



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ФИЛИАЛ: ИТОГИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В 2019 г.

**Докладчик: директор СПбФ ИО РАН, д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ
РОДИОНОВ Анатолий Александрович**



Тема госзадания: Волновые процессы, явления переноса и биогеохимические циклы в морях и океанах: исследование формирующих механизмов на основе физико-математического моделирования и натурных экспериментальных работ

(тема № 0149-2019-0015)

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



руководитель – кандидат географических наук Романенков Дмитрий Анатольевич

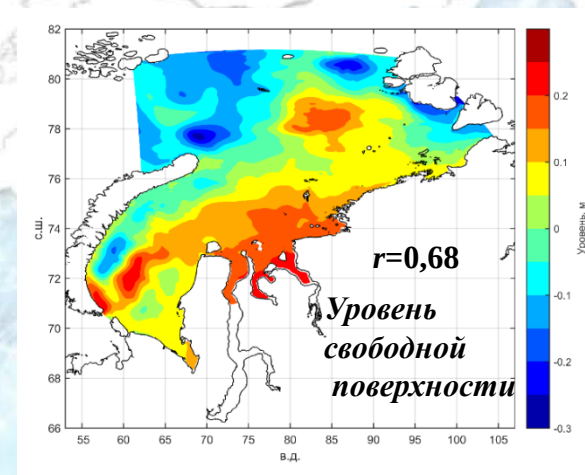
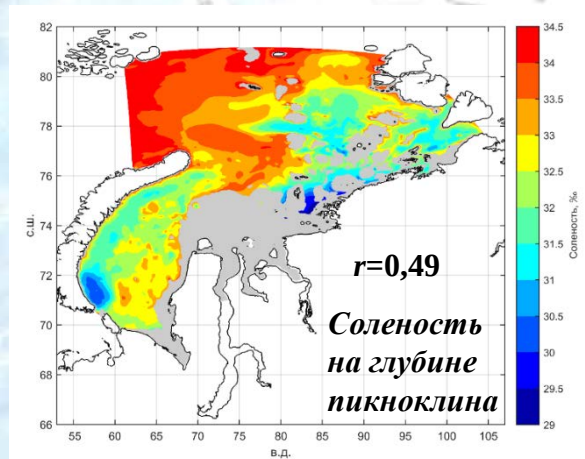
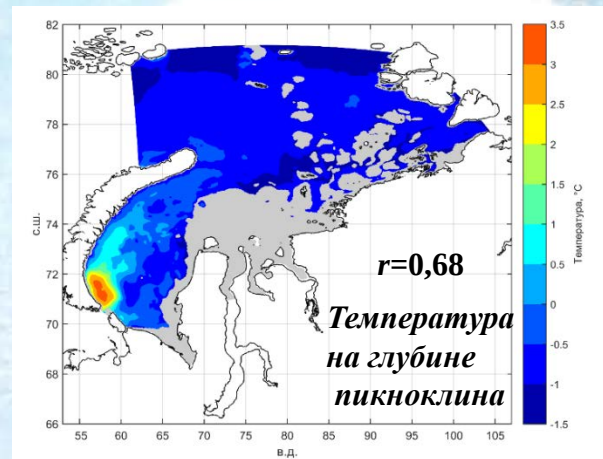
- ✓ *Решена задача об оценке приливных изменений региональных климатов морских систем на примере Карского моря.*
- ✓ *Создана модель экстремальных негидростатических процессов для областей с крутым подводным рельефом, где учет динамической компоненты давления становится необходимым. На примере пролива Ломбок (Индонезийский архипелаг) приводятся оценки негидростатического фактора в водообмене между океанами.*
- ✓ *Установлена степень влияния негидростатической длинноволновой динамики на гидротехнические сооружения (цунами на водозаборе атомной электростанции Эль-Дабаа, Египет; штормовой нагон в судопропускном сооружении комплекса защиты Санкт-Петербурга от наводнений). Показано, что динамическая компонента давления может заметно модифицировать структуру течений на элементах гидротехнического сооружения.*

Влияние приливов на климатические характеристики Карского моря



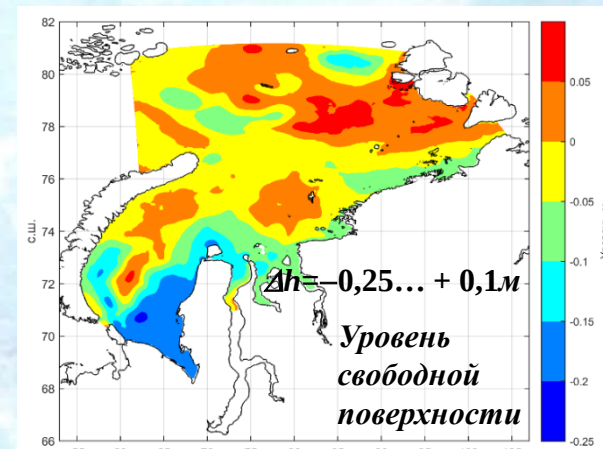
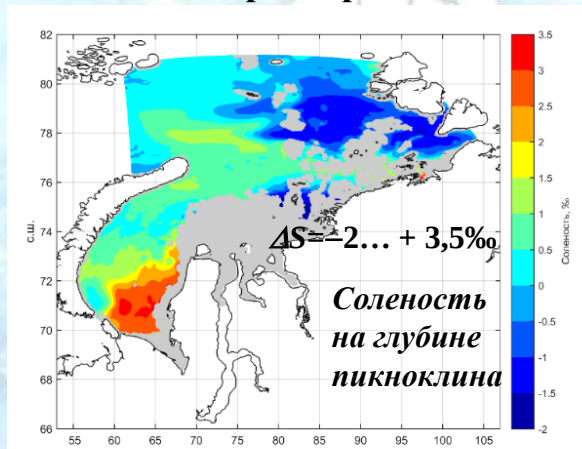
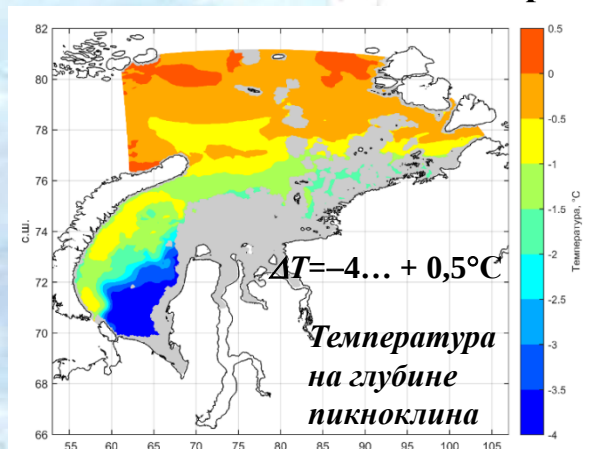
Проблема: влияние приливов на изменения региональных климатов морских систем.

Средние (за приливный цикл) характеристики летом при суммарном форсинге (прилив + ветер + термохалинный)



r — коэффициент корреляции модельных и наблюдаемых данных

Приливные изменения характеристик летом



Цель: на основе высокоразрешающей конечноэлементной модели QUODDY-4 исследовать влияние приливов на климатические характеристики Карского моря.

Результат: приливные изменения температуры и уровня имеют основной порядок величин, изменения солености являются значимыми.



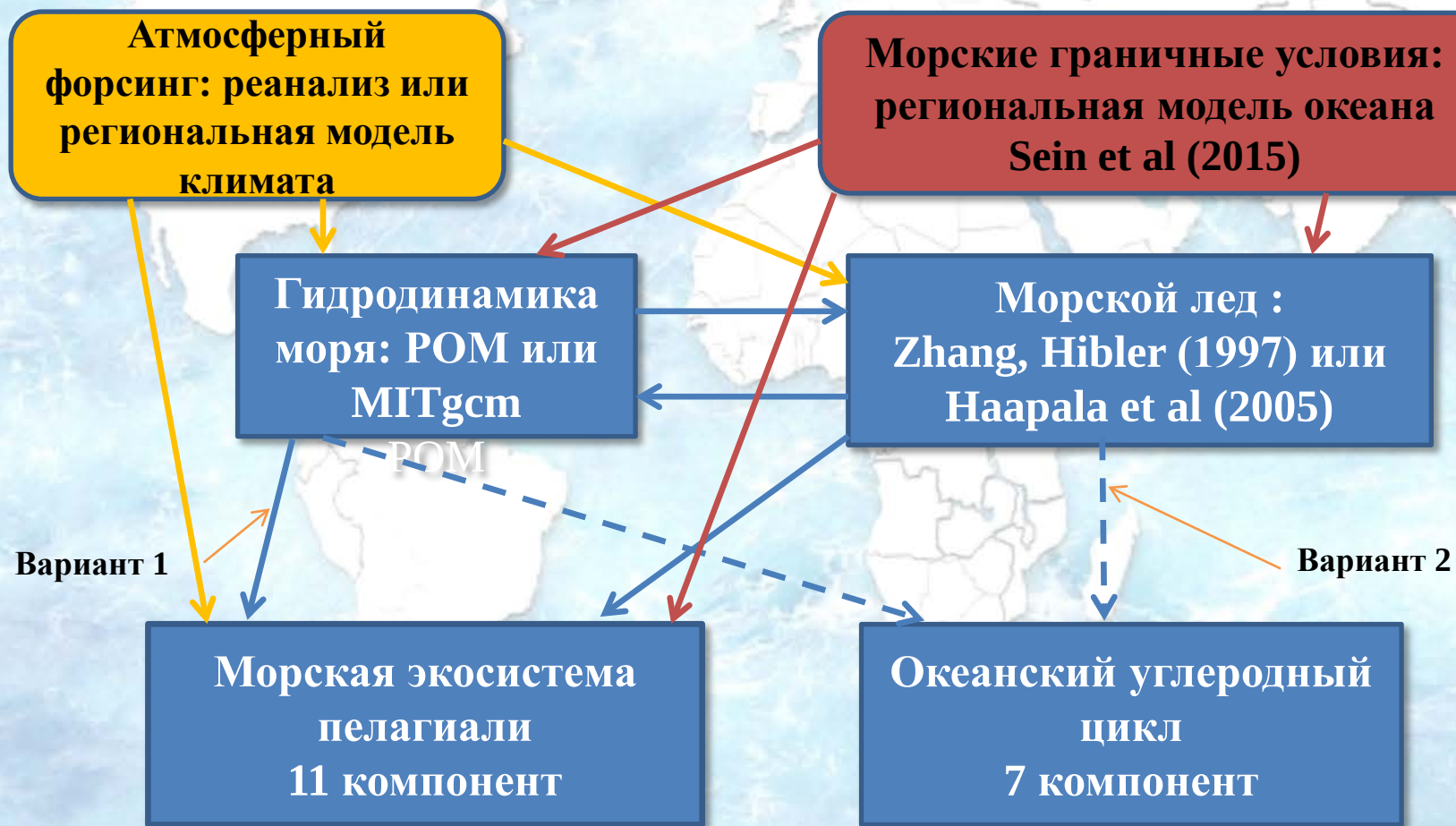
руководитель – доктор физико-математических наук Рябченко Владимир Алексеевич

- ✓ *По результатам расчета современного (1966–2005 гг.) климата Баренцева, Карского и Белого морей получена регрессионная зависимость для годовой первичной продукции (ПП) от среднегодовых значений площади льда и падающей коротковолновой радиации.*
- ✓ *Для экстремально теплого года (2014) посредством численного моделирования впервые получена оценка интенсивности осадконакопления вблизи мыса Ханхикиви в Ботническом заливе, где планируется построить АЭС "Ханхикиви-1".*
- ✓ *На основе сценарных расчетов будущего климата оценены возможные изменения биогеохимических циклов в Балтийском море и неопределенности в их оценке.*
- ✓ *Исследованы изменения гидрологического режима и экосистем Ладожского и Онежского озер по данным наблюдений и моделирования. Оценены возможные изменения гидрологических и биогеохимических характеристик в Ладожском озере до 2040 г. при изменении климата по сценарию A1B.*
- ✓ *Расчитано распространение поступающих из Невы частиц микропластика двух видов в восточной части Финского залива. Суммарное (за период май - август 2018 г.) накопление микропластика в донных отложениях оказалось выше в северной части модельной области. За пределами Невской Губы это косвенно подтверждается данными по загрязнению побережья пластиковым мусором.*

Эко-гидродинамическая модель Баренцева, Карского и Белого морей



Проблема: влияние изменения климата на проявление опасных (экстремальных) явлений в Мировом океане.



Цель – исследовать влияние изменения климата в Финском заливе и Баренцевом море на частоту и величину морских опасных (экстремальных) явлений, таких как цветение вредоносных водорослей, наводнения, ветровые волны.

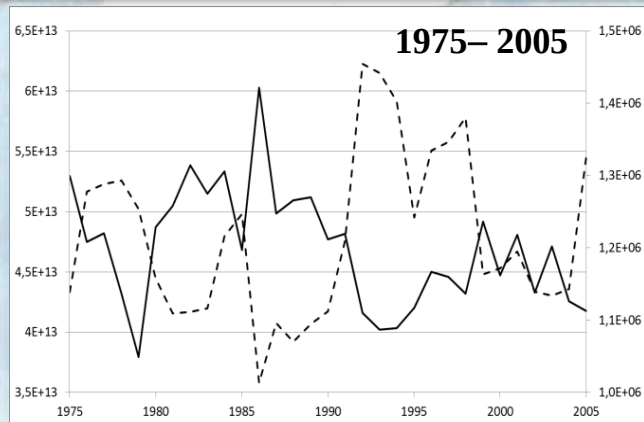
Изучить связь первичной продукции и морского льда.

Структура эко-гидродинамических моделей Арктических морей

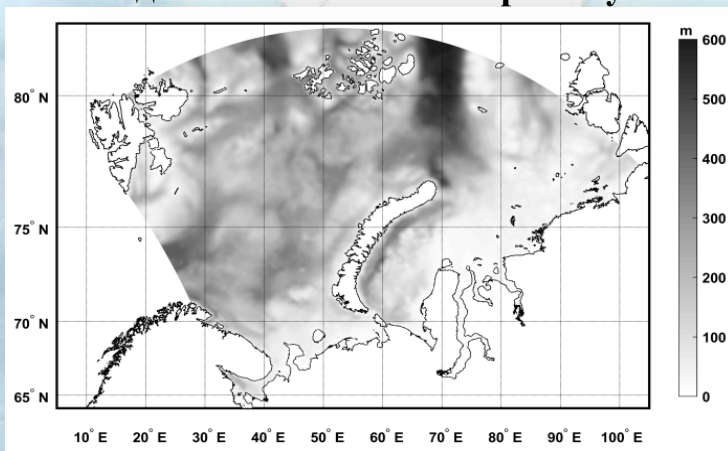
Эко-гидродинамическая модель Баренцева, Карского и Белого морей



Межгодовая изменчивость рассчитанных суммарной годовой первичной продукции (сплошная линия, [g C], левая шкала) и среднегодовой площади льда (пунктирная линия, [км²], правая шкала)



Модельная область и карта глубин



Модель МЛР

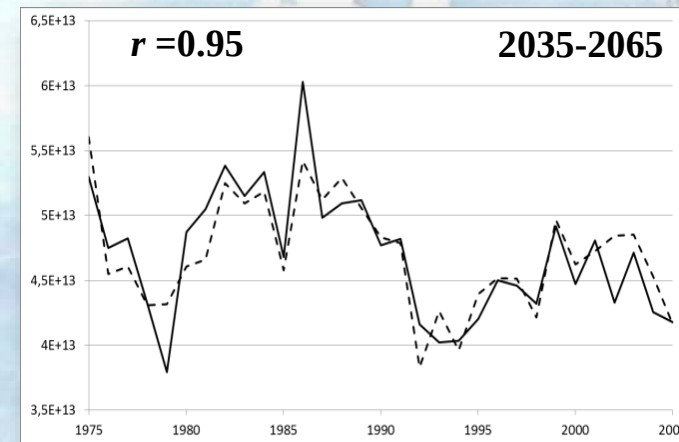
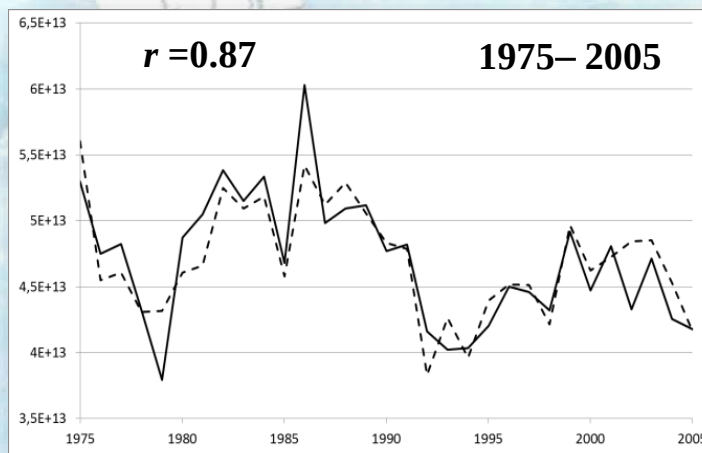
$$ПП = -4.41 \times 10^7 \times SI_{area} + 0.47 \times KBP + 2.42 \times 10^{13}, R^2 = 0.75$$

SI_{area} – среднегодовая площадь льда (км²);

KBP – среднегодовая интегральная по области падающая коротковолновая радиация (Вт);

R^2 – коэффициент детерминации

Межгодовая изменчивость суммарной годовой ПП, рассчитанной по эко-гидродинамической модели (сплошная линия, [g C]), и ПП, вычисленной по модели множественной линейной регрессии (МЛР) (пунктирная линия, [g C])



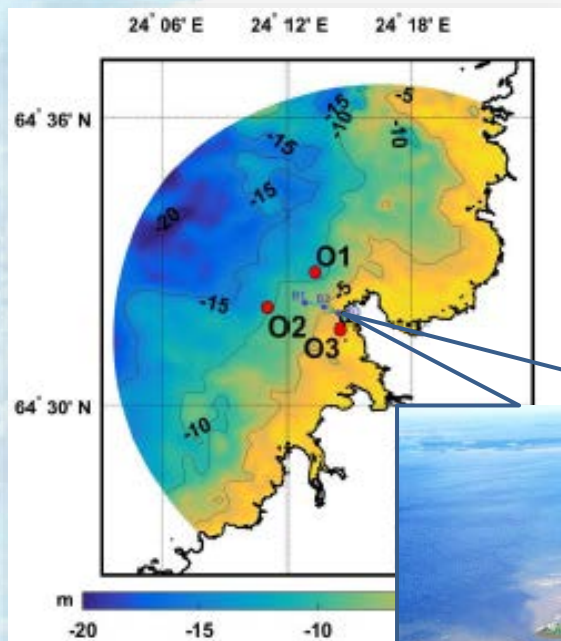
Результат: модель МЛР применима для оценочных расчетов ПП по площади льда и падающей KBP.

Моделирование переноса наносов в Ботническом заливе вблизи будущей АЭС "Ханхикиви-1"



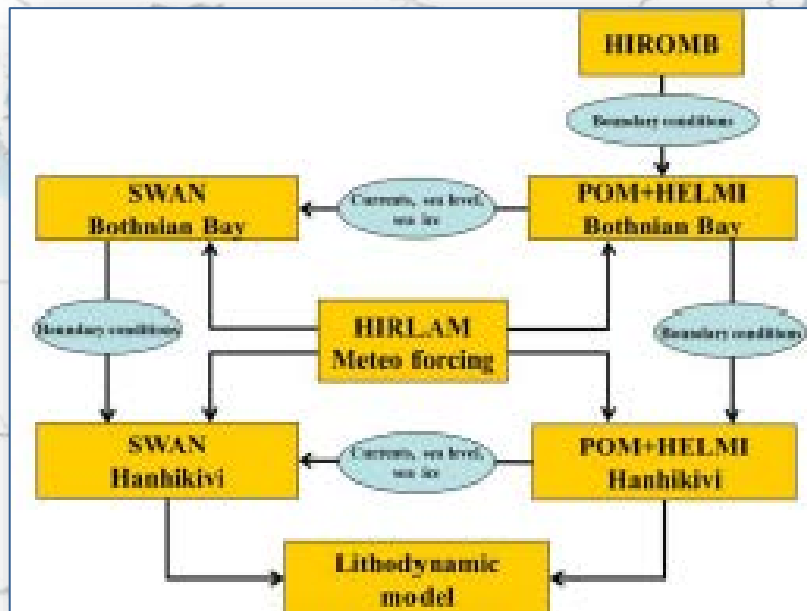
Проблема: обеспечение эффективного функционирования приморских АЭС.

Батиметрия у полуострова Ханхикиви



Точки O1, O2 и O3 обозначают расположение участков гранулометрических измерений. B1, B2 и B3 - точки в морской, средней и прибрежной частях судового канала

Схема взаимодействия моделей



Принстонская модель циркуляции POM.
12 сигма – уровней, шаг по горизонтали = 35-180м.

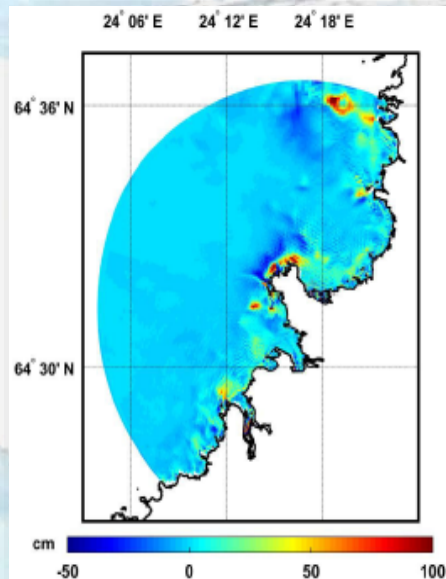
HIROMB – оперативная модель Балтийского моря.
HELMИ – многокатегорийная модель морского льда.
HIRLAM- оперативная модель атмосферы над Сев. Европой.
Литодинамическая модель – Martyanov & Ryabchenko (2016).
SWAN – спектральная модель ветровых волн.

Цель: для экстремально теплого года (2014) посредством численного моделирования оценить интенсивность осадконакопления в северной части Ботнического залива вблизи мыса Ханхикиви.

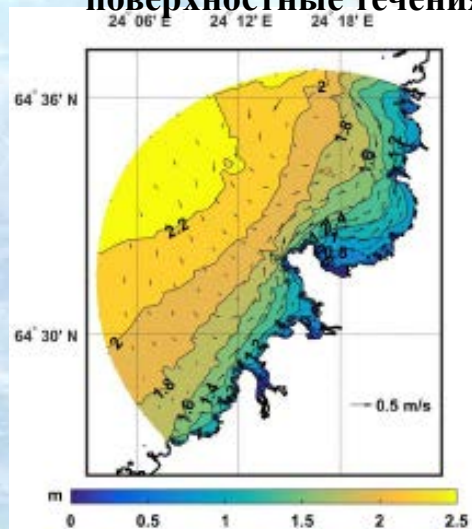
Моделирование переноса наносов в Ботническом заливе вблизи будущей АЭС "Ханхикиви-1"



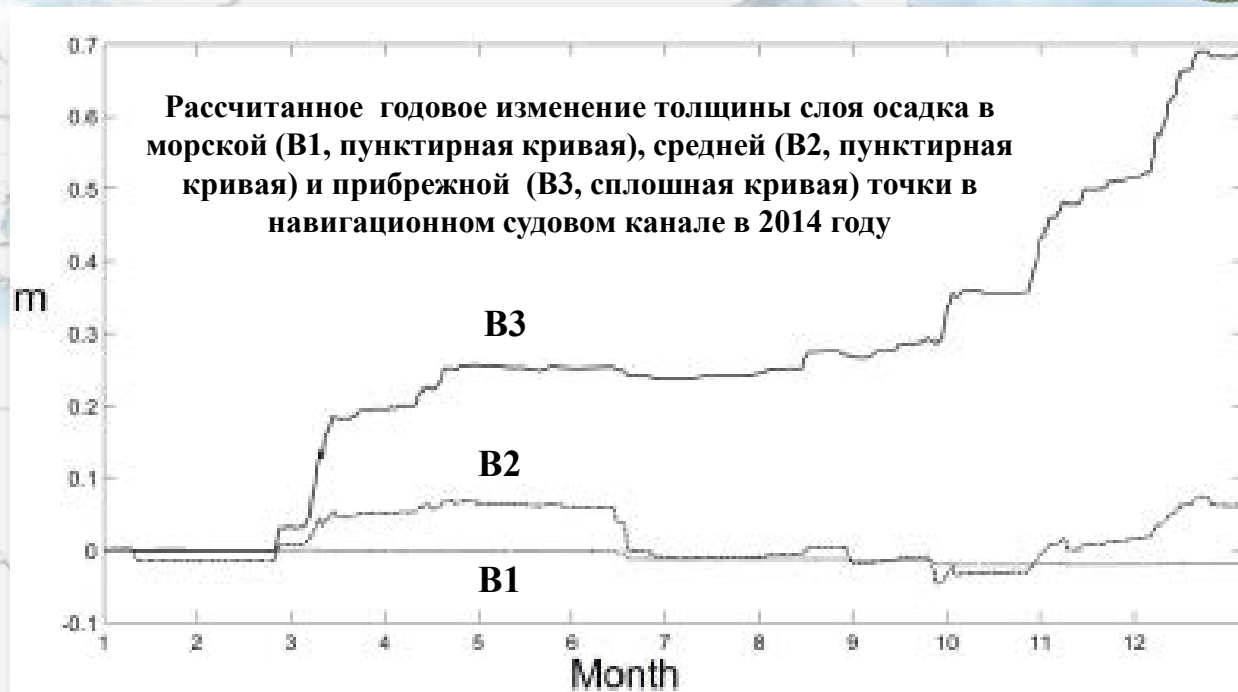
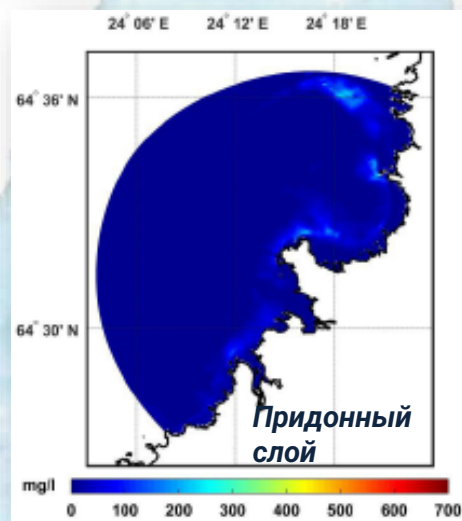
Рассчитанное изменение толщины слоя осадка за
весь 2014 год



Значительная высота волн и
поверхностные течения



Концентрация взвеси



Результаты:

- ✓ Основные районы осадконакопления - вдольбереговая полоса у мыса Ханхикиви, а также мелководный район в северо-восточной части акватории.
- ✓ Осадконакопление в мористой части канала отсутствует, в то время как в средней части его интенсивность составила около 10 см/год, а в прибрежной – 70 см/год.



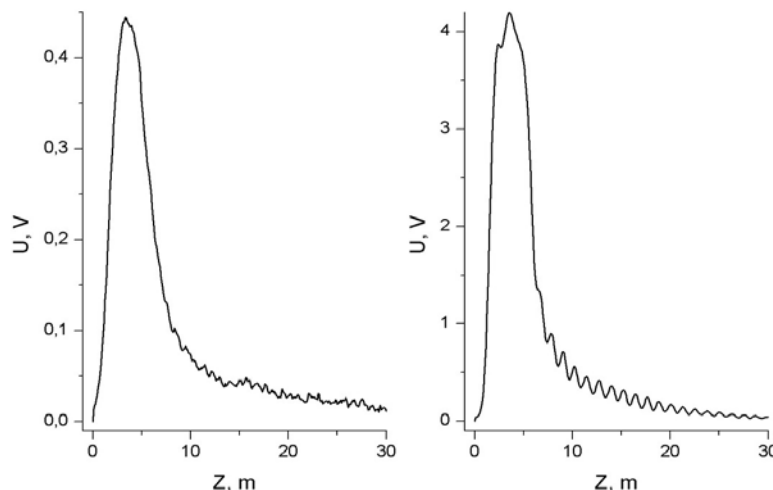
руководитель – кандидат физико-математических наук Родионов Максим Анатольевич

- ✓ *Проведено усовершенствование авиационного поляризационного лидара АПЛ-3.*
- ✓ *Проведена обработка данных лидарной съемки акватории Бечевинской бухты при высотах полета самолета более 500 м.*
- ✓ *Проведены численные расчеты энергии зондирующего импульса лидара, необходимой для локации дна с разных высот и оценка максимальной возможной высоты регистрации дна лидаром АПЛ-3.*

Совершенствование авиационного поляризационного лидара АПЛ-3



Проблема: повышение эффективности дистанционных средств измерения.



Цель: повышение функциональных и эксплуатационных характеристик АПЛ-3.

Результат:

- ✓ Уменьшение уровня шумов аппаратуры.
- ✓ Повышение контраста полезного сигнала.
- ✓ Уменьшение габаритов аппаратуры.
- ✓ Отсутствие сложной системы охлаждения.
- ✓ Увеличение ресурса работы лидара.



Использование лазера с диодной накачкой

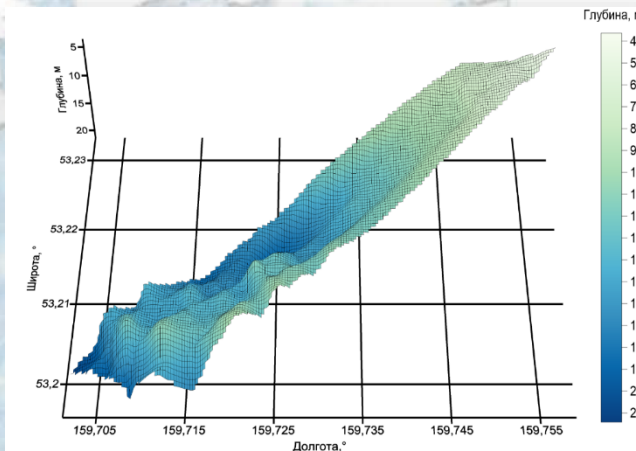
Экспериментальные исследования с помощью лидара АПЛ-3 у п-ва Камчатка



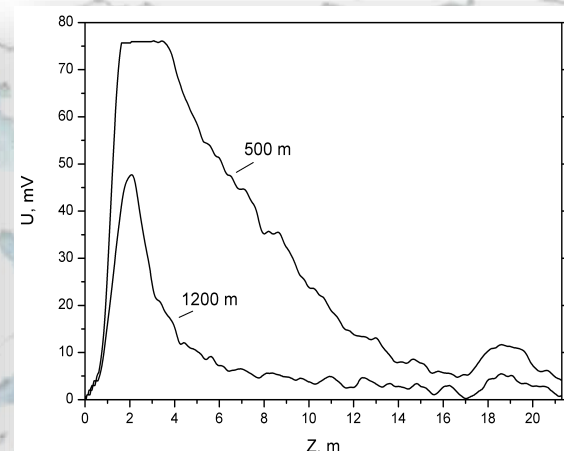
Проблема: дистанционная батиметрия в труднодоступных акваториях.



Пространственное положение галсов при выполнении лидарной батиметрической съемки



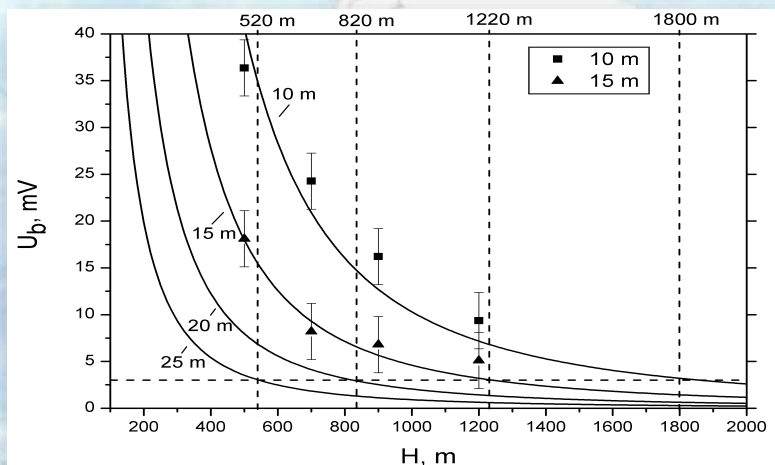
Трехмерное изображение дна Бчевинской бухты



Лидарные эхо-сигналы, соответствующие глубине дна 17,5 м для высоты полета 1200 м и 500 м.

Цель: оценка возможности применения АПЛ-3 для дистанционной батиметрии

Проведена обработка данных лидарной батиметрической съемки рельефа дна Бчевинской бухты при высотах полета самолета более 500 м.



Зависимость величины отраженного от дна эхо-сигнала

Результат:

- ✓ Проведена батиметрическая съемка рельефа дна Бчевинской бухты при высотах полета самолета более 500 м.
- ✓ Впервые получены эхо-сигналы от морского дна при высоте полета 1200 м.
- ✓ Произведена оценка максимальной возможной высоты регистрации дна лидаром АПЛ-3.

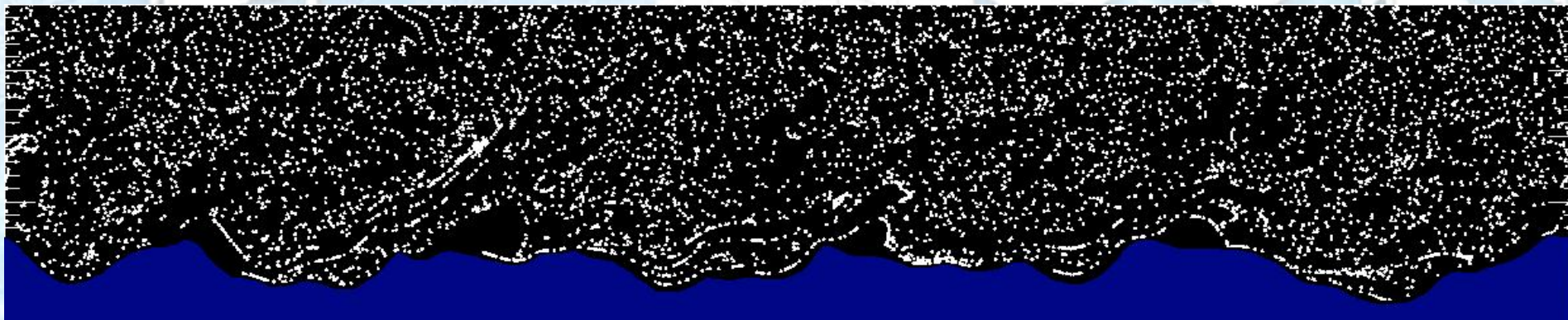


руководитель – доктор географических наук Зимин Алексей Вадимович

- ✓ *Разработка и реализация блока волнового пограничного слоя, предназначенного для объединения модели атмосферы океана со спектральной моделью эволюции поверхностных волн.*
- ✓ *Проанализировано влияние разных вариантов параметризации планетарного пограничного слоя атмосферы в системе «волны–атмосфера» на качество воспроизведения эволюции ветрового волнения.*
- ✓ *Рассмотрена эволюция структуры внутренних волновых возмущений, распространяющихся от эллипсоида, обтекаемого потоком стратифицированной среды с постоянной скоростью.*
- ✓ *Разработана методика обработки спутниковых данных о полях температуры поверхности моря и описаны характеристики и динамики основных фронтов Карского моря в теплый период 2007 и 2011 годов.*
- ✓ *Получены оценки изменчивости характеристик субмезомасштабных вихревых структур для акваторий Баренцева, Карского и Белого морей по данным спутниковых и радиолокационных наблюдений.*

Проблема: моделирование пограничного слоя океан-атмосфера и ветровых волн.

На основе прямого численного моделирования установлено, что продуцируемый волнами поток импульса не является внутренним свойством турбулентного пограничного слоя, поскольку он создан внешними воздействиями, т.е. волнами. Именно этот поток определяет специфические свойства волнового пограничного слоя.



Типичная картина обтекания многомодового волнового поля. Структура потока (направленного слева направо) показана трассерами. Хорошо видны затемнённые зоны отрыва потока, где формируется обратный поток импульса и энергии от волн к ветру

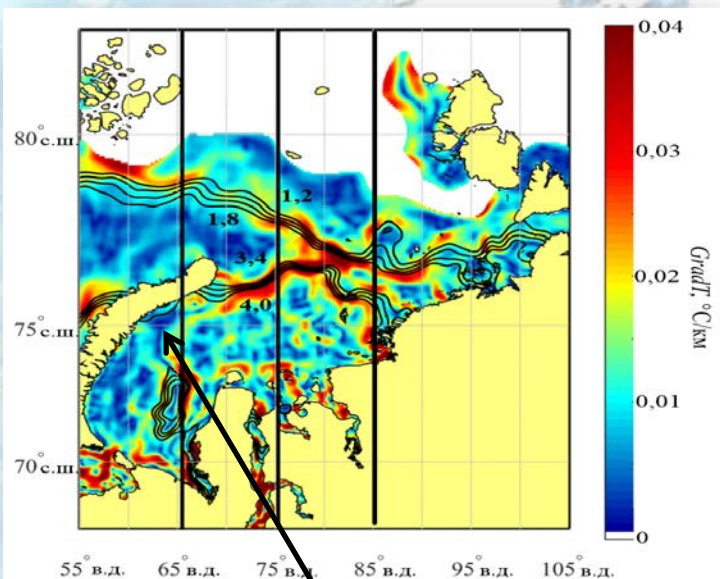
Цель: рассмотреть особенности стационарного волнового пограничного слоя над волновой поверхностью, заданной эмпирическим спектром.

Результат: разработана одномерная модель, которая позволяет рассчитать совместную динамику волн и ветра путём объединения двух моделей.

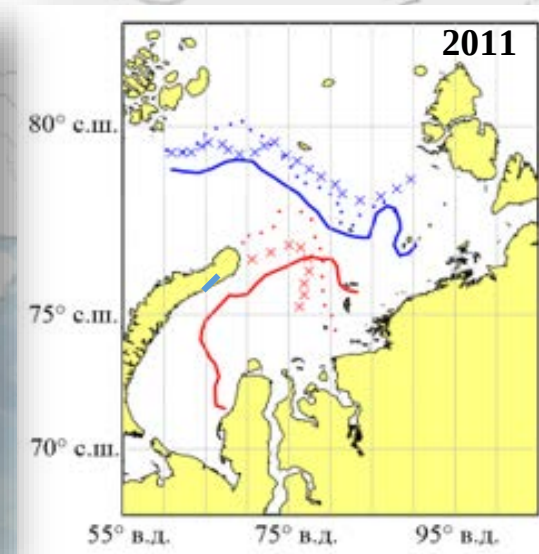
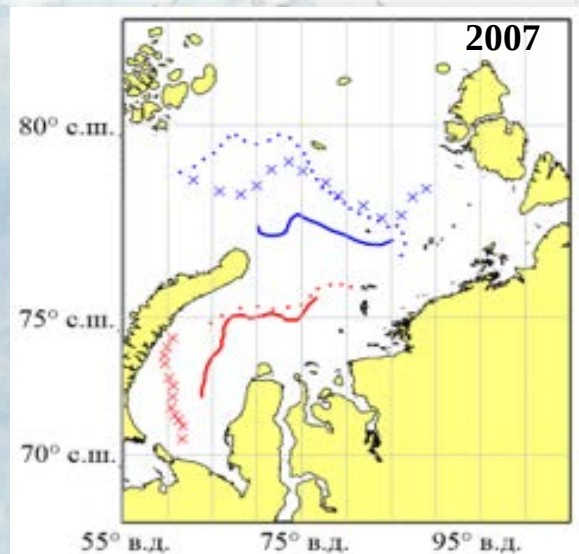
Фронтальные зоны Карского моря



Проблема: описание характеристик фронтальных зон в арктических морях.

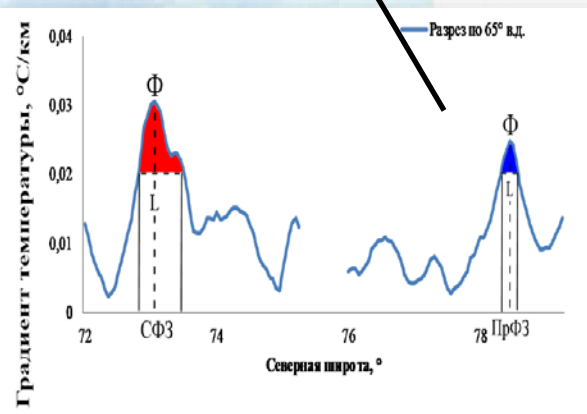


Композитная карта градиентов и изолиний температур поверхности совместно с проведенными разрезами вдоль 65°, 75° и 80° в.д.



Среднемесячное положение Прикромочного (синий) и Стокового (красный) фронтов в июле-августе

Цель – создание методики и определение характеристик сезонных фронтальных зон и оценка положения и динамики основных фронтов внутри них по данным ТПМ в Карском море.

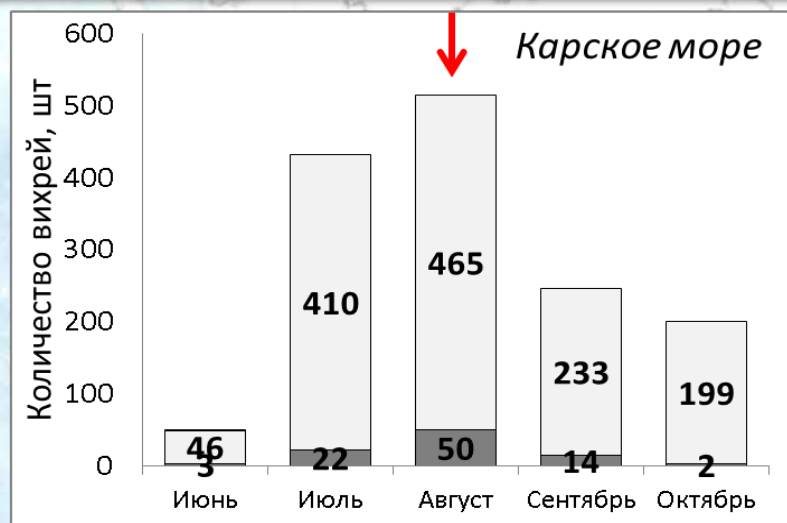
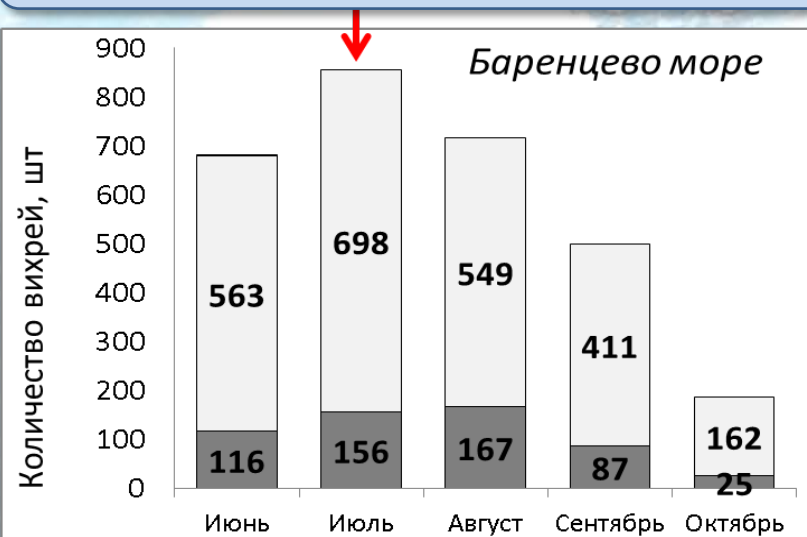


Результат: разработана методика и получены оценки характеристик фронтальных зон и оценена динамика фронтов в теплый период года на внутри сезонном и синоптическом масштабах изменчивости в годы с минимальным ледовым покровом .

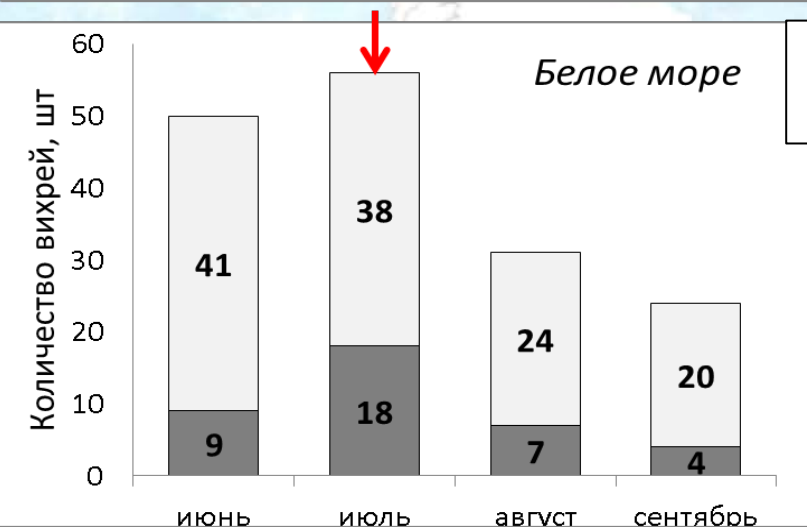
Субмезомасштабные вихревые структуры в арктических морях



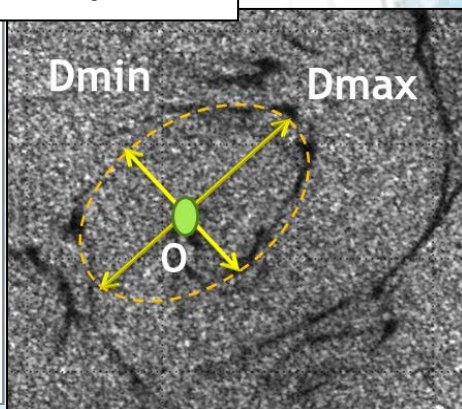
Проблема: развитие представлений о субмезомасштабной пространственно-временной изменчивости гидрофизических полей в арктических морях.



Цель: провести оценку особенностей поверхностных проявлений субмезомасштабных вихрей в арктических морях на основе анализа спутниковых радиолокационных изображений за 2007-2012 годы.



Фрагмент РЛИ



■ Антициклонический
□ Циклонический

Выделение вихревых структур

По РЛИ детектировались вихревые структуры в виде полос, закрученных в спирали или дуги.

Результат: субмезомасштабная вихревая активность в Баренцевом, Карском и Белом морях наиболее интенсивна (~60% проявлений вихрей) в период формирования приповерхностного пикноклина (в начале теплого сезона).



Административно-управленческое подразделение – 7

**Лаборатория численных экспериментов
по динамике океана – 8**

**Лаборатория моделирования океанских
биогеохимических циклов – 8**

**Лаборатория оптики океана
и атмосферы – 9**

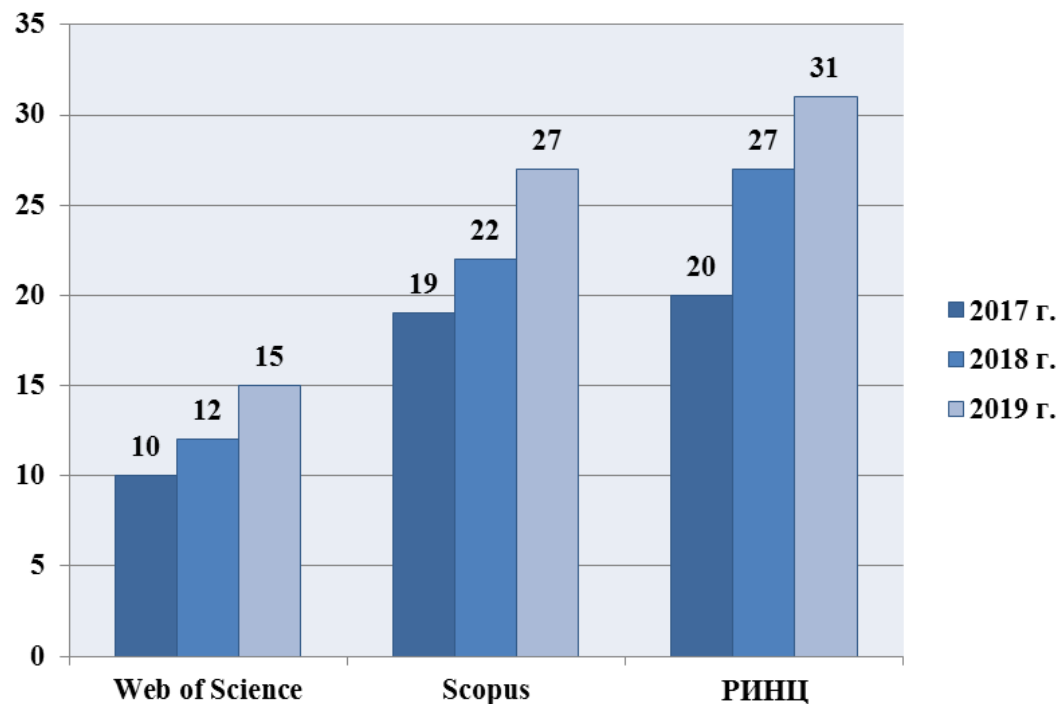
**Лаборатория геофизических
пограничных слоев – 8**

**Лаборатория прикладных гидрофизических
исследований – 24**



В 2019 г. требуемые показатели по госзаданию выполнены: запланировано и опубликовано 15 статей

Опубликована 31 статья в рецензируемых журналах



Защита диссертации:

Автор – Атаджанова Оксана Алишеровна

Дата защиты: 14.05.2019

Место защиты: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН»

Присвоенная степень: кандидат географических наук



1. Androsov A., Nerger L., Schnur R., Schröte J., Albertella A., Rummel R., Savcenko R., Bosch W., Skachko S., Danilov S. On the assimilation of absolute geodetic dynamic topography in a global ocean model: impact on the deep ocean state // *Journal of Geodesy*. 2019. V. 93. P. 141–157.
2. Fofonova V., Androsov A., Sander L., Kuznetsov I., Amorim F., Hass H.C., Wiltshire K.H. Non-linear aspects of the tidal dynamics in the Sylt-Romo Bight, south-eastern North Sea // *Ocean Sci. Discuss.* 2019.
3. Wang Q., Wang X., Wekerle C., Danilov S., Jung T., Koldunov N., Lind S., Sein D., Shu Q., Sidorenko D. Ocean heat transport into the Barents Sea: Distinct controls on the upward trend and interannual variability // *Geophys. Res. Lett.* 2019. V. 46.
4. Sidorenko D., Goessling H.F., Koldunov N.V., Scholz P., Danilov S., Barbi D., Cabos W., Gurses O., Harig S., Hinrichs C., Juricke S., Lohmann G., Losch M., Mu L., Rackow T., Rakowsky N., Sein D., Semmler T., Shi X., Stepanek C., Streffing J., Wang Q., Wekerle C., Yang H., Jung T. Evaluation of FESOM2.0 coupled to ECHAM6.3: Pre-industrial and HighResMIP simulations // *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*. 2019. V. 11.
5. Akperov M., Rinke A., Mokhov I.I., Semenov V.A., Parfenova M.R., Matthes H., Adakudlu M., Boberg F., Christensen J.H., Dembitskaya M.A., Dethloff K., Fettweis X., Gutjahr O., Heinemann G., Koenigk T., Koldunov N.V., Laprise R., Mottram R., Nikima O., Sein D., Sobolowski S., Winger K., Zhang, W. Future projections of cyclone activity in the Arctic for the 21st century from regional climate models (Arctic-CORDEX) // *Global and Planetary Change*. 2019. V. 182. P. 103005.
6. Docquier D., Grist J.P., Roberts M.J., Roberts C.D., Semmler T., Ponsoni L., Massonnet F., Sidorenko D., Sein D.V., Iovino D., Bellucci A., Fichefet T. Impact of model resolution on Arctic sea ice and North Atlantic Ocean heat transport // *Climate Dynamics*. 2019.
7. Lima D.C., Soares P.M., Semedo A., Cardoso R.M., Cabos W., Sein D.V. How will a warming climate affect the Benguela coastal low level wind jet // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2019.
8. Rackow T., Sein D.V., Semmler T., Danilov S., Koldunov N.V., Sidorenko D., Wang Q., Jung T. Sensitivity of deep ocean biases to horizontal resolution in prototype CMIP6 simulations with AWI-CM1.0 // *Geoscientific Model Development*. 2019. V. 12 (7). P. 2635–2656.
9. Koldunov N., Danilov S., Sidorenko D., Hutter N., Losch M., Goessling H., Rakowsky N., Scholz P., Sein D., Wang Q., Jung, T. Fast EVP Solutions in a High-Resolution Sea Ice Model // *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*. 2019. V. 11 (5). P. 1269–1284.
10. Darmaraki S., Somot S., Sevault F., Nabat P., Cabos Narvaez W.D., Cavicchia L., Djurdjevic V., Li L., Sannino G., Sein D.V. Future evolution of Marine Heatwaves in the Mediterranean Sea // *Climate Dynamics*. 2019. V. 53 (3–4). P. 1371–1392.
11. Meier H.E.M., Edman M., Eilola K., Placke M., Neumann T., Andersson H.C., Brunnabend S.-E., Dieterich C., Frauen C., Friedland R., Gröger M., Gustafsson B.G., Gustafsson E., Isaev A., Kniebusch M., Kuznetsov I., Müller-Karulis B., Naumann M., Omstedt A., Ryabchenko V., Saraiva S., Savchuk O.P. Assessment of Uncertainties in Scenario Simulations of Biogeochemical Cycles in the Baltic Sea // *Front. Mar. Sci.* 2019. V. 6 (46).
12. Westerlund A., Tuomi L., Alenius P., Myrberg K., Miettunen E., Vankevich R.E., Hordoir R. Circulation patterns in the Gulf of Finland from daily to seasonal timescales // *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*. 2019.
13. Pradhan H.K., Voelker C., Losa S.N., Bracher A., Nerger L. Assimilation of Global Total Chlorophyll OC-CCI Data and Its Impact on Individual Phytoplankton Fields // *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 2019. V. 124. P. 470–490.
14. Martyanov S.D., Ryabchenko V.A., Ershova A.A., Eremina T.R., Martin G. On the assessment of microplastic distribution in the eastern part of the Gulf of Finland // *Fundamentalnaya i Prikladnaya Gidrofizika*. 2019. T. 12. № 4.
15. Chalikov D., Babanin A.V. Parameterization of Wave Boundary Layer // *Atmosphere*. 2019. V. 10 (11). P. 686.



В 2019 году проведены конференции:

- Всероссийская научно-практическая конференция «V Феодосийские научные чтения». Феодосия, 23–24 мая; Санкт-Петербург, 10–11 сентября 2019 г.
- XX Международная конференция «Современные проблемы оптики естественных вод» («ONW'2019»). Санкт-Петербург, 9–11 октября 2019 г.
- VI Научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» («МАГ-2019»). Санкт-Петербург, 7–11 октября 2019 г.

В 2019 году участие в международных конференциях:

- *Ryabchenko V.A.* On the distribution of microplastics in the Neva Bay and the eastern part of the Gulf of Finland //The Gulf of Finland Science Days «Facing our Common Future». Helsinki, November 13th–14th 2019.
- *Глухов В.А., Гольдин Ю.А., Родионов М.А., Гуреев Б.А., Глитко О.В.* Авиационная батиметрическая съёмка акватории Бчевинской бухты с большой высоты // X Юбилейная Всероссийская конференция с международным участием «Современные проблемы оптики естественных вод» (ONW'2019). Санкт-Петербург, 9–11 октября 2019 г.



- **Тема:** Проведение комплексных экспериментальных исследований
Регион проведения: Авачинский залив
Самолет-лаборатория ИЛ-18Д, август-сентябрь 2019 г., 52 суток
Сотрудники: Глитко О.В., Глухов В.А. (2 человека)
Регион проведения: Белое море
Береговой пост измерений, июнь-июль 2019 г., 30 суток
Сотрудники: Мальков С.А., Шиптенко А.Н., Калашников Н.Ф. (3 человека)

- **Тема:** Исследования пространственно-временной изменчивости гидрофизических полей южной части Баренцева моря
Регион проведения: северная часть Атлантического океана, Баренцево море
НИС «Академик Николай Страхов», 40-й рейс, май-июнь 2019 г., 26 суток
Сотрудники: Зимин А.В., Романенков Д.А., Исаев А.В., Атаджанова О.А., Жегулин Г.В. (5 человек)

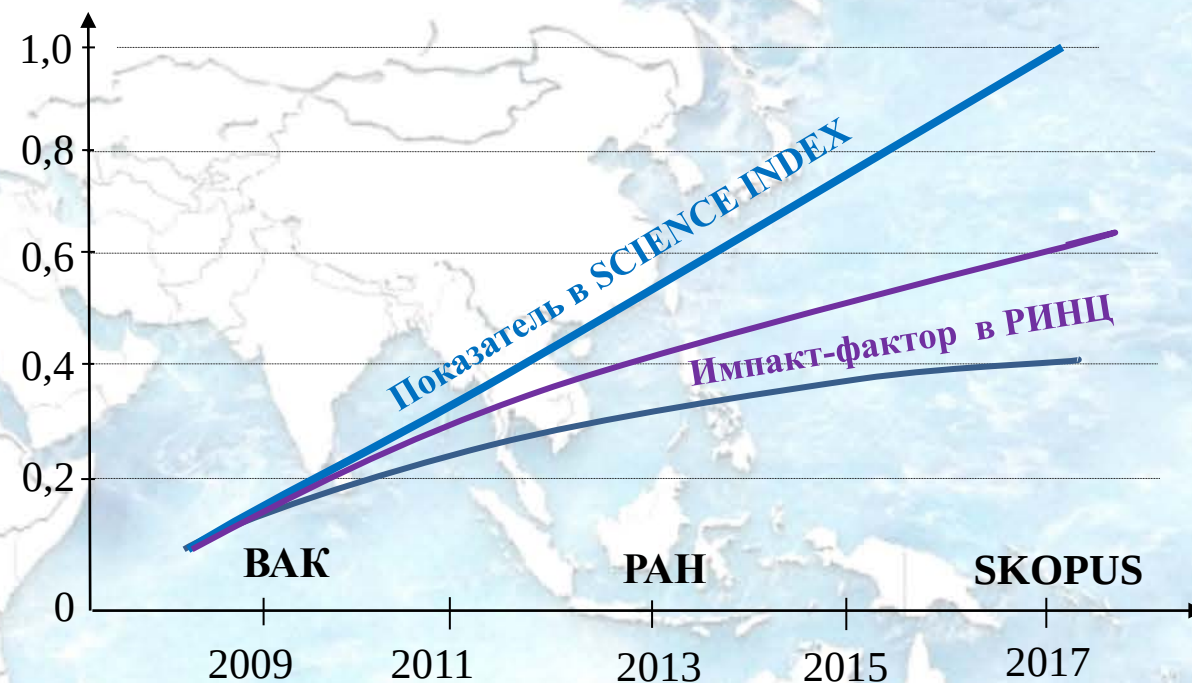
- **Тема:** Выполнение комплексных исследований трансформации гидрологических и биогеохимических режимов Белого моря под влиянием климатических изменений на различных пространственно-временных масштабах
Регион проведения: Белое море
НИС «Эколог», сентябрь 2019 г., 6 суток
Сотрудники: Свергун Е.И., Коник А.А. (2 человека)



- **Грант РФФИ №18-05-00965 А, «Моделирование высокочастотных внутренних волн в Баренцевом и Белом морях с учетом процессов генерации, распространения и диссипации», 2018–2020 гг.**
- **Грант РФФИ № 18-35-20078 мол_а_вед, «Мезо- и субмезомасштабная динамика верхнего слоя Северного Ледовитого океана: синтез спутниковых наблюдений, контактных измерений и результатов численного моделирования», 2019–2021 гг.**
- **Грант РФФИ №18-05-01122 А, «Исследование волнового пограничного слоя над морем методами математического моделирования», 2018–2020 гг.**



- **Грант РФФИ № 16-55-76021 (ЭРА_a), проект EXOSYSTEM (The impact of EXtreme events of future climates on the marine ecOSYSTEM in the Baltic and Barents Sea: Воздействие опасных явлений будущего климата на морскую экосистему в Балтийском и Баренцевом морях) по международной программе ERA.Net RUS Plus, 2016–2019 гг.**
Зарубежные партнеры: Институт полярных исследований Альфреда Вегенера (AWI, Германия), Финский Метеорологический Институт (FMI, Финляндия), Институт кибернетики Таллиннского технического университета (IoC, Эстония)
Исполнители со стороны СПбФ ИО РАН: *В.А. Рябченко, А.Ю. Дворников, С.Д. Мартьянов, А.В. Исаев, Р.Е. Ванкевич*
- **Грант РФФИ № 18-55-76001(ЭРА_a), проект BalticLitter (Litter rim of the Baltic Sea coast: monitoring, impact, and remediation: «Пояс мусора вдоль побережий Балтийского моря: мониторинг, влияние, очищение»), по международной программе ERA.Net RUS Plus, 2018–2020 гг.**
Зарубежные партнеры: Институт исследований Балтийского моря в Варнемюнде (IOW, Германия), Эстонский морской институт университета Тарту (EMI, Эстония)
Исполнители со стороны СПбФ ИО РАН: *А.В. Исаев, В.А. Рябченко, Р.Е. Ванкевич*
- **Грант РФФИ № 19-47-02015 «Impact of climate change on South Asia extremes: A high-resolution regional Earth System Model assessment» (Влияние изменений климата на экстремальные явления в Южной Азии: оценки на основе региональной модели земной системы высокого разрешения), совместный российско-индийский проект между РФФИ и DST (Департамент науки и технологий, правительство Индии)**
Зарубежный партнер: Индийский институт науки, образования и исследований, Бхопал, Индия
Исполнители со стороны СПбФ ИО РАН: *Д.В. Сеин, В.А. Рябченко, А.Ю. Дворников, С.Д. Мартьянов*



В состав редсовета и редколлегии входят руководители учреждений Российской академии наук, Военно-морского флота, высшего образования и промышленности и ведущие отечественные ученые. Академики:

Алфёров Ж.И., Голицын Г.С., Нигматулин Р.И., Пешехонов В.Г., Рудской А.И., Румянцев В.А.

чл.-корреспонденты:

Пустошный А.В., Филатов Н.Н.

Главный редактор А.А. Родионов
Выходит с 2008 г. 4 раза в год
10 тематических выпусков
Специальные выпуски в интересах МО РФ

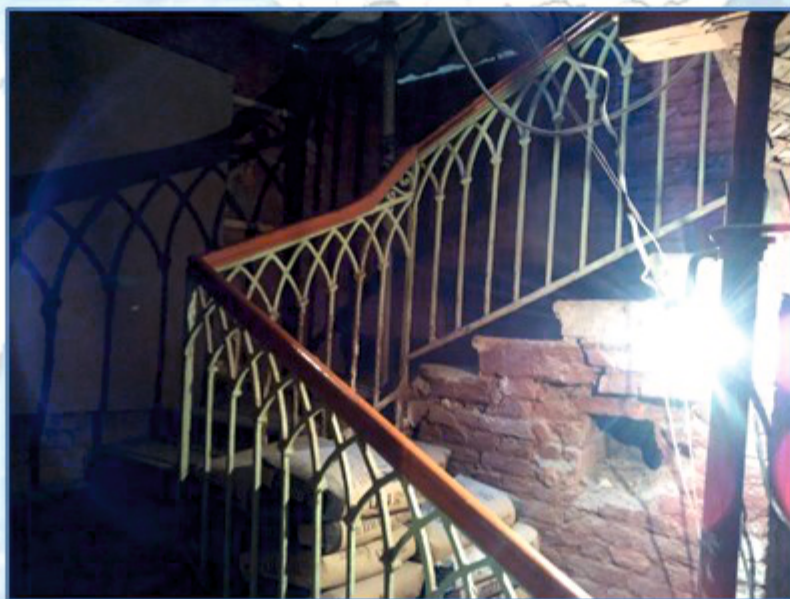
Начало реконструкции и строительства здания СПбФ ИО РАН



Здание СПбФ ИО РАН – начало реконструкции.
Фасад с 1-ой линии В.О.



Снос здания на ул. Репина



Здание СПбФ ИО РАН – начало реконструкции.
Лестничные проемы



Ход реконструкции и строительства здания СПбФ ИО РАН



Строящийся научно-исследовательский комплекс



Строительство здания с ул. Репина



Окончание реконструкции и строительства здания СПбФ ИО РАН



После реконструкции - фасад здания с 1-ой линии В.О.



После реконструкции – фасад здания с ул. Репина



Построенный
научно-исследовательский комплекс



После реконструкции -
Лестничные проемы





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!