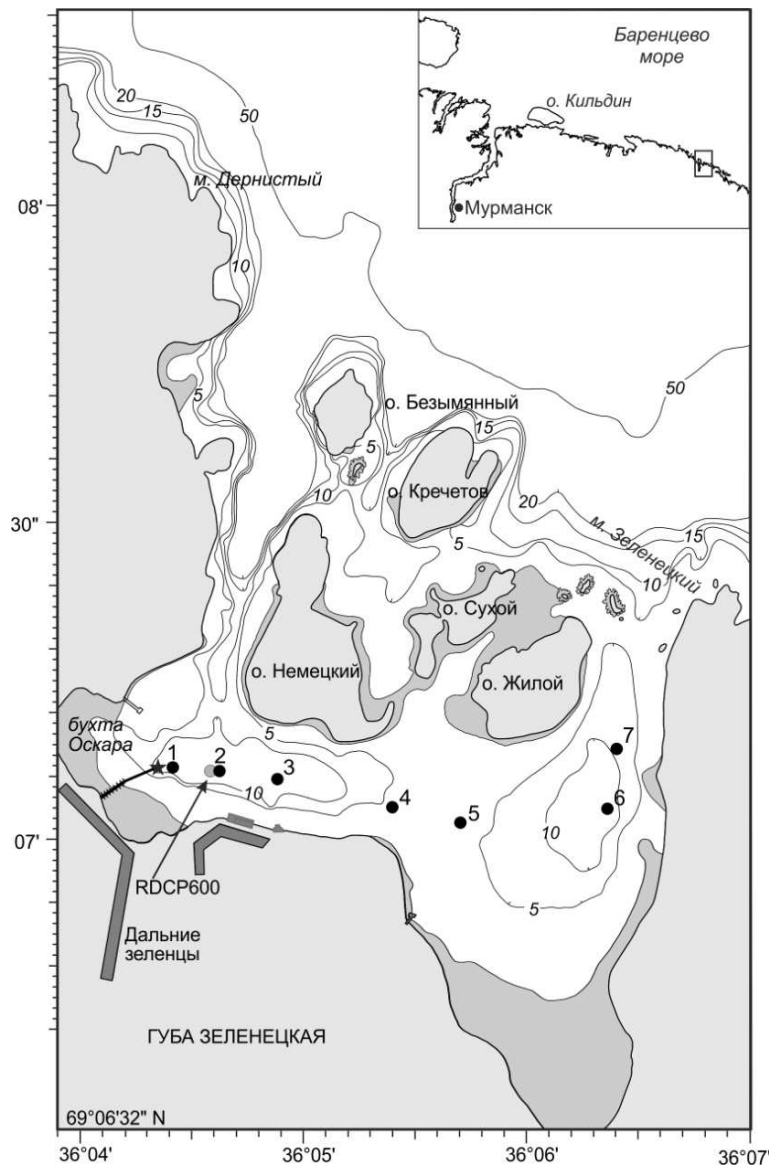


Рис. 1. Губа Зеленецкая. Точками показаны станции океанографического разреза. Звездочкой обозначено местоположение станции батометрического мониторинга

Физико-географическая характеристика

Губа Зеленецкая – мелководная бухта в восточной части Мурманского берега (Восточный Мурман). Губа вдаётся в берег между мысом Дернистый (69°08' с.ш, 45 36°05' в.д.) и мысом Зеленецкий и в плане напоминает квадрат со сторонами в 1 морскую милю (рис. 1). Устье губы ориентировано на север-северо-восток. В устьевой части расположено 5 островков – острова Зеленецкие, защищающие губу от морской волны. Проливы между островками несудоходны. Во время сизигийных отливов некоторые острова соединяются обсыхающими перешейками. Площадь водной акватории губы (без учета островов) составляет 2.23 км² [9].

В юго-западной части губы на берегу расположен населенный пункт Дальние Зеленцы. У берега в районе селения построен понтонный причал для маломерных и среднетоннажных судов.

Рельеф дна в губе сложный. Глубины в наиболее глубокой – западной части – не превышают 11 м при отливе. Большая часть площади губы имеет глубину меньше 7 м. В западной и восточной частях губы существуют небольшие впадины с глубинами до 15–18 м, придающие своеобразие в целом монотонному гидрологическому режиму. В открытом море с запада к району губы Зеленецкая подходит желоб с глубинами больше 200 м. По этому желобу к побережью подходит ветвь теплого Мурманского прибрежного течения, влияющего на гидрологию губы [2; 3].

Свободный водообмен с морем осуществляется через западный и восточный проливы между коренным берегом и островами. Глубина этих проливов 7–10 м. Западный пролив более глубокий и широкий. Его ширина превышает 2 каб. (около 400 м). Он доступен для прохода небольших судов. У западного берега, в бухте Оскара, и у восточного берега, в районе литоральной отмели, в губу впадают два ручья, через которые в основном разгружается пресноводный сток водосборной территории [9].

Приливо-отливные течения в губе слабые. Максимальная скорость приливных течений отмечена в западном проливе. Она достигает 0.5 узла (около 1 км/час). Приливный режим полусуточный. Разница между высотами полной и малой воды в сизигии достигает 4–4.2 м, а в квадратуре – 2 м (данные наблюдений ММБИ) [2].

Грунт в губе – преимущественно мелкий камень, местами – песок с илом. В восточной части губы расположена обширная литоральная отмель – "Дальний пляж", обсыхающая во время отлива. По характеру донного грунта отмель разделена на две практически равные по площади части – каменистую (валунную) и илито-песчаную литораль.

Режим гидрометеорологических характеристик в районе губы Зеленецкая

Ветровой режим. К гидрометеорологическим факторам, влияющим на океанографические характеристики губы и ее хозяйственное использование следует отнести ветровой и температурный режим воздушной среды.

По данным многолетних наблюдений (2002–2010 гг.), в районе губы Зеленецкая преобладают юго-западный (повторяемость 30 %), северо-западный (15 %) и западный (13 %) ветры. Повторяемость ветров других румбов составляет менее 10 % (рис. 2, а).

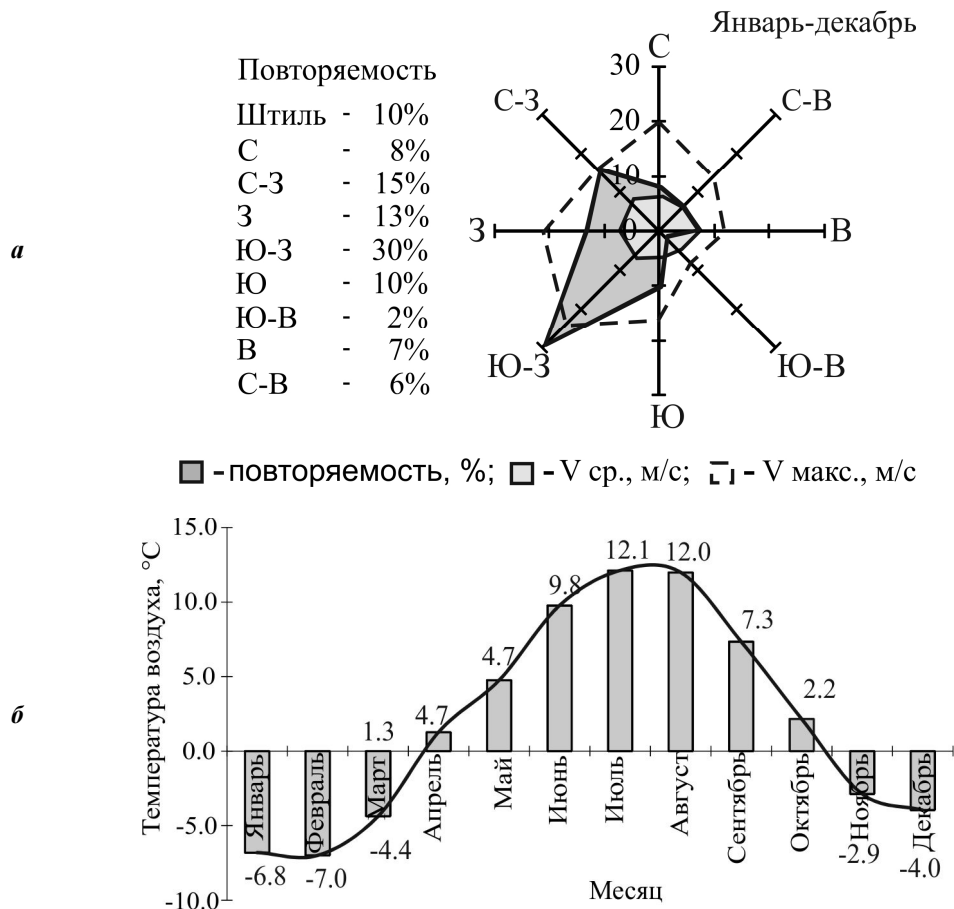


Рис. 2. Диаграмма среднемноголетних характеристик ветра (а) и многолетней изменчивости среднемесячной температуры воздуха (б) в районе губы Зеленецкая, 2002–2010 гг.

Юго-западный ветер преобладает в осенние, зимние и весенние месяцы с сентября по июнь. Летом, в июне – августе преобладающим становится северо-западный ветер.

Средняя скорость ветра невысока и составляет около 5 м/с. Однако штили на этом участке побережья наблюдаются редко, их повторяемость не более 10 %. Штормовые условия со скоростью 15 м/с чаще всего наблюдаются при юго-западных ветрах, их повторяемость составляет 58 %. Наиболее часто штормы возникают зимой. Сильные штормы со скоростью ветра больше 20 м/с наблюдаются относительно редко и не ежегодно. Их средняя многолетняя повторяемость составляет около 2 %. Максимальная скорость штормового ветра достигает 24 м/с, а в порывах может превышать 30 м/с.

Температура воздуха. Диапазон сезонной изменчивости экстремальных значений температуры воздуха в период 2002–2012 гг. в районе губы Зеленецкая составил около 45 °С: от –20 до +25 °С. Динамика многолетней среднемесячной температуры представлена на рис. 2, б. Переход температуры через 0 °С, осуществляется в середине апреля и в последней декаде октября. Эта важная климатическая характеристика района обозначает наступление теплого и холодного климатических периодов. Среднегодовая температура последнего десятилетия по наблюдениям ММБИ составила 2.5 °С. Четко обозначенные в линии тренда средней температуры экстремумы (рис. 2, б) указывают на сроки устойчивой смены сезонов. Переход от зимы к весенне-летнему периоду начинается в середине февраля устойчивым ростом температуры. Установление типично зимнего сезона заканчивается в третьей декаде ноября. Средняя зимняя температура составляет около –6 °С. Зимой наблюдаются оттепели до 4.0 °С.

Температурная дифференциация теплого периода на весну, лето и осень выражена слабо. Теплый сезон характеризуется относительно плавным повышением температуры до максимума в третьей декаде июля – первой декаде августа и плавным снижением до минимума в первой декаде – середине ноября. Средняя для летних месяцев (июнь – август) температура составила 11.3 °С. Летом, особенно в июне, характерны частые понижения температуры воздуха.

Гидрологический режим губы Зеленецкая

Течения. Течения в губе не имеют четкой постоянной схемы и складываются под влиянием приливно-отливных колебаний уровня, конфигурации берегов и дна. Система течений распадается на ряд локальных круговоротов. В западной части губы на приливе образуется антициклональный круговорот, соответствующий конфигурации впадины в донном рельефе. В восточной части губы образуется круговорот циклональной направленности, который также связан со впадиной в восточной части губы. Вдоль линии островов с внутренней стороны губы образуется несколько мелких вихрей, связанных с дифракционным эффектом приливного потока. В поверхностном слое воды образуются ветви малозаметного плотностного стокового течения, вызванного поступлением в губу пресных береговых вод. Все течения имеют нестабильный характер. Наблюдения выполнялись в разные годы с помощью плавучих маркеров и гидрологических съемок.

Инструментальные долговременные наблюдения за скоростью и направлением течений были выполнены в точке постановки доплеровского измерителя течений RDCP-600. Измерения произведены на горизонтах 0, 4, 6, 8, 10 и 12 м. В этой точке течение на всех горизонтах имеет практически одинаковое устойчивое направление на восток с флуктуациями в секторе 80–150°. Такая направленность и устойчивость определяется постоянством входящего через пролив течения, которое отклоняется к востоку берегом и донным рельефом. Скорость течений изменчива. Суточная изменчивость скорости укладывается в диапазон 4.5–17 см/с (0.1–0.33 узла). Среднесуточная скорость варьирует от 8.3 до 10.7 см/с (0.16–0.21 узла). Снижение скорости в нижних горизонтах по сравнению с вышележащими незначительно. Ритм суточной изменчивости сложен и в большей степени зависит, по-видимому, от ветра и волнения в открытой части моря. Изменчивость среднесуточной скорости имеет выраженный сезонный ритм. Минимальная скорость на всех горизонтах наблюдается в феврале – марте, а максимальная – в октябре – ноябре, что определяется, по-видимому, сезонными флуктуациями интенсивности Мурманского прибрежного течения.

Волнение. Вследствие защитного эффекта островов, небольшой глубины и небольших линейных размеров губы ветровое волнение не получает значительного развития даже при сильных ветрах. В среднегодовом режиме волнения преобладают волны высотой 0.3–0.5 м. Волны максимальной высоты развиваются в зимний период при максимальных ветрах юго-западного направления. Их высота достигает 0.8 м. Как правило, такие волны наблюдаются в декабре – феврале. Вследствие того, что губа закрыта от сильных ветров, морских ветровых волн и зыби (инерционные волны), повторяемость штилей в среднегодовом режиме можно оценить как высокую – 18–35 %. Самый спокойный период – это весна – лето (32–35 % штилей), а самым неспокойным периодом является осень – сентябрь – ноябрь, когда повторяемость штилей составляет всего 18 %. Периодически в губе генерируются волны зыби как следствие длинных волновых возмущений поверхности открытого моря.

Термохалинный режим вод

Температурный и соленостный режим вод в губе Зеленецкая определяется характеристиками вод Мурманского прибрежного течения [3], поступающих в губу, а также влиянием атмосферного прогрева или выхолаживания.

С приливными течениями в губу поступают хорошо перемешанные воды верхнего слоя Мурманского прибрежного течения. Вследствие этого весь слой вод на акватории губы, исключая зону осушки, оказывается хорошо перемешан. Перемешивание вод осуществляется также ветровой и волновой деятельностью непосредственно в губе. Термохалинные характеристики слоя воды от поверхности до дна оказываются выровненными (рис. 3).

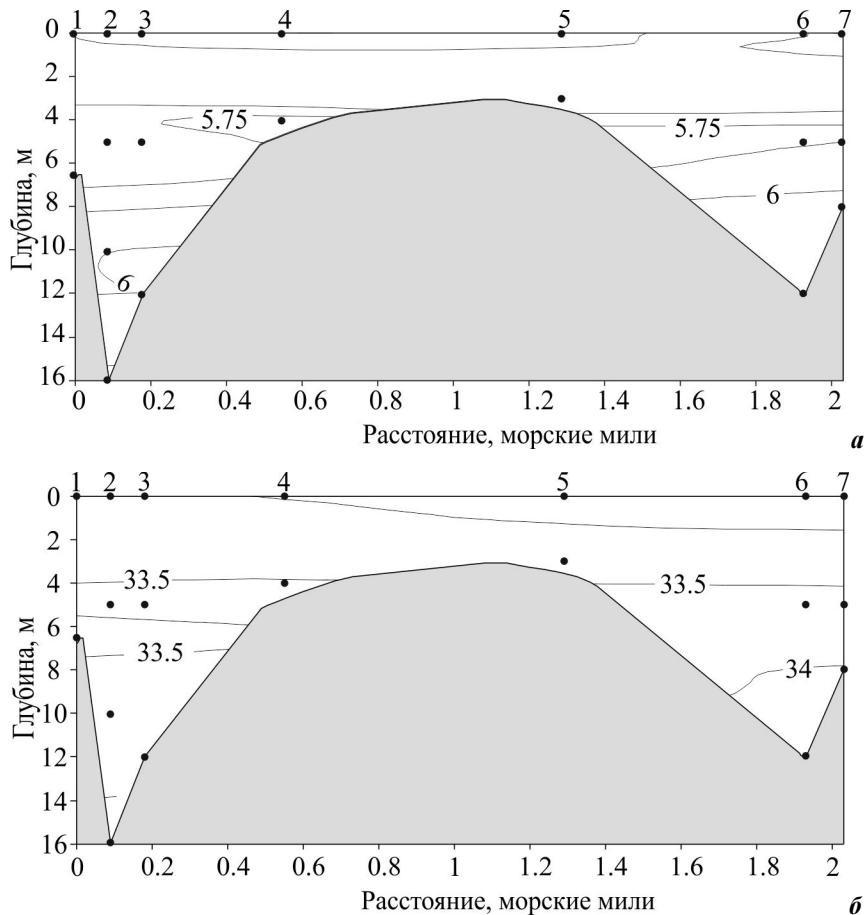


Рис. 3. Вертикальное распределение температуры (а) и солёности воды (б) в губе Зеленецкая в осенний период (октябрь, 1998 г.). Положение станций показано на рис. 1

При штилевых условиях между поверхностью и нижними слоями воды может возникать незначительная термохалинная стратификация, заметная при съёмках приборами (STD-зонды) с малой дискретностью измерений [10].

В целом термохалинный режим вод в губе удовлетворительно может быть аппроксимирован данными наблюдений в верхнем слое за пределами зоны осушки. Исключения составляют придонные горизонты двух впадин. Сменяемость вод в них происходит в более сложном режиме. В тёплый период года у дна в глубоких частях впадин задерживаются мало изменённые воды Мурманского прибрежного течения [3]. В холодный период года в эти впадины опускается охлаждённая вода, которая образуется в верхних слоях непосредственно в губе при зимнем выхолаживании. Температура придонной воды приобретает отрицательные значения (иногда до $-1.86\text{ }^{\circ}\text{C}$) и относительно высокую солёность около 34.7 ‰.

Прогрев воды в губе начинается в апреле и заканчивается к сентябрю. В весенние и летние месяцы наблюдается быстрый рост температуры верхнего слоя вод, более чем на 1 градус в течение месяца. В июне и июле прирост температуры становится максимальным, до $+2.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ за каждый месяц. В августе прирост температуры воды резко снижается и в сентябре начинается процесс осенне-зимнего выхолаживания до отрицательных температур (рис. 4).

Сезонные изменения температуры воды описываются интервалом значений от -1.9 до $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако в последнее десятилетие (2002–2012 гг.) температура воды ниже $-1.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ не опускалась. Средняя годовая температура в верхних слоях воды составила $4.8\text{ }^{\circ}\text{C}$. В тот период наблюдений годы 2005 и 2012 выделяются как тёплые; среднегодовая температура для этих лет – $5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $4.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно. Относительно холодным годом был 2008 г. со среднегодовой температурой $4.3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Август является самым теплым месяцем в гидрологическом режиме губы, хотя в некоторые годы максимально высокая температура регистрировалась в июле. К примеру, в 2005 г. температурный максимум +13.0 °С наблюдался в июле.

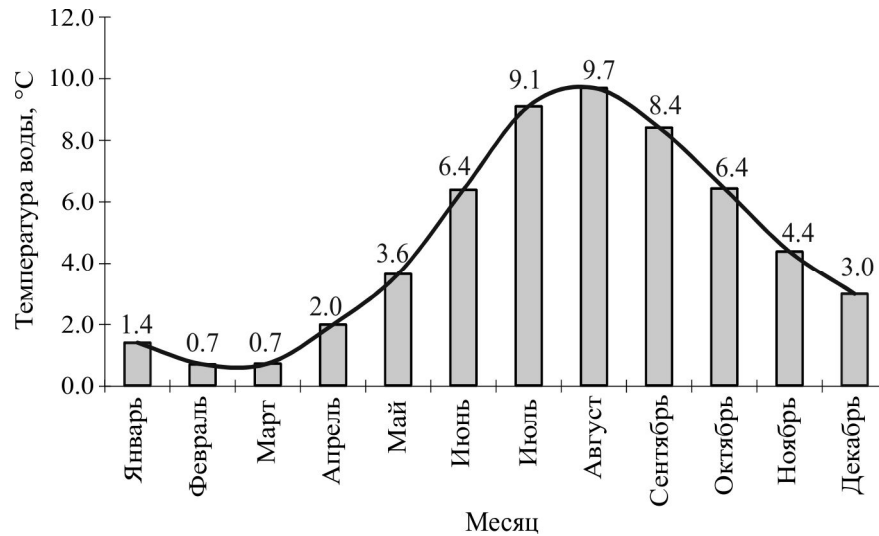


Рис. 4. Изменчивость многолетней среднемесячной температуры верхнего слоя воды (°С) в губе Зеленецкая с 2002 по 2012 гг.

Температурный минимум наступает в феврале – марте (около 0.7 °С). Наиболее низкая в течение десятилетия температура (–1.6 °С) зарегистрирована в феврале 2007 г.

В придонном слое воды западной впадины температура весьма изменчива. Различия между экстремумами в течение месяца могут быть более 2 °С. Проследить за термодинамикой придонного слоя воды позволяют данные комплексного автоматического регистратора, установленного на дне западной впадины. Анализ полученных с его помощью данных показывает, что у дна быстрое снижение температуры воды начинается в те же сроки, что и в поверхностном слое – с октября. Наибольшая интенсивность охлаждения воды достигается в декабре – январе. Сезонный минимум наступает в феврале – марте. При этом минимальная температура может принимать как положительные, так и отрицательные значения, что определяется, по-видимому, циклами замещения придонного слоя воды во впадинах вновь поступающими водами Мурманского прибрежного течения. Динамика температуры воды в придонном слое показана в таблице. У дна во впадинах интенсивность охлаждения и прогрева воды меньше, чем в верхнем слое, т. е. придонная вода обладает большей инерцией к воздействию местных факторов, чем поверхностные воды.

Таблица

Экстремальные и средние месячные значения температуры придонного слоя воды (°С) в западной впадине губы Зеленецкая

Категория	Дата (месяц, год)											
	10.2009	11.2009	12.2009	01.2010	02.2010	03.2010	04.2010	05.2010	06.2010	07.2010	08.2010	
Минимум	7.4	6.6	5.4	3.3	2.3	1.8	2.5	3.1	7.0	8.7	8.7	
Максимум	6.3	5.3	3.7	1.7	0.5	0.8	2.2	2.6	4.3	6.2	7.9	
Средняя	5.3	3.4	1.6	0	–0.7	–0.7	1.5	2.3	2.8	4.5	4.7	

В летний период неравномерность температуры вод на поверхности формируется под влиянием атмосферного прогрева и незначительного, на первый взгляд, берегового стока (рис. 5).

Потоки пресных вод растекаются очень тонким слоем на поверхности по акватории губы и выделяются ареалами относительно повышенной температуры. На отмелях вода прогревается за счет инсоляции. Лишь в восточной части губы, где влияние пресного стока минимально, проявляется тепловая инерционность поступающей из открытого моря водной массы. Однако температурные различия в верхнем слое малы даже в самый жаркий месяц и составляют десятые доли градуса.

В глубоководной части губы у дна вода сохраняет тепловую инерцию. Ее температура соответствует температуре поступающей из моря воды. На мелководных участках вода в летний период более теплая за счет инсоляции, но главным образом – за счет смешения с пресными водами ручья Зеленецкий, впадающего в районе литоральной отмели "Дальний пляж".

Соленость воды, также как и температура, в целом определяется характеристиками воды Мурманского прибрежного течения. Однако в поверхностном слое соленость подвержена воздействию берегового стока и атмосферных осадков и меняется в зависимости от их интенсивности.

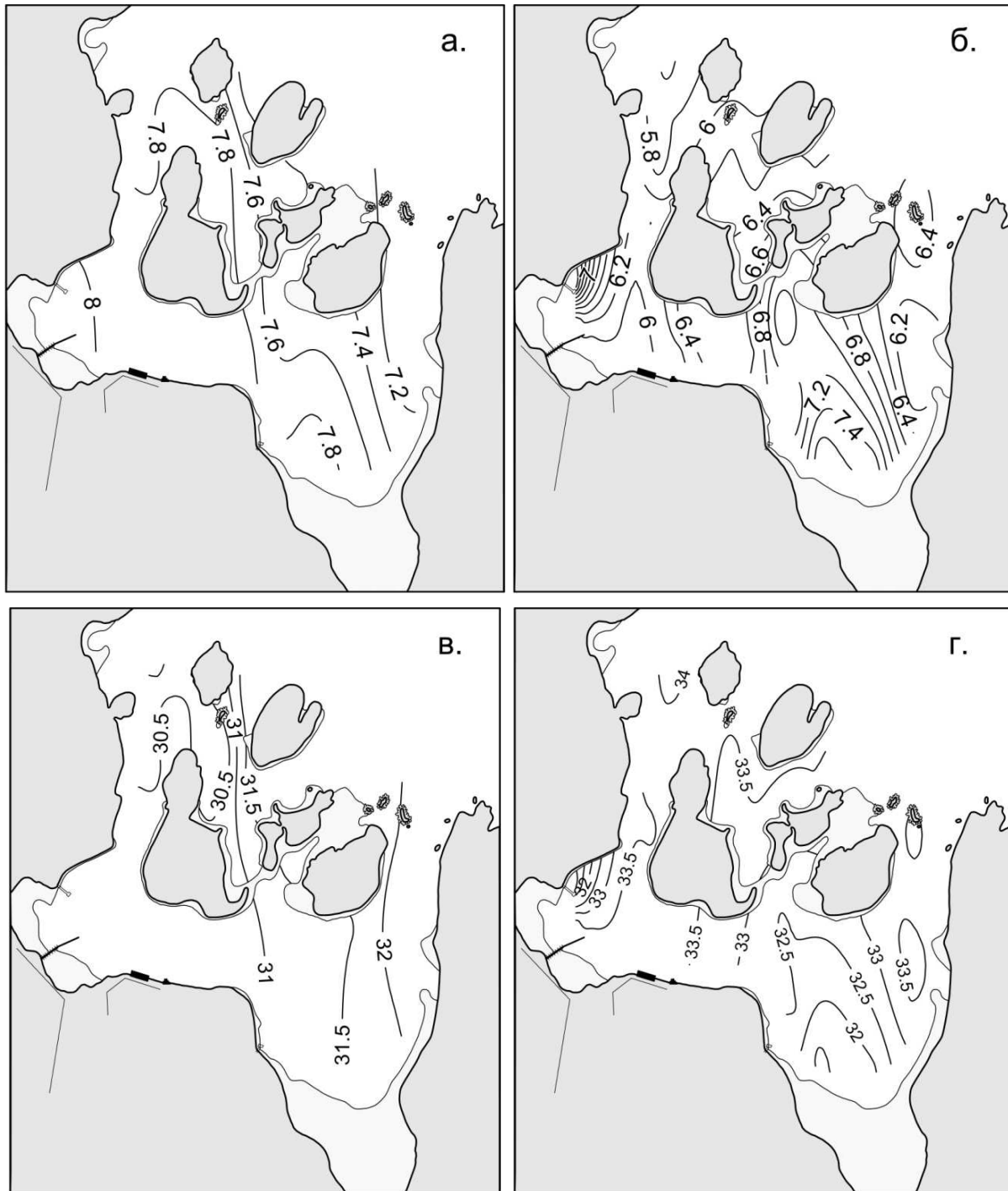


Рис. 5. Распределение температуры (°C) (а, б) и солености (S, ‰) (в, г) в поверхностном и придонном слоях воды по результатам океанографической съемки, июль 2009 г.

В период минимума атмосферных осадков соленость во всем слое варьирует от 34.4 до 34 ‰, а эпизодически может повышаться до 35.2 ‰. Такие повышения характерны, как правило, для холодных месяцев и связаны с осолонением при замерзании верхнего слоя воды. В теплые, влагообильные месяцы – с мая по август, соленость в тонком верхнем слое испытывает значительные кратковременные изменения, вызванные атмосферными осадками на акваторию губы. Динамика изменений солености в этот период характеризуется множественными пиками резкого кратковременного снижения солености вод до 30–32 ‰. Эпизодически в июне – июле соленость снижается до 20–24 ‰.

Изменчивость среднемесячных величин солености по многолетним данным представлена на рис. 6. Период наиболее активных изменений – это апрель – сентябрь. В конце апреля и в мае происходит активное таяние снега, резко возрастает сток талых вод в губу.

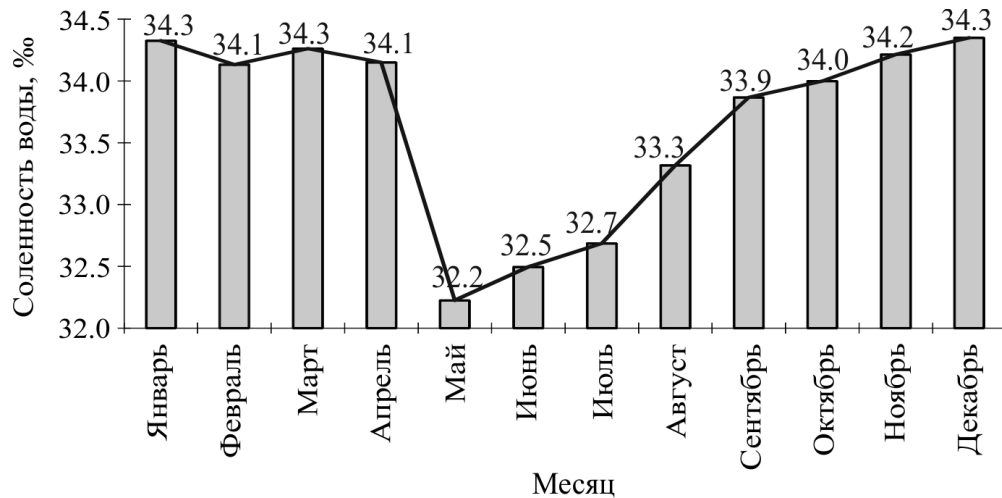


Рис. 6. Многолетняя динамика среднемесячной изменчивости солености верхнего слоя воды в губе Зеленецкая, 2002–2012 гг.

Данные непрерывной регистрации подтверждают стабильность солености придонных вод в губе. Ее сезонные изменения составляют около 1 %. Наиболее низкая соленость – около 33 % – наступает в придонном слое в мае. Осенние и зимние месяцы, до января включительно, характеризуются устойчивой относительно высокой соленостью, в среднем около 34 %. В эпизодах, именно в зимние месяцы, отмечаются кратковременные экстремальные понижения солености до 31 %. Это вызвано изменениями характеристик поступающих в губу вод открытого моря. Частота и величина зимних экстремумов объясняется ветровым (штормовым) перемешиванием вод в открытом море.

Летом распределение солености в верхнем слое вод в губе относительно монотонное (см. рис. 5) и представляет собой малоградиентное поле в интервале 30,5–31,5 %. По данным океанографической съемки 2009 г. даже в июле – самом влагообильном месяце – резко выраженные градиенты солености отсутствуют. Участок относительно повышенной солености 32 % отмечен в восточной части, где влияние берегового стока минимально. Опресняющие воды ручьев и грунтового стока аккумулируются в западной и центральной частях губы.

Отчетливее выражены различия солености на отдельных участках у дна в связи с перепадами глубин. В мелководных районах опресняющее влияние хорошо прослеживается до дна. На этих участках сформированы переходные градиентные зоны. В глубинных участках соленость оказывается на 1 % выше, чем в мелководных, за счет большей инерционности придонной воды к внешним воздействиям. Это создает пятнистость в поле солености придонных вод. Уточненное представление о характере распределения термohалинных характеристик в придонном слое дают вертикальные разрезы (рис. 3).

Закономерности вертикального распределения солености в губе мало отличаются от закономерностей распределения температуры. Весь слой вод оказывается весьма однородным (рис. 3). Вертикальные различия солености составляют около 0,5 %. Во впадинах придонные воды сохраняют немногим более высокую соленость, свойственную поступающим сюда водам Мурманского прибрежного течения – около 34 %. Углубление дна затрудняет вовлечение этого слоя в гидродинамическое перемешивание со всей толщей вод в губе. Смена вод в глубоких горизонтах происходит, очевидно, в сизигийные отливы. Зимой, при возникновении термohалинного вертикального перемешивания (конвекции), придонная вода в желобах обновляется быстрее.

Выводы

Таким образом, губа Зеленецкая представляет собой участок морского водоема закрытого типа, защищенный от ветрового и волнового воздействия со стороны открытого моря. Губа имеет хороший водообмен с открытым морем через два пролива в режиме полусуточных приливо-отливных течений. Высота приливо-отливной волны в 2 м, а в сизигию – 4 м, обеспечивает быструю и регулярную сменяемость большей части объема вод в губе. Быстрая сменяемость воды определяет большое сходство термohалинных характеристик воды в губе и в прилегающей акватории открытого моря. Трансформация вод в губе под воздействием местных факторов мала. Океанографический режим губы характеризуется относительно узким диапазоном сезонной изменчивости среднемесячных и экстремальных значений температуры и солености воды, вертикальной однородностью и хорошей аэрацией водной толщи в результате турбулентного перемешивания и конвекции,

что является важным показателем для развития марикультуры на акватории. Для динамики вод определяющим является умеренная скорость приливо-отливных течений 0.5 узла и малое развитие ветрового волнения. При этом скорость циркуляционных течений, формируемых в акватории губы, низкая, не превышает в максимуме 17 см/с (0.33 узла) и незначительно варьирует на разных горизонтах в зависимости от стадии приливо-отливного цикла.

Климатические условия в районе губы относительно мягкие с умеренной ветровой нагрузкой. К факторам климатического режима, неблагоприятным для хозяйственного использования акватории и дайвинга, можно отнести относительно высокую повторяемость штормовых ветров больше 15 м/с в зимний период и связанное с этим обледенение надводных конструкций. Опасные природные явления – штормы со скоростью ветра выше 20 м/с и интенсивным обледенением плавучих и береговых сооружений – относительно редки, наблюдаются не ежегодно, со средней многолетней периодичностью около 1.5–2 %.

В целом океанографический режим губы Зеленецкая благоприятен для различных видов морского природопользования, в том числе для развития инфраструктуры прибрежного промысла, марикультуры, научно-экспериментальной деятельности, туристической инфраструктуры, включая дайвинг, любительское морское рыболовство, прибрежный яхтинг и пр. Организация различных видов хозяйственной деятельности на акватории губы, особенно марикультуры, потребует углубленного изучения некоторых регламентирующих океанографических характеристик, в частности – гидрохимии, в том числе для оценки воздействия хозяйственной деятельности на природную морскую среду.

Благодарности

Авторы выражают признательность М. С. Громову за большой вклад в гидрологические исследования губы Зеленецкая в 2009–2012 гг. Работа проводилась в рамках темы "Комплексная оценка управленческих рисков при многоцелевом зонировании морей Арктической зоны Российской Федерации" Президиума РАН.

Библиографический список

1. Knipowitsch N. Hydrologische Untersuchungen im Europäischen Eismeer. *Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie*. 1905. V. 33. P. 241–260.
2. Воронков П. П., Уралов Н. С., Черновская Е. Н. Основные черты гидрохимического режима прибрежной зоны Баренцева моря в районе Центрального Мурмана // *Труды Мурманской биологической станции*. М., 1978. Т. 1. С. 39–102.
3. Ильин Г. В., Налбандов Ю. Р., Савинова Т. Н. Гидрологическая характеристика водных масс прибрежной зоны Восточного Мурмана // *Закономерности биопродукционных процессов в Баренцевом море / под ред. В. Ф. Брызгина, Ю. А. Боброва, О. К. Фомина*. Апатиты : Изд-во КФ АН СССР, 1978. С. 3–13.
4. 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 : материалы междунар. науч. конф., Мурманск, 27–30 октяб. 2010 г.* М., 2010. Вып. 10. С. 72–79.
5. 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 : материалы междунар. науч. конф., Мурманск, 9–11 нояб. 2011 г.* / отв. ред. Г. Г. Матишов. Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2011. С. 25–26.
6. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. Л. : Гидрометеоиздат, 1977. 745 с.
7. User Manual SBE 19plus SEACAT PROFILER., Version 012. Bellevue, Washington. USA. 2005.
8. Manual and operating instructions. CTD48M +Turbidity Memory probe / Trappenkamp. Germany. 2008.
9. Лощия Баренцева моря / под ред. В. И. Кириллова. СПб. : Изд-во ГУНиО, 1995. Ч. 2. 462 с.
10. Учет специфики термохалинных градиентов при СТД-профилировании моря / Г. Г. Матишов, Д. Г. Матишов, Д. В. Моисеев, В. В. Кулыгин // *Вестник Южного научного центра РАН*. 2008. Т. 4, N 2. С. 34–45.

References

1. Knipowitsch N. Hydrologische Untersuchungen im Europäischen Eismeer. *Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie*. 1905. V. 33. P. 241–260.
2. Voronkov P. P., Uralov N. S., Chernovskaya E. N. Osnovnyye cherty gidrokhimicheskogo rezhima pribrezhnoy zony Barentseva morya v rayone Tsentralnogo Murmana [The main features of the hydrochemical regime of the coastal zone of Central Murman] // *Trudy Murmanskoj biologicheskoy stantsii*. M., 1978. V. 1. P. 39–102.
3. Il'in G. V., Nalbandov Yu. R., Savinova T. N. Gidrologicheskaya harakteristika vodnykh mass pribrezhnoy zony Vostochnogo Murmana [Hydrological characteristics of water masses in the coastal zone of Eastern Murman] // *Zakonomernosti bioproduktsionnykh protsessov v Barentsevom more / pod red. V. F. Bryazgina, Yu. A. Bobrova, O. K. Fomina*. Apatity : Izd-vo KF AN SSSR, 1978. P. 3–13.

4. Gromov M. S., Moiseev D. V., Shirokolobov D. V. *Gidrometeorologicheskie usloviya v gubah Yarnyishnaya i Zelenetskaya Barentseva morya letom 2009 g.* [Hydrometeorological conditions in the Yarnyishnaya and Zelenetskaya Bays of the Barents Sea during summer, 2009] // *Priroda shelfa i arhipelagov Evropeyskoy Arktiki. Kompleksnyye issledovaniya prirody Shpitsbergena : materialy mezhdunar. nauch. konf., Murmansk, 27–30 oktyab. 2010 g.* M., 2010. Вып. 10. P. 72–79.

5. Gromov M. S., Moiseev D. V., Shirokolobov D. V. *Gidrometeorologicheskie usloviya v gube Zelenetskaya Barentseva morya letom 2010 g.* [Hydrometeorological conditions in the Zelentsy Bay (the Barents Sea) in the summer of 2010] // *Globalnye klimaticheskie protsessy i ih vliyaniye na ekosistemy arkticheskikh i subarkticheskikh regionov : materialy mezhdunar. nauch. konf., Murmansk, 9–11 noyab. 2011 g.* / *otv. red. G. G. Matishov.* Apatity : *Izd-vo KNTs RAN*, 2011. P. 25–26.

6. *Rukovodstvo po gidrologicheskim rabotam v okeanah i moryah* [Guide to hydrobiological works in the oceans and seas]. L. : *Gidrometeoizdat*, 1977. 745 p.

7. *User Manual SBE 19plus SEACAT PROFILER.*, Version 012. Bellevue, Washington. USA. 2005.

8. *Manual and operating instructions. CTD48M Turbidity Memory probe* / Trappenkamp. Germany. 2008.

9. *Lotsiya Barentseva morya* [Barents Sea Sailing Directions] / *pod red. V. I. Kirillova.* SPb. : *Izd-vo GUNiO*, 1995. Ch. 2. 462 p.

10. *Uchet spetsifiki termohalinykh gradientov pri STD-profilirovani morya* [Consideration of thermohaline gradients specific features in CTD profiling] / G. G. Matishov, D. G. Matishov, D. V. Moiseev, V. V. Kulygin // *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN.* 2008. V. 4, N 2. P. 34–45.

Сведения об авторах

Ильин Геннадий Васильевич – Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, канд. геогр. наук, зав. лабораторией; Мурманское областное отделение ВОО "Русское географическое общество"; e-mail: ilyin@mmbi.info

Il'in G. V. – Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Cand. of Geogr. Sci., Head of Department; Murmansk Regional Branch of the Russian Geographical Society; e-mail: ilyin@mmbi.info

Моисеев Денис Витальевич – Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, канд. геогр. наук, зам. директора по науке; Естественно-технологический институт МГТУ, кафедра биоэкологии, доцент; Мурманское областное отделение ВОО "Русское географическое общество"; e-mail: Denis_Moiseev@mmbi.info

Moiseev D. V. – Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Cand. of Geogr. Sci., Deputy Director; Institute of Natural Science and Technology MSTU, Department of Bioecology; Murmansk Regional Branch of the Russian Geographical Society; e-mail: Denis_Moiseev@mmbi.info

Широколов Дмитрий Владимирович – Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, ст. техник, e-mail: shirokolobov@mmbi.info

Shirokolobov D. V. – Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Senior Technician; e-mail: shirokolobov@mmbi.info

Дерябин Александр Алексеевич – Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, ст. техник; e-mail: deryabin@mmbi.info

Deryabin A. A. – Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Senior Technician; e-mail: deryabin@mmbi.info

Павлова Любовь Григорьевна – Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник; e-mail: pavlova_l@mmbi.info

Pavlova L. G. – Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Dr of Geogr. Sci., Leading Researcher; e-mail: pavlova_l@mmbi.info