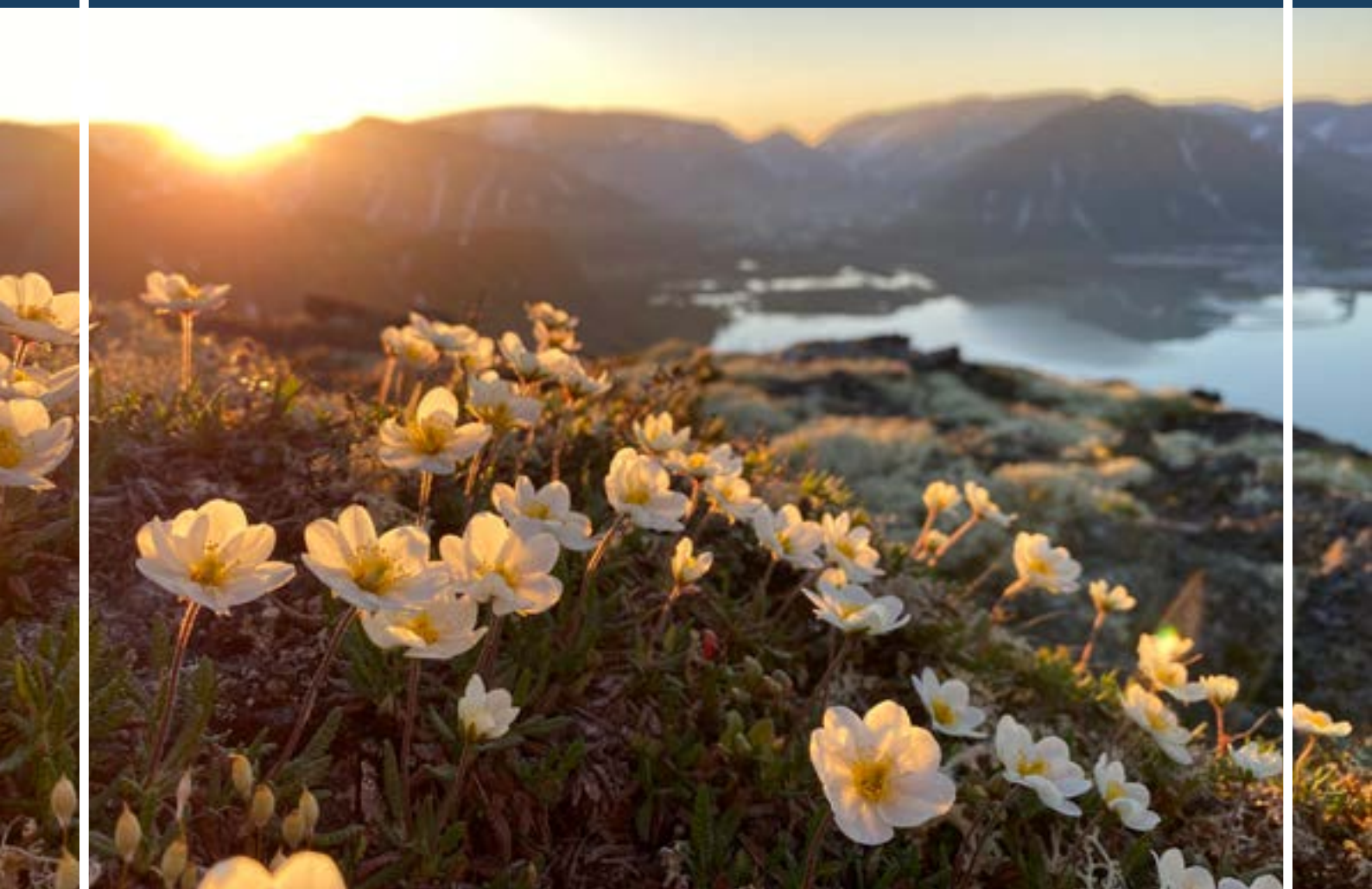




РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВЕСТНИК ГИДРОМЕТА



Октябрь 2020

Содержание

Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды	3
Условия формирования разрывных течений на Балтийской косе в 2020 г.	4
Анализ циркумполярных ледовых карт Антарктиды	6
Термохалинная адвекция через Датский пролив	8
Моря России: исследования береговой и шельфовой зон	10
Исследование загрязнения микропластиком арктических морей	11
Высоцк. Практика	12
Франко-российский диалог по климатическим изменениям	13
Учёный и наставник	14
СНО океанологов	16
ERASMUSDAYS-2020: фотоконкурс	17

Фото на обложке «Жизнь под арктическим солнцем», Павел Безрученко, 3 курс
Альпийский мак в лучах полярного солнца в день летнего солнцестояния (снимок сделан в 2 часа ночи) на горе Вудъяврчорр, Хибины, Мурманская область
Номинация «Животные и растения арктических и высокогорных регионов», I место
Фотоконкурс ErasmusDays

Главный редактор Елена Горбунова

Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды

РГГМУ и Межпарламентская Ассамблея государств — участников СНГ провели в октябре Международную научно-практическую конференцию «Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ».

Открыл конференцию 22 октября в Таврическом дворце ректор РГГМУ Валерий Леонидович Михеев:

Данная конференция, благодаря содействию Межпарламентской Ассамблеи государств — участников Содружества Независимых Государств, уникальна своим масштабом проведения, а также значимой для нас датой — 90-летием Российского государственного гидрометеорологического университета. Конференция в очередной раз станет площадкой качественного взаимодействия всех заинтересованных сторон: от представителей муниципальной власти до ведущих учёных-практиков в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды. Надеемся, что участники конференции станут частью живой содержательной дискуссии, увидят перспективы внедрения научных трудов в развитие региона, получат вдохновение для плодотворной совместной работы.

Вклад РГГМУ в науку и образование отметило руководство города, наградив коллектив университета грамотами «за значительный вклад в развитие науки и отечественной системы высшего образования, подготовку квалифицированных специалистов, достигнутые успехи» и «за многолетний добросовестный труд, развитие науки и системы высшего образования».

Александр Потехин, генеральный директор Санкт-Петербургского регионального центра ИТАР-ТАСС:

XXI век на самом деле будет веком метеорологии, потому что самые главные прорывы, самые яркие открытия и практические достижения наверняка будут осуществлены в ближайшие десятилетия и к концу столетия. Те, кто находится в этом зале и огромный коллектив университета, который возглавляет Валерий Леонидович, изучают атмосферные и гидросферные процессы. А те ребята, которые учатся в Гидромете, я уверен, будут управлять этими процессами. Вот задача, которая стоит перед человечеством, и Россия стоит на передовом фронте науки. Я от всей души желаю хороших учеников. Очень любопытно, что они натворят после нас.

Программа конференции включала в себя Школу-конференцию молодых учёных «Экогидромет», а также работу круглых столов и секций:

— «Морское пространственное планирование — Дорожная карта Российской Федерации» (в рамках международного проекта-платформы Capacity4MSP



программы международного сотрудничества Интеррег Балтийский Регион);

- «Метеорология специального назначения»;
- «Актуальные проблемы погоды и климата»;
- «Гидрология и океанология от Арктики до Антарктики: теория и практика»;
- «Экосистемы в условиях глобальных изменений»;
- «Техносферная безопасность и информационные технологии в сфере охраны окружающей среды»;
- «Экономико-управленческие проблемы развития общества и проблемы правового урегулирования в экосфере».

«Экогидромет» собрал студентов, аспирантов и молодых специалистов различных научно-исследовательских организаций для обсуждения актуальных экологических проблем и обмена опытом в области их решения. Всего было представлено 36 докладов: 23 на секционном заседании и 13 в виде постеров.

Так участники конференции обсудили достижения и перспективы развития фундаментальных и прикладных научных исследований в области гидрометеорологии, океанологии, мониторинга окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на территории Российской Федерации и пространстве СНГ. Также были рассмотрены экономико-управленческие вопросы развития современного общества и правового регулирования в сфере природопользования, экологии и аспекты трансграничного сотрудничества.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА БАЛТИЙСКОЙ КОСЕ В 2020 Г.

Мехова Ольга Сергеевна¹, Круглова Елизавета Евгеньевна¹, Павлова Мария Александровна², Сильвестрова Ксения Петровна³, Мысленков Станислав Александрович⁴, Медведева Алиса Юрьевна³, Закиров Руслан Баядитович³, Чубаренко Борис Валентинович³, Граве Алексей Николаевич³, Степанова Наталья Борисовна³

1 - Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург

2 - Московский физико-технический институт, Долгопрудный

3 - Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва

4 - Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва

Введение

Разрывное течение («rip current») – вид морского прибрежного течения, направленного под прямым углом от берега. Как правило, подобные течения являются сильными и узкими, способны развивать скорость до 0,5 м/с в спокойную погоду и до 2 м/с в шторм (Castelle, 2016). Первые упоминания о рипах относятся к первой половине XX века (Davis, 1925; Shepard, 1936).

Разрывные течения возникают при наборе определенных условий, некоторые характерны и для Балтийской косы: наличие длинного фестончатого берега с чередующимися формами рельефа (мысами, образующими подводные бары, и небольшими приглубыми бухтами), а также сильные ветра и возникающие высокие волны.

Ранее в исследуемом районе, несмотря на регулярные несчастные случаи, измерения и изучение разрывных течений не проводились. Однако для полуострова Хель, также расположенного в Юго-восточной Балтике, описаны следующие параметры разрывных течений: при значительной высоте волны от 1,26 м до 2,06 м и периоде волн от 5 с до 7,4 с соответственно, средние скорости течения составили 0,22–0,53 м/с, при этом максимум скоростей достигал 1,32 м/с (Ostrowski, 2020).

Целью исследования было изучение условий возникновения разрывных течений на побережье Балтийской косы. Для этого были поставлены следующие **задачи**:

1. Выбор тестового полигона на основе спутниковых снимков.
2. Измерение батиметрии на полигоне, картирование береговой линии.
3. Сбор, прогноз и анализ информации о ветре и ветровых волнах. Вычисление высоты волн с помощью волновой рейки.
4. Запуск GPS-дрифтеров и лагранжевых частиц (ЛЧ) для визуальных наблюдений с коптера. Обработка запусков.

Приборы и методы

С помощью спутниковых данных, а также на основе опроса местного населения, выбраны два полигона для исследований. На начальном этапе выполнен промер глубин с использованием размеченной рейки, GPS-навигатора и однолучевого эхолота Garmin GPSmap 421s; используя программы EASYGPS,

OziExplorer, Surfer построена карта батиметрии для первого полигона (Рис. 1). Для выбора времени запуска GPS-дрифтеров и лагранжевых частиц (белых мешков, заметных на поверхности моря) с помощью модели SWAN рассчитаны прогнозы ветрового волнения. Далее проводилась видеосъемка ЛЧ с коптера; положение ЛЧ картировано при помощи программы Global Mapper, в результате определено направление течения и его скорость. С помощью волновой рейки и фотокамеры на штативе снимались данные по волнению, обработка которых проведена в MatLab.

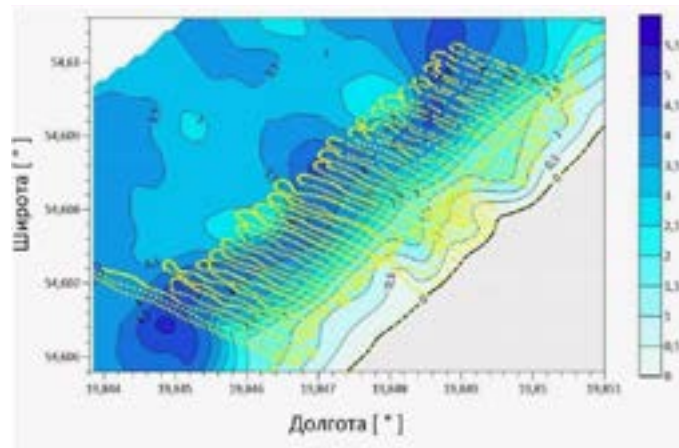


Рис. 1 Карта батиметрии исследуемого полигона.

Результаты

В ходе исследования проведено несколько запусков ЛЧ и дрифтеров 19, 23 и 24 августа 2020 г. При этом ЛЧ двигаются в тонком поверхностном слое, тогда как дрифтеры имеют заглубленный парус (0,5-1 м). Ниже представлено описание особенностей прибрежной циркуляции для каждого дня и дана обобщенная схема движения ЛЧ и дрифтеров.

19 августа 2020 скорость движения GPS-дрифтеров из бухты к бару составила 15 см/с. Скорость движения лагранжевых частиц из бухты к бару 5-9 см/с. По данным реанализа для точки с координатами 19,85° в.д и 54,65° с.ш., на 2 км удаленной от берега точки (далее точка А), направление распространения волн 221°, а высота волны около 0,25 м. Согласно траекториям ЛЧ, поток воды направлен по каналу в сторону берега в соответствии с направлением ветра (Рис. 2). Дальше часть воды уходит в промоину между баром и берегом, а основной компенсационный отток прижимается к стенке бара, затем лагранжевые частицы и дрифтеры попадают в прибойную волну на баре и выносятся на берег. Траектории ЛЧ прижаты к бару благодаря дифракции волн. Таким образом на баре создается зона конвергенции, в которой значительно увеличивается скорость потока, направленного к берегу. Существующий поток, направленный в сторону моря, возник при ветрах северного направления 6 м/с. Однако волнение было недостаточно развито для формирования разрывного течения. В результате обработки данных волновой рейки были зафиксированы следующие параметры волнения: период волнения составлял примерно 3 секунды, а максимальная высота волн – примерно 50 см.



Рис. 2 Принципиальная схема движения ЛЧ 19 августа 2020 г.

23 августа 2020 высота волн согласно прогнозу была около 1 м, поэтому было решено провести запуск ЛЧ на втором полигоне (отличается от первого тем, что расположен недалеко от пролива, который отделен от моря далеко выдающимся молотом). По данным реанализа в точке А направление распространения волн 258° , а высота составляла 0,58 м. Благодаря сильному волнению в прибрежной зоне создается превышение уровня за счет волнового нагона. Во время запуска ЛЧ наблюдается компенсационный отток воды в сторону моря веерообразной формы, привязанной к топографии дна. Одно из ответвлений течения направлено в море по глубокой части бухты, а затем возвращается к берегу. В зоне второго подводного бара происходит обрушение волн, которое приводит к изменению направления движения ЛЧ и их замедлению (Рис. 3).



Рис. 3 Принципиальная схема движения ЛЧ 23 августа 2020 г.

24 августа 2020 характеризуется ветром ЗЮЗ направления 5-7 м/с. По данным реанализа в точке А направление распространения волн 278° , а высота 0,43 м. Согласно траекториям движения ЛЧ возникает вдоль-береговое течение, направленное на СВ, однако дрейфтеры с заглубленным парусом двигаются по каналу в сторону моря (Рис. 4).



Рис. 4 Координаты движения дрейфтера №1 и №17. Черным цветом обозначен первый запуск, красным – второй, 24.08.2020

ЛЧ имеют скорость 37-85 см/с в поверхностном слое и двигаются строго вдоль берега, попадая в прибойную зону, в то время как дрейфтеры движутся по каналу из бухты в море и огибают мыс по полузамкнутой траектории, что может свидетельствовать о начале формирования циркуляционной ячейки (Рис. 5).



Рис. 5 Принципиальная схема движения ЛЧ 24 августа 2020 г.

Скорости течения, направленного от берега и зафиксированного при помощи дрейфтеров и лагранжевых частиц, достигали 85 см/с, что согласуется с оценками разрывных течений других исследований (Castelle, 2016; Ostrowski, 2020). По результатам анализа траекторий движения было установлено наличие компенсационного оттока вод в сторону моря в приглубых бухтах, а также возвратного течения, однако ни в одном из случаев не было подпитывающего «feeder current» и полностью замкнутой циркуляционной ячейки. Изменяющаяся береговая линия, рельеф дна, а также кратковременная изменчивость ветроволновых условий приводит к нестабильности течения по пространству и времени, что подтверждается траекториями движения ЛЧ и дрейфтеров в прибрежной зоне. Таким образом, при высотах волн до 1 м наблюдаемое течение имеет характер пульсаций.

Финансирование и благодарности

Исследование выполнено в рамках научно-образовательной программы Плавающий университет ИО РАН при поддержке Фонда целевого капитала МФТИ и Центра морских исследований МГУ. Сбор данных проведен в рамках тем № 0149-2019-0004 и 0149-2019-0013 государственного задания ИО РАН и гранта РФФИ 18-05-01145. Авторы благодарят Плавающий Университет ИО РАН за предоставленную возможность проведения исследования.

Список литературы

1. Bowen A. J. Rip currents: 1. Theoretical investigations // Journal of Geophysical Research. – 1969. – Т. 74. – № 23. – С. 5467-5478.
2. Davis W. M. The undertow myth // Science. – 1925. – Т. 61. – № 1573. – С. 206-208.
3. Shepard F. P. Undertow, rip tide or «rip current» // Science. – 1936. – Т. 84. – № 2173. – С. 181-182.
4. Castelle B. et al. Rip current types, circulation and hazard // Earth-Science Reviews. – 2016. – V. 163. – P. 1-21.
5. Ostrowski R. et al. South Baltic rip currents detected by a field survey // Baltica. – 2020. – Т. 33. – № 1.

АНАЛИЗ ЦИРКУМПОЛЯРНЫХ ЛЕДОВЫХ КАРТ АНТАРКТИДЫ

Круглова Е.Е.¹, Мехова О.С.¹

¹ - Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург

В ходе работы были поставлены и выполнены следующие задачи: проанализировать особенности сезонного изменения площадей льда Антарктиды; сравнить состояния льда в 2016 году и 2019 году. Были использованы ледовые карты в период с 2015 года по 2019 год. По выбранным ледовым картам был выполнен визуальный анализ изменения площадей льда с целью определения внутригодовой и межгодовой цикличности. В результате сделан вывод о цикличности этих изменений.

На сайте ААНИИ доступны циркумполярные ледовые карты в период с середины 2015 года по сегодняшний день [AARI-NIC-NMI...]. Для анализа были выбраны карты за 2016 и 2019 года, так как за этот период в первом наблюдалась максимальная площадь льда, а в последнем — минимальная (рис. 1).

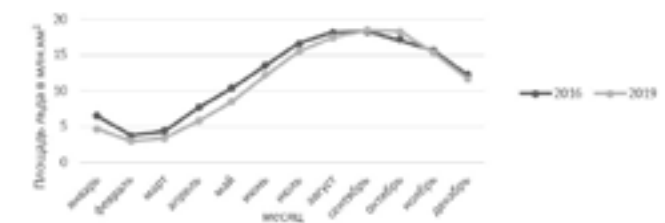


Рис. 1 Площади морского льда в Антарктиде в 2016 и 2019 г.

Как видно из карт за январь (рис. 2а и рис. 2б), независимо от года, на западном побережье наблюдается большее, по площади, количество льдов, чем на восточном побережье.

При визуальном анализе видно, что в 2016 году в море Уэдделла и в море Росса гораздо больше площадь льдов, чем в 2019 году, а вот в море Лазарева площадь льдов меньше. В 2016 году льды простираются до 57° ю.ш., в 2019 граница льдов достигает 60° ю.ш. Площадь льдов со сплоченностью 8–10 баллов в районе моря Уэдделла больше в 2016 году, а в районе моря Беллинсгаузена больше в 2019 году. В остальном, побережье Антарктиды покрыто льдами одинаково.

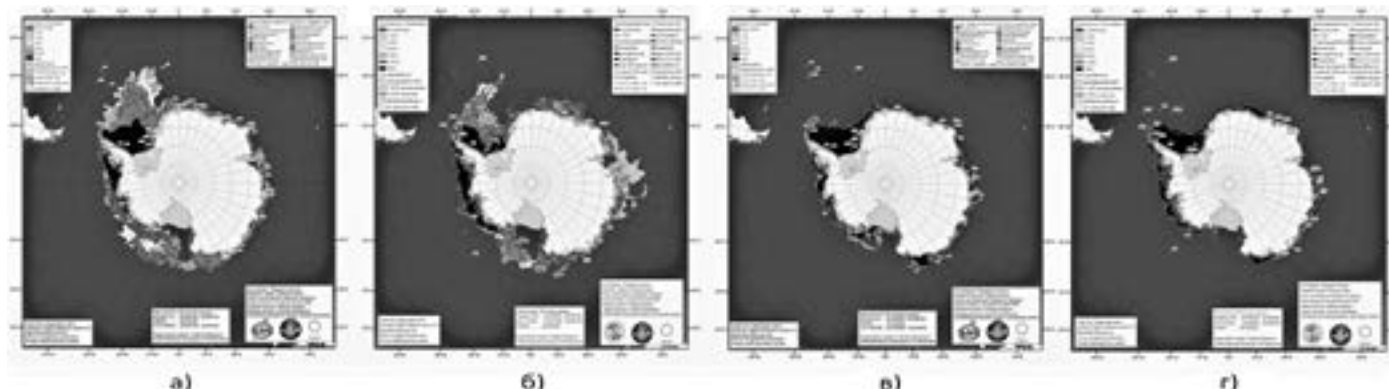


Рис. 2 Площади морского льда в Антарктиде [http://www.aari.ru/main.php?lg=0&id=278]: а) 07.01.2016 б) 03.01.2019 в) 03.03.2016 г) 28.02.2019

На картах следующего рассматриваемого периода, конец февраля — начало марта (рис. 2в и рис. 2г), наблюдается характерное для этих месяцев резкое уменьшение площадей льда по всему побережью Антарктиды.

Граница льдов максимально распространяется до 63° ю.ш. в оба рассматриваемых года. В 2016 году в районах моря Уэдделла, моря Росса, моря Дейвиса площадь льдов больше, чем в 2019 году, а в районе моря Амундсена и моря Лазарева площадь льдов больше в 2019 году. Также на картах видно, что вдоль всего западного побережья сплоченность льда достигает 9–10 баллов в оба рассматриваемых года.

Следующие две карты дают возможность сравнить площадь и сплоченность льда в мае 2016 года и мае 2019 года (рис. 3).

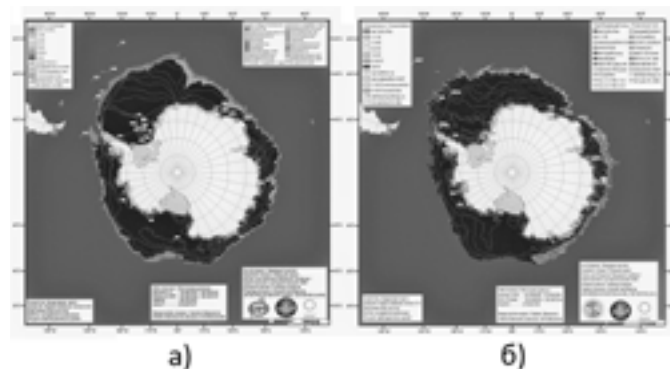


Рис. 3 Площади морского льда в Антарктиде [http://www.aari.ru/main.php?lg=0&id=278] а) 12.05.2016 б) 09.05.2019

Здесь видно увеличение площади льдов по всему побережью Антарктиды. На картах показано, что льды доходят до 60° ю.ш., но в 2016 году льдов больше в районе морей Уэдделла и Беллинсгаузена, а в 2019 году — в районах морей Лазарева и Амундсена. По остальному побережью количество льдов одинаковое. Почти весь лед имеет сплоченность в 9–10 баллов.

В июле наблюдается дальнейшее увеличение распространения льдов (рис. 4а и рис. 4б).

В 2016 году они простираются до 56° ю.ш., а в 2019 до 58° ю.ш. На картах видно, что площадь льда продолжает увеличиваться по всему побережью Антарктиды, независимо от рассматриваемого года, но в 2016 году,

в сравнении с 2019, льдов было больше в районах морей Уэдделла, Беллинзгаузена, Космонавтов, Дейвиса и Моусона. Сплоченность льдов продолжает оставаться 10 баллов и отличается только вдоль восточной части материка, где в 2019 году они имеют меньшую сплоченность в 6–8 баллов.

Следующие карты показывают площади и сплоченности льда в начале сентября 2016 года и в конце августа 2019 года (рис. 4в и рис. 4г). Визуально наблюдается равномерное увеличение площадей, покрытых льдами, по всему побережью, и они доходят до 54° ю.ш. и в 2016, и в 2019 годах. Различие есть в районе моря Росса, в 2016 году тут льдов больше, и они доходят до 58° ю.ш., в отличие от 62° ю.ш. в 2019. Так же видны отличия в море Космонавтов, где в 2016 году лед распространился до 62° ю.ш., а в 2019 только до 58° ю.ш. В оба рассматриваемых года сплоченность льдов в августе на большей части равна 10 баллов.

Если сравнивать карты за первую половину ноября, то видно, что дальнейшее распространение льдов не происходит (рис. 5а и рис. 5б). Наблюдается уменьшение площади льдов в районе моря Беллинзгаузена, независимо от рассматриваемого периода. Так же значительны изменения качества самого льда. Зрительно можно определить, что в 2016 году в района моря Уэдделла и моря Лазарева сплоченность льда примерно на 40% площади уменьшается до 7–9 баллов, в отличие от 2019 года, когда она остается равной 10 баллам. Также можно увидеть изменение сплоченности по всему восточному побережью: оно уменьшается в 2016 до 4 баллов, а в 2019 местами до 3 баллов.

Последние карты, которые мы рассматриваем, показывают нам льды в декабре 2016 и 2019 г. (рис. 5в и рис. 5г). Здесь видно резкое уменьшение количества

льда, который распространяется максимум до 59° ю.ш. в районе моря Уэдделла в оба рассматриваемых периода, но сплоченность в 2016 году меньше, чем в 2019 году, и колеблется от 1–3 баллов до 9 баллов, тогда как в 2019 году только отдельными местами 4–6 баллов, а в основном наблюдается 9–10 баллов. На картах видно, что все восточное побережье практически полностью освобождается ото льда независимо от года. Есть разница только в море Лазарева: в 2016 году оно практически полностью освобождено от льда, тогда как в 2019 оно покрыто льдом от 59° ю.ш. до 64° ю.ш.

В ходе проделанной работы подтверждаются некоторые закономерности. Два подробно рассмотренных нами года представляют собой минимальный и максимальный пики площадей льда за период с 2016 по 2019 год. Несмотря на различия по сплоченности и общей распространённости льдов цикл внутри года не меняется, т. е. максимум площади приходится на сентябрь, а минимум на февраль.

Список литературы

1. Спутниковый климатический мониторинг [Электронный ресурс] // ФГБУ «НИЦ «Планета»: Климатические данные: Изменение площади морского льда в Антарктике (2002–2019). URL: https://planet.iitp.ru/climate/2019/03_ice_antarctic_2019_rus.jpg (дата посещения 21.02.2020).
2. AARI-NIC-NMI pilot project on integrated sea ice analysis for Antarctic waters [Электронный ресурс] // ФГБУ ААНИИ: Оперативные данные: Циркумполярные ледовые карты Южного океана. URL: <http://www.aari.ru/main.php?lg=0&id=278> (дата обращения: 21.02.2020).

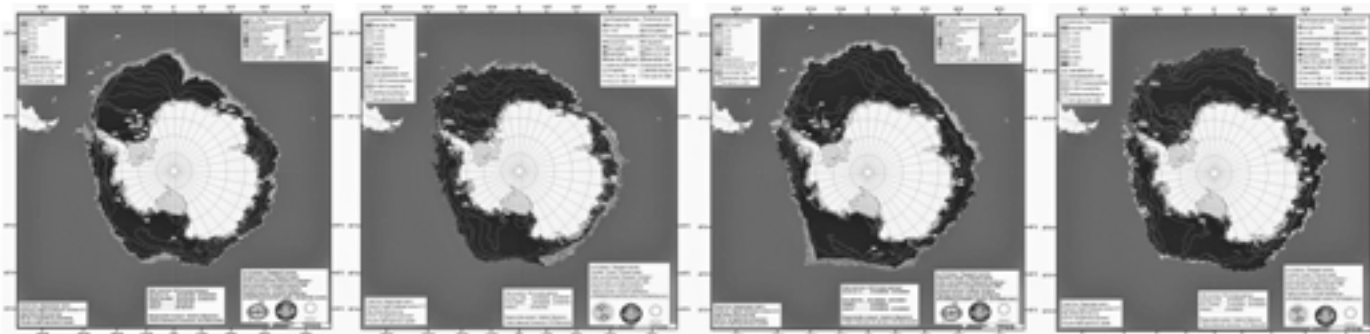


Рис. 4 Площади морского льда в Антарктиде [<http://www.aari.ru/main.php?lg=0&id=278>]: а) 07.07.2016 б) 04.07.2019 в) 01.09.2016 г) 29.08.2019

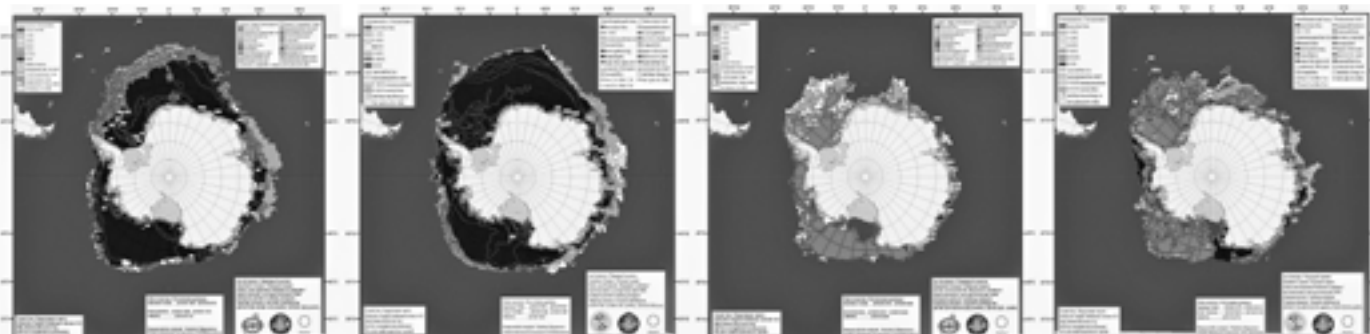


Рис. 5 Площади морского льда в Антарктиде [<http://www.aari.ru/main.php?lg=0&id=278>]: а) 10.11.2016 б) 07.11.2019 в) 22.12.2016 г) 19.12.2019

ТЕРМОХАЛИННАЯ АДВЕКЦИЯ ЧЕРЕЗ ДАТСКИЙ ПРОЛИВ

Кирилова А.А.¹, Гордеева С.М.^{1,2}

1 - Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург

2 - Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва

Аннотация. Представлены основные выводы исследования пространственно-временной изменчивости объемного расхода и потоков тепла и солей через Датский пролив на широтном разрезе 66° с.ш. (23.5° - 36.25° з.д.) за период 1993-2016 гг. Выявлено, что в целом интегральные потоки через разрез направлены на юг и в среднем составляют: объемный расход $2,4 \pm 2,1$ Св, поток тепла $281,6 \pm 80,1$ ТВт, поток соли $83,8 \pm 67,4$ Кт·с⁻¹.

Ключевые слова: Датский пролив, течение Ирмингера, Восточно-Гренландское течение, объемный расход, поток тепла.

Датский пролив представляет собой уникальный объект исследования ввиду особенностей его гидрологического режима, так как через него проходит основной поток арктических вод в Атлантику, представленный Восточно-Гренландским течением, а также течение Ирмингера – ответвление Северо-Атлантического течения. Этот район привлекает внимание многих исследователей в связи с текущим потеплением Арктики [Våge и др., 2011, 2013; Филюшкин, Мошонкин, 2013; Andrews, Jennings, 2014; Лебедев, Филюшкин, 2019; Lundrigan, Demirov, 2019]. Здесь встречаются две водные массы, значительно различающиеся по своим характеристикам: воды атлантического происхождения и воды полярного происхождения. А в результате такого взаимодействия водных масс проявляется исключительно важная

особенность Датского пролива – наличие полярного фронта [Солянкин, 1962].

В данном исследовании оценка термохалинной адвекции производилась на широтном разрезе по 66° с.ш. между островами Исландия и Гренландия. Особенностью выбранного разреза является его расположение над наименее глубокой частью впадины морского дна Датского пролива. Исходными данными служили среднемесячные значения меридиональной скорости течения, температуры и солёности, представленные на портале Европейской программы наблюдения Земли из космоса Copernicus (The European Earth Observation Programme Copernicus Marine Environment Monitoring Service – CMEMS) за период с января 1993 г. по декабрь 2016 г. [Mertz, Mulet, 2020; Архив, 2020].

Оценки интегральной по глубине термохалинной адвекции через Датский пролив (объемный расход и потоки тепла и соли) рассчитывались с использованием следующих формул:

$$Q = v \cdot S,$$

$$Q_t = C_p \cdot (T - \theta) \cdot v \cdot \rho \cdot S,$$

$$Q_s = S_w \cdot v \cdot \rho \cdot S,$$

где Q – объемный расход, м³·с⁻¹, Q_t – поток тепла, Вт·м⁻¹, Q_s – поток соли, г·с⁻¹, v – скорость течения, м·с⁻¹, C_p – удельная теплоемкость воды, Дж·кг⁻¹·°С⁻¹, T – температура воды, °С, θ – температура замерзания, °С, S_w – солёность воды, епс, ρ – плотность воды, кг·м⁻³, S – площадь поперечного сечения потока, м². Размерность расхода воды: Св (Свердруп), Св = 10⁶м³/с.

В результате исследования было выявлено, что основные струи Восточно-Гренландского течения и течения Ирмингера располагаются в подповерхностном слое, на глубине 300-400 м, на восточном шельфе

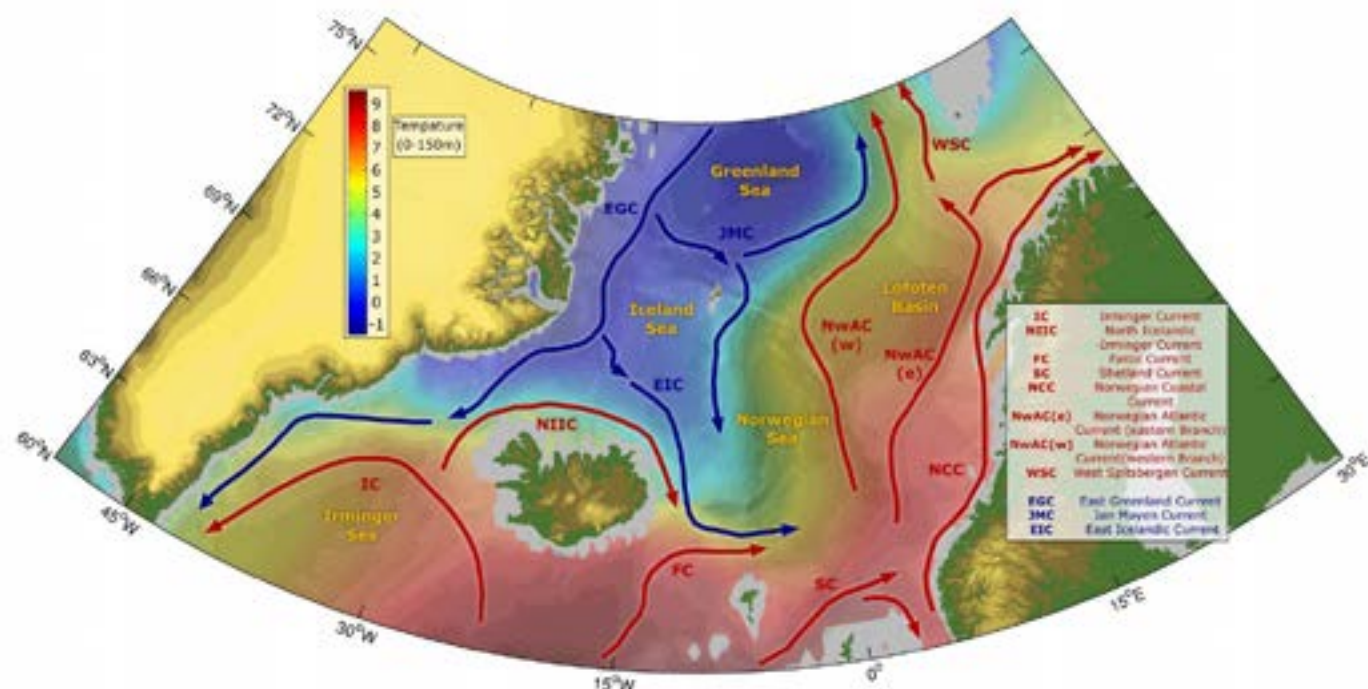


Рис. 1 Температура поверхности моря Северной Атлантики и северных морей, рельеф дна и основные течения [Lundrigan S., Demirov E., 2019].

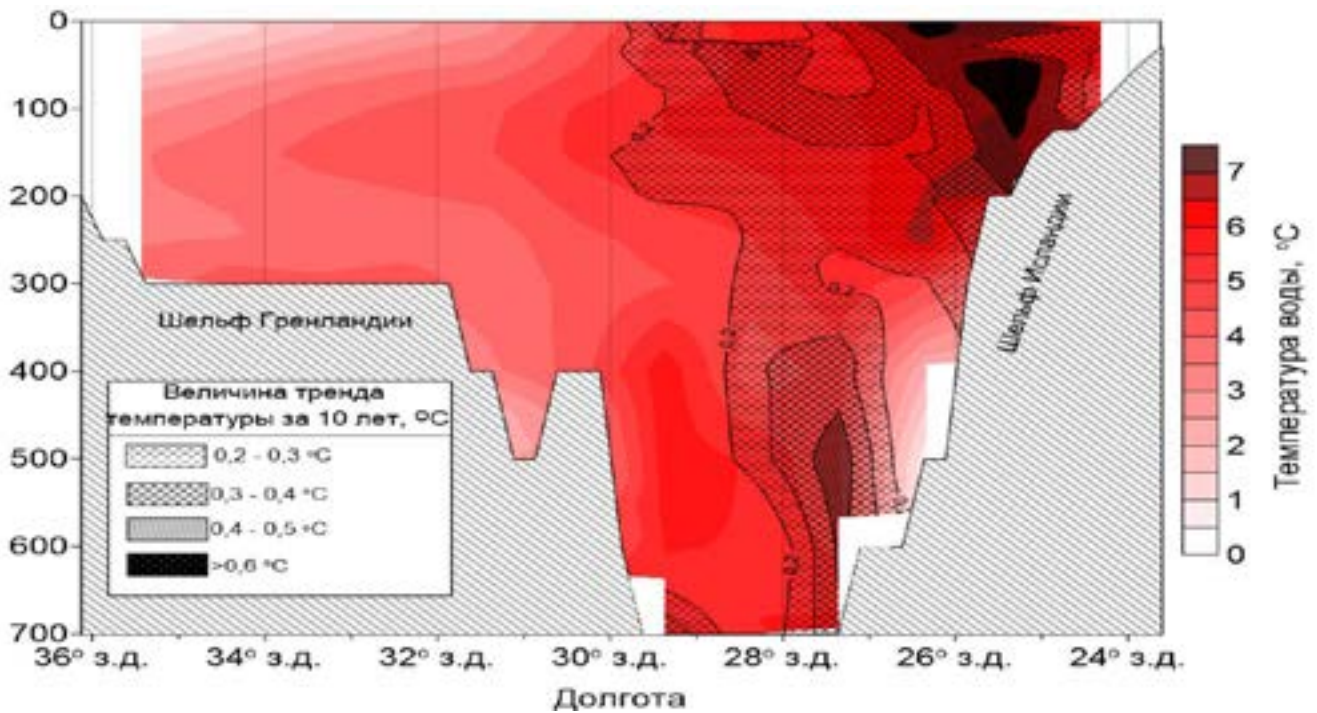


Рис. 2 Климатические величины температуры воды на разрезе по 66° в Датском проливе и значимые тренды.

Гренландии и западном шельфе Исландии, соответственно. Средние многолетние характеристики в стрессных течениях составляют: для течения Ирмингера – скорость 16 см·с⁻¹, температура воды 6 °С, соленость 35,1 епс; для Восточно-Гренландского течения – скорость 8 см·с⁻¹, температура воды 3,5-4 °С, соленость 34,9 епс.

В среднем объемный расход через пролив направлен на юг и составляет $2,4 \pm 2,1$ Св. Основная составляющая, определяемая Восточно-Гренландским течением, имеет годовую периодичность и составляет $6,6 \pm 1,6$ Св. Поток воды, направленный на север, не имеет выраженного внутригодового хода и составляет $4,2 \pm 1,3$ Св. Тепловой поток в среднем составляет $119,3 \pm 102,5$ ТВт и в целом направлен на юг. Южная составляющая имеет выраженную годовую периодичность и переносит $281,6 \pm 80,1$ ТВт тепла, а поток в направлении на север не имеет выраженного внутригодового хода и составляет $162,3 \pm 62,9$ ТВт. Поток соли через пролив также направлен на юг и составляет $83,8 \pm 67,4$ Кт·с⁻¹. Поток соли, определяемый Восточно-Гренландским течением, имеет годовую периодичность и составляет $224,9 \pm 55,1$ Кт·с⁻¹, а поток соли, определяемый течением Ирмингера $141,0 \pm 42,8$ Кт·с⁻¹.

Все потоки в направлении на юг, определяемые Восточно-Гренландским течением, в долговременной изменчивости не имеют статистически значимого тренда. А потоки, определяемые течением Ирмингера, обладают положительным трендом, усиливающимся с 2012 г., а также длиннопериодным колебанием, которое проявилось усилением потока летом 1996, 2004, 2011 и 2015-2016 гг., что привело к повороту общего потока воды через Датский пролив на север.

Список литературы

1. Архив данных ARMOR3D L4, сборка MULTIOBS_GLO_PHY_REP_015_002 / Сайт европейской программы наблюдений за Землей из космоса Copernicus. Электронный ресурс. Доступ: <https://resources.marine.copernicus.eu/> (требуется авторизация, 08.09.2020)
2. Лебедев К.В., Филюшкин Б.Н., Кожелупова Н.Г. Водообмен полярных морей с Атлантическим и Северным Ледовитым океанами на основе наблюдений АРГО // Океанологические исследования. 2019. Том 47, № 2. С. 183–197. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2019.47(2).11
3. Солянкин Е.В. Некоторые особенности гидрологии Датского пролива. По материалам рейса э/с «Севастополь» летом 1958 // Труды ВНИРО. 1962. Т. 046, Сб. 1. С. 74 – 91.
4. Филюшкин Б.Н., Мошонкин С.Н. Моделирование многолетней и сезонной изменчивости расхода вод придонного течения в Датском проливе // Океанология. 2013. Том 53, № 6. С. 725–736
5. Andrews J.T., Jennings A.E., Multidecadal to millennial marine climate oscillations across the Denmark Strait // *Climate of the Past*. 2014. № 10. P. 325–343.
6. Lundrigan S., Demirov E., Mean and eddy-driven heat advection in the ocean region adjacent to the Greenland-Scotland Bridge derived from satellite altimetry // *Journal of Geophysical Research*. 2019. Vol. 124. Pp. 2239-2260
7. Mertz F., Mulet S. Product user manual for global ocean multi observation products MULTIOBS_GLO_PHY_REP_015_002. / Сайт европейской программы наблюдений за Землей из космоса Copernicus. Электронный ресурс. Доступ: <https://resources.marine.copernicus.eu/> (требуется авторизация, 08.09.2020)
8. Våge K., Pickart R. et al. Significant role of the North Icelandic Jet in the formation of Denmark Strait overflow water // *Nature Geoscience*. 2011. Vol. 4. P. 723-727.
9. Våge K., Pickart R. et al. Revised circulation scheme north of the Denmark Strait // *Deep-Sea Research I*. 2013. № 79. Pp. 20–39

Моря России: исследования береговой и шельфовой зон



Всероссийская научная конференция «Моря России: исследования береговой и шельфовой зон» (XXVIII Береговая конференция) прошла с 21 по 25 сентября 2020 года в г. Севастополе. Организатор конференции — Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН» и Секция океанологии, физики атмосферы и географии Отделения наук о Земле РАН при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

В конференции приняли участие 258 ученых и практиков из 83 научных и научно-исследовательских организаций России. Ученые обсудили актуальные вопросы мультидисциплинарных исследований шельфовых и береговых зон морей России, направленных на решение вопросов их освоения и научно обоснованного природопользования.

В рамках конференции были представлены пленарные, секционные и стендовые доклады, состоялся семинар Секции океанологии, физики атмосферы и географии Отделения наук о Земле РАН и круглый стол «Проблемы береговой зоны Крыма».

Таким образом, ученые обменялись современными результатами фундаментальных исследований динамических процессов в береговой и шельфовой зонах морей России, полученными теоретическими и экспериментальными методами. Кроме того, были сформулированы перспективные задачи, стоящие перед океанологическим сообществом в рамках национального проекта «Наука», решение которых будет способствовать устойчивому развитию хозяйственной и рекреационной деятельности в приморских регионах России с минимизацией ущерба окружающей среде.

Два доклада были подготовлены специалистами из РГГМУ:

— «Исследование загрязнения микропластиком арктических морей» — Ершова А. А., Макеева И. Н., Еремина Т. Р., Татаренко Ю. А., секция «Экологическая безопасность устьевых, прибрежных и шельфовых районов»;

— «Волны в ураганах на основе концепции автоматического развития ветрового волнения» — Юровская М. В. (МГИ), Кудрявцев В. Н. (РГГМУ), Шапрон Б. (IFREMER), секция «Фундаментальные и прикладные исследования морской среды».

Из «Решения Всероссийской научной конференции «Моря России: исследование береговой и шельфовой зон» (XXVIII береговая конференция)»

Участники конференции решили:

Считать достигнутой цель конференции, заключающуюся в обмене современными результатами фундаментальных исследований динамических процессов в береговой и шельфовой зонах морей России, полученными теоретическими и экспериментальными методами, а также в формулировке перспективных задач, стоящих перед океанологическим сообществом в рамках национального проекта «Наука», решение которых будет способствовать устойчивому развитию хозяйственной и рекреационной деятельности в приморских регионах России с минимизацией ущерба окружающей среде.

Считать насущной необходимостью для экономики и безопасности страны продолжение фундаментальных и прикладных исследований гидрометеорологических, океанографических и ледовых процессов в Арктическом бассейне, а также дальнейшее продолжение экспедиционных исследований и разработку новых автоматизированных систем оперативного мониторинга морской среды в полярных условиях.

Считать необходимым проведение постоянного мониторинга природных и антропогенных процессов в береговой зоне, в условиях изменяющегося климата и наличия задачи развития хозяйственной деятельности, в том числе с целью оценки эффективности берегозащитных сооружений, унифицировать состав и методику работ.

Считать необходимой выработку административно-правовых механизмов для предоставления научно-исследовательским организациям, выполняющим работы по государственным программам и грантам, свободного доступа к гидрометеорологической информации, в том числе специализированного характера.

Разработать свод правил (СП) для проведения литодинамических исследований в прибрежной зоне при подготовке проектной документации, а также СП по научному обоснованию проектов искусственных островных комплексов.

Считать необходимым продолжение экологических исследований в морских акваториях и в устьевых областях рек, способствовать созданию мониторинговой сети в устьях рек, существенно увеличить количество и географию комплексных гидрологоэкологических экспедиционных исследований и выделяемых на них государственных и коммерческих грантов.

Исследование загрязнения микропластиком арктических морей

Тезисы доклада (Ершова А. А., Макеева И. Н., Еремина Т. Р., Татаренко Ю. А.)

Ключевые слова: микропластик, морской мусор, Арктика.

На сегодняшний день загрязнение морской среды микропластиком (частицы пластика менее 5 мм) является глобальной экологической проблемой. Из-за сложности изучения и новизны этой проблемы еще пока не существует единой стандартизированной методики по определению концентрации микропластиковых частиц в воде.

Находясь в водной среде, микропластик попадает под влияние течений и распространяется по всему Мировому океану до тех пор, пока не достигнет зоны аккумуляции. В мире существует несколько таких зон («мусорных пятен»), и одна из них находится в Арктическом бассейне [A. Cózar, E. Martí, C. M. Duarte, J. Garcíade-Lomas, E. v. Seville, T. J. Ballatore, v. M. Eguíluz, J. I. GonzálezGordillo, M. L. Pedrotti, F. Echevarría, R. Troublè, Xlrigoién. The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation. Science advances, 2017, № 3 (4), № 1–8]. Российская Арктика является одной из важнейших высокопродуктивных морских экосистем Северного Ледовитого океана (СЛО), с постоянно увеличивающейся антропогенной нагрузкой, но при этом остающейся достаточно мало изученной. Поэтому изучение распространения и аккумуляции микропластиковых частиц в Арктике является новой и актуальной задачей.

Основной целью исследования была отработка методики отбора проб на содержание микропласти-

ковых частиц в поверхностном слое воды в арктических морях, характеризующихся высокой продуктивностью, а также получение предварительных оценок загрязнения морской среды Арктики.

В 2019 г. РГГМУ были проведены экспедиционные исследования в рамках программы «ТРАНСАРКТИКА-2019» с целью количественной и качественной оценки аккумуляции микропластиковых частиц в акватории российской части Арктического бассейна. Отбор проб производился на протяжении всего маршрута Северного морского пути от г. Владивосток до г. Мурманск: Охотское море — Берингово море — Чукотское море — Восточно-Сибирское море — море Лаптевых — Карское море — Баренцево море. Исследования водной среды проводились в летний период 2019 г. (июль-сентябрь). В процессе экспедиции было отобрано более 120 проб воды с поверхностного горизонта.

Для получения предварительной оценки загрязнения микропластиком арктических морей обработано 14 проб, отобранных во всех морях Арктического бассейна. Получены результаты количественной и качественной оценки содержания микропластиковых частиц в поверхностном слое — среднее содержание частиц составило 0,03 шт./л. Проведено сравнение результатов с результатами международных исследований в СЛО. Полученные данные показали, что на протяжении Северного морского пути происходит накопление микропластика в дальневосточных морях, а также Баренцевом море, что подтверждает данные международных исследований в данном регионе.



IV Всероссийский конкурс студенческих научных работ по арктической тематике среди организаций-участников Национального Арктического научно-образовательного консорциума

Конкурс проводится с 2017 года в целях стимулирования развития научно-исследовательской работы студентов по арктической тематике.

В этом году спонсорами конкурса выступают три крупные российские компании: АО «АГД ДАЙМОНДС», ФГУП «Атомфлот» и ОАО «Объединенная судостроительная компания».

Заявки принимаются с 15 октября по 15 декабря 2020 г.

Высоцк. Практика

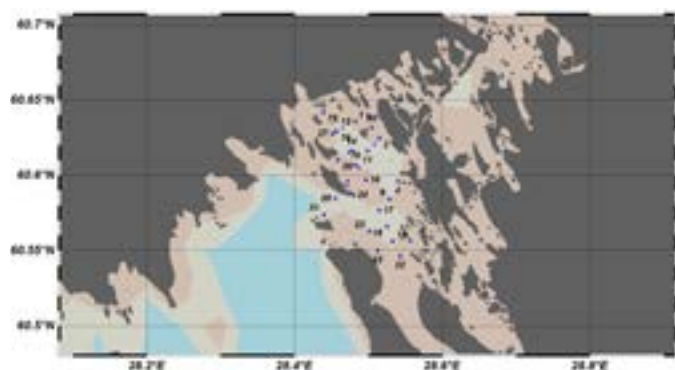


Рис. 1 Карта выполненных станций в Выборгском заливе порт Высоцк, с 18 по 28 августа 2020 г.

Пробы воды отбирались при помощи батометра с различных горизонтов водной толщи изучаемого района, и определялись такие характеристики, как температура воды и pH при помощи портативного прибора, содержание растворенного кислорода, фосфаты и электропроводность.

Таким образом, за 10 суток учебной практики студенты выполнили около 60-ти океанологических станций и получили данные на различных глубинах акватории порта Высоцк по следующим характеристикам: температура, электропроводность, солёность, плотность воды, скорость и направления течений, pH и содержание растворённого кислорода.

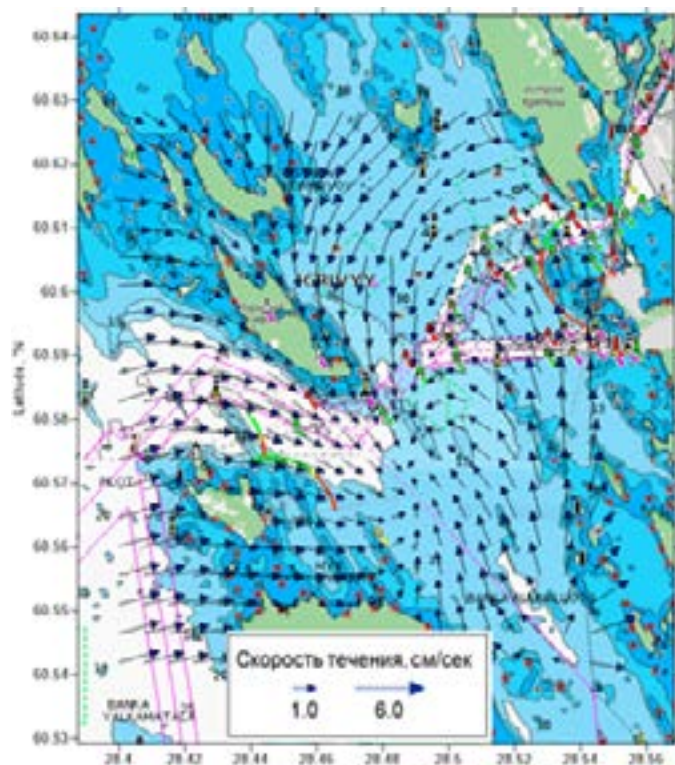


Рис. 2 Направление и скорость течений в придонном слое

Учебная практика проходила в Финском заливе с 18 по 29 августа 2020 года на научно-исследовательском судне «Барракуда» в акватории порта Высоцк. На практике студенты, уже третьего курса, закрепили знания, полученные в процессе изучения теоретических дисциплин, и приобрели навыки работы в производственных условиях. Руководители практики Лукьянов С. В., Шевчук О. И., Щербаков Ю. Е., Татаренко Ю. А. — кафедры океанологии.

Студенты получили навыки работы с такими океанологическими приборами, как CTD-зонд HydroBios на кабельной лебёдке, CTD-зонд SBE 19plus, измеритель течений Вектор-2 и акустический доплеровский измеритель течений WHS-300. Также освоили специальное программное обеспечение для работы с используемым оборудованием и программы для дальнейшей обработки полученных данных.

Помимо CTD зондов, использовалось и другое оборудование: диск Секки — белый диск для определения прозрачности воды, GPS для определения координат положения судна и эхолот для определения глубины места.

Так как изучение акватории порта Высоцк проводилось комплексно, вместе с гидрологическими работами проводились метеорологические наблюдения и отбор проб воды для химического анализа.

Метеорологические наблюдения проводились за температурой, давлением и влажностью воздуха, скоростью и направлением ветра, определялись направление волн и состояние морской поверхности в баллах по шкале Бофорта, вид облаков и общая облачность в баллах.

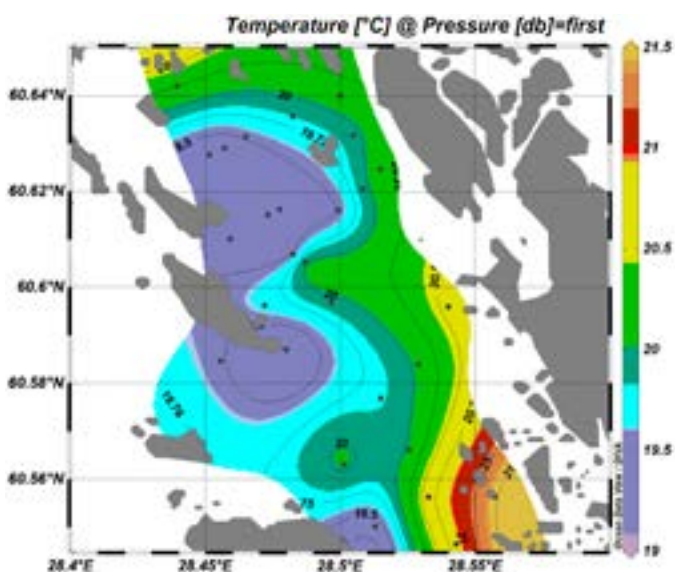


Рис. 3 Распределение температуры воды на поверхности

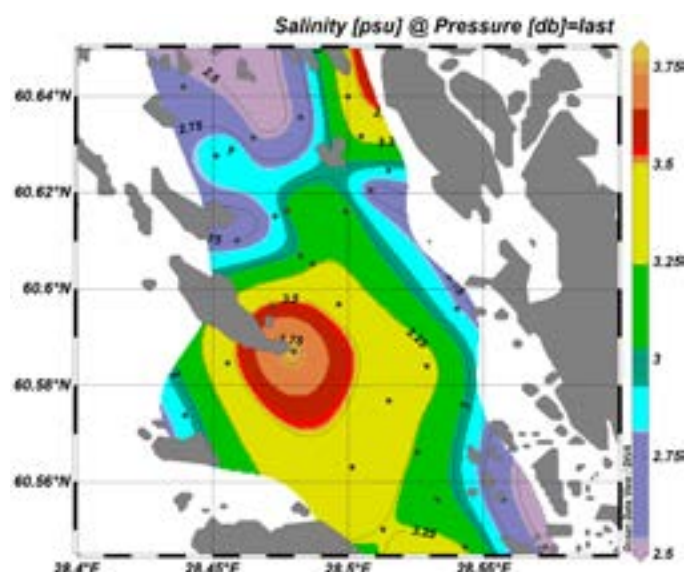


Рис. 4 Распределение солёности воды в придонном слое

Франко-российский диалог по климатическим изменениям

Российско-французский молодёжный круглый стол — мероприятие проекта «Франко-российский диалог по климатическим изменениям» — состоялся 23 октября в формате видеоконференции.

Участники: представители и студенты РГГМУ и МГИМО, международной организации «Youth and environment Europe», Высшей нормальной школы, Трианонского диалога и представитель французского Свободного института международных отношений (ILERI) Микаа Мере.

Проект «Франко-российский диалог по климатическим изменениям» посвящён вопросам изменения климата и защиты окружающей среды и реализуется с октября 2020 г. по январь 2021 г.

Молодые специалисты из России и Франции примут участие в следующих мероприятиях:

- Франко-российские онлайн-диалоги;
- Очные встречи между представителями гражданских обществ России и Франции в Москве и Париже;
- GovTalks, онлайн-встречи с представителями органов власти России и Франции;
- Экохакатон, заключительное мероприятие, на котором будет представлен проект с рекомендациями по борьбе с глобальным потеплением.

Приветствовали участников с пожеланиями продуктивного обсуждения ректор РГГМУ Валерий Михеев, координатор французского секретариата Трианонского диалога Татьяна Хавесян и представители молодёжной организации «Youth and environment Europe» Татьяна Стадник и Константэн Бландо.

С докладом «Ключевые вопросы изменения климата: важность учета не прямых эффектов изменения климата в Арктике и прилегающих регионах» выступил Сергей Смышляев, доктор физико-математических наук, профессор кафедры метеорологических прогнозов РГГМУ. Кроме того, российскую сторону представляла Маргарита Усачёва, обучающаяся четвёртого курса РГГМУ. Она рассказала об участии студентов в экспедиции «Трансарктика-2019».

Наконец, докладом «Арктика и Антарктика и изменение климата. Российско-французское сотрудничество» поделился профессор арктической и антарктической геополитики Свободного института международных отношений (ILERI) Микаа Мере.

Учёный и наставник

80-летний юбилей 2 ноября отметил Кирилл Леонидович Егоров. Он связан с нашим университетом более полувека: в 1966 году поступил в аспирантуру на кафедру теоретической физики атмосферы ЛГМУ и с 1976 года работает преподавателем.

Кирилл Леонидович — кандидат физико-математических наук. Направления научной деятельности: теория, анализ и моделирование физических процессов в турбулентных пограничных слоях атмосферы и океана, взаимодействие атмосферы и океана.

В чём, по-вашему, заключается секрет хорошего специалиста?

В первую очередь, это институтская программа, основа. Это очень важный фактор. Почему так славился, например, ЛПИ и Физмех? Причина в том, что там давали серьёзную основу математики, физики — тех наук, которые необходимы для дальнейшего развития профессиональных навыков. Для нашего метеорологического факультета основой тоже всегда была математика и физика. Позже вступительным испытанием сделали не математику, а географию, что, конечно, оказывает своё влияние на то, что студенты оказываются не готовы к изучению точных наук.

Во-вторых, стоит продолжать обучение после бакалавриата. Если раньше в институтах это были шесть лет обучения, то сейчас четыре года бакалавриата и два года магистратуры. Если поступать в аспирантуру, то важно иметь хорошего руководителя, который будет помогать. Не делать за тебя, а направлять и контролировать твою работу. Хороший руководитель важен для успешного начала работы. А дальше — это все твои собственные разработки. Это я понял на личном примере, когда два года после института работал самостоятельно без руководителя, и серьёзных продвижений у меня тогда не было.

Отличаются ли студенты, которые учились 50 лет назад, от нынешних?

Да, особенно это отличие проявляется в школьной подготовке, в знании той же физики и математики. Из-за этого студентам характерна трудная восприимчивость ко многим дисциплинам, в том числе к механике жидкости и газа, где нужен высокий уровень знаний. Хотя мы существенно сократили объём динамической метеорологии и те математические преобразования, которые мы делали.

Внимание студентов стало хуже. Раньше больше слушали, а сейчас много отвлечения на телефоны. Конспекты стали вестись менее аккуратно и полно, страдает правильность записей. Наконец, экзаменационные результаты стали совершенно другими. Если раньше, приходя первый раз, большинство получали положительные оценки, то сейчас на экзамен приходит меньше половины группы студентов, ещё меньше половины получают оценки. И начинается этот длительный процесс пересдачи. Я иногда предлагаю пересдавать и по несколько раз, а это тянется семестр



за семестром. Возможность досдавать экзамены в следующие семестры ослабляет студентов и приводит к таким результатам. Исходная причина — незнание математических наук и замена вступительного испытания географией. Многие студенты не ожидают, что учиться будет непросто.

Что вам нравится в деятельности преподавателя и научного сотрудника?

Последние пять лет я активно работал и как педагог, и как учёный. Хорошая статья, которая принимается не только здесь, но и за рубежом, приносит большое удовольствие. В преподавательской деятельности — это, конечно, общение с молодёжью. Очень важна обратная связь от студентов. Если чувствуешь внимание, это даёт заряд. Если внимания нет, они занимаются чем-то посторонним — это всегда доставляет отрицательные эмоции, и сама пара теряет свой лекционный азарт. Поэтому я стараюсь слушать отклики и видеть, что студенты всё понимают.

Я рад, когда на экзамене студент отвечает на вопросы, и не ниже хорошей оценки. Мне совершенно не нравится ставить оценку «удовлетворительно», и я предлагаю прийти на пересдачу, но многие отказываются.

Дайте, пожалуйста, совет тем, кто еще не определился с направлением специализации.

Если склад ума не расположен к математическим разработкам и к физике, то в гидродинамические прогнозы идти не следует. Также в разработку численных моделей и даже в обзор моделей — это будет очень тяжело. Целесообразнее заняться статистической обработкой комплексных материалов и на их основе составлять анализы климатических характеристик. Возможно, уже на втором курсе стоит задуматься о смене направления с чисто метеороло-



гического в смежные области — в экологию или метеорологию в экономике и т. д.

Что думаете про стажировки?

Стажировка где-либо требует первоначального хорошего уровня и невозможна без подготовки. Я знал ребят, которые хорошо показали себя, много трудились и успешно прошли стажировки в Норвегии и Финляндии.

Каким вы видите наш университет через 10 лет?

Трудно сказать, каким будет наш университет. Если бы меня спросили в середине 90-х, я видел университет центром гидрометеорологического образования не только страны, но и Европы. Однако университет стал очень быстро расширяться в разные направления. Мне хотелось бы, чтобы более укреплялось гидрометеорологическое направление. Раньше присутствовала крепкая связь между гидрологическим и метеорологическим факультетом, уделялось особое внимание взаимодействию океана и атмосферы. Считаю необходимым восстановить эту связь.

Как вы проводите свободное время?

Сейчас особого увлечения нет, раньше это были музыка, походы, туризм, байдарки. Когда-то я увлекался рыбалкой. Было интересно, что ей интересовались и мой руководитель, и близкий коллега. Вместе мы ходили в походы с палатками, сплавились на байдарках. В какое-то время наука была основной деятельностью. Сейчас в моей семье спорт стал основным видом отдыха. До сих пор родные увлекают меня в спортивные мероприятия, на лыжи, велосипед, но для рыбалки у меня пока нет компании.

Виктория Пегова, гидрометеорология

С юбилеем!

Считаю своей огромной удачей долгие годы совместной работы с моим дорогим коллегой — Кириллом Леонидовичем Егоровым. Он стал для меня образцом высочайшего профессионализма и добросовестности, абсолютной порядочности и честности, удивительной доброжелательности и великодушия, за что я ему безмерно благодарна. Круг интересов Кирилла Леонидовича очень обширен: он прекрасно разбирается в живописи, любит театр, музыку, путешествия, природу, отлично фотографирует, не представляет своей жизни без спорта — плавания, велосипеда, горных лыж... Я желаю Кириллу Леонидовичу здоровья и активного долголетия, чтобы жизнь была по-прежнему щедро на события, впечатления, эмоции, чтобы она продолжала играть яркими, радостными красками! Низкий поклон Кириллу Леонидовичу за то добро и поддержку, которое он дарит всем нам — и коллегам, и своим студентам.

Надежда Еремина

У Кирилла Леонидовича я начал учиться в феврале 2002 года и продолжаю делать это по сей день.

Наша группа очень любила лекции и практики по геофизической гидродинамике, которые вёл Кирилл Леонидович. Он привил нам большой интерес к своему предмету. Обсуждение той или иной темы, которую мы разбирали, практически всегда продолжалось и после пар. Хотя Кирилл Леонидович — один из самых требовательных преподавателей РГГМУ, он никогда не отказывает в пересдаче, если видит, что студент хочет получить «хорошо» или «отлично». Очень тактично объясняет, почему сегодня экзаменуемый не может получить оценку выше. «Даже двойку у Кирилла Леонидовича приятно получить», — вспоминает один из выпускников тогда ещё ЛГМИ (сейчас заведующий отделом в ГГО им. А. И. Воейкова).

Я желаю Кириллу Леонидовичу всего самого доброго, и надеюсь, что наша совместная работа с ним (и моя учёба у него) будет долгой и плодотворной.

Кирилл Булгаков

Наше знакомство с Кириллом Леонидовичем случилось в 2017 году на втором курсе бакалавриата. С того момента прошло больше трёх лет, и каждый из тех, кому в то время посчастливилось учиться у Кирилла Леонидовича, по-особенному вспоминает именно его занятия. Умение воспитать любовь к одной из самых непростых дисциплин — признак по-настоящему талантливого преподавателя. Сегодня я всё так же вдохновляюсь профессионализмом Кирилла Леонидовича и испытываю большую благодарность за возможность быть в числе его студентов.

Карина Фокина

СНО океанологов

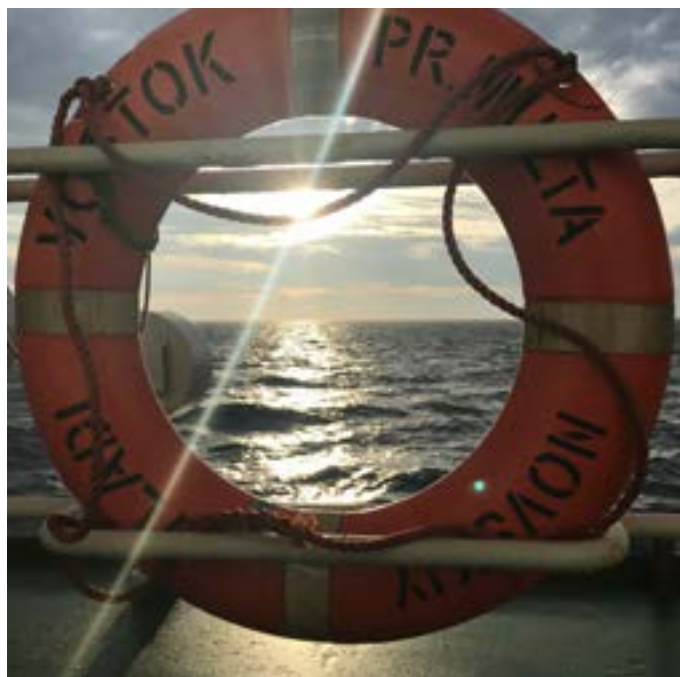
Первое собрание студенческого научного общества океанологического факультета в новом учебном году состоялось 30 октября. Руководители СНО — Татьяна Рэмовна Ерёмкина и Оксана Михайловна Владимирова.

Повестка — подведение итогов прошедшего года; составление плана работы СНО океанологического факультета на 2020–2021 учебный год; обсуждение возможных направлений и тем для научных исследований студентов; выбор даты и времени следующего заседания.

Кроме того, студенты групп ПО-Б18 выступили с докладами:

1. «Условия формирования разрывных течений в прибрежной зоне Балтийского моря», Круглова Е.Е. и Мехова О.С.;
2. «Учебная практика 2020, порт Высоцк».

Работа СНО будет организована в студенческом конструкторском бюро (СКБ), открытие которого запланировано на ноябрь.



ERASMUSDAYS-2020: фотоконкурс

Международный проект SUNRAISE Sustainable Natural Resource Use in Arctic and High Mountainous Areas (Устойчивое использование природных ресурсов в арктических и высокогорных регионах) провёл фотоконкурс. Мероприятие состоялось в рамках ErasmusDays (программа Erasmus+).

Среди участников — представители Российского государственного гидрометеорологического университета, Горно-Алтайского государственного университета, Сибирского федерального университета, НКО «Алтае-Саянское горное партнёрство» (партнеры проекта SUNRAISE), Псковского государственного университе-

та и Мурманского государственного арктического университета (партнеры проекта TERRA). Конкурс призван привлечь внимание общественности к проблемам устойчивого развития горных и арктических регионов.

Более трети работ составили фотоснимки, авторство которых принадлежит студентам и сотрудникам РГГМУ. Голосование прошло с 6 по 15 октября на странице проекта SUNRAISE в Facebook. Главный приз конкурса взял Павел Безрученко (студент метеорологического факультета), поэтому призы и памятные сувениры победителям из РГГМУ вручила декан Я. В. Дробжева.



«Врата к звездам»

Анатолий Журавлев, 1 курс

Приз зрительских симпатий



«Eriophorum или Пушица обыкновенная», Маргарита Усачева, 4 курс

Номинация «Животные и растения арктических и высокогорных регионов», I место





«Arctic is fantastic», Павел Безрученко, 3 курс

Горное озеро ледникового типа питания у самой высокой горы Хибинского массива — Юдычвумчорр, из которого берёт начало река Малая Белая. Конец июня 2020 года

Номинация «Горный/арктический пейзаж», 1 место

«В камне истории», Павел Безрученко, 3 курс

Штольни бывшего молибденового рудника в Хибинах. Основан и закрыт в 30-х годах прошлого столетия. Июль 2020

Номинация «Люди и природа на трансграничных территориях и акваториях: экосистемы, проблемы, сотрудничество», 1 место



