

Отчет 2011-2012 гг.

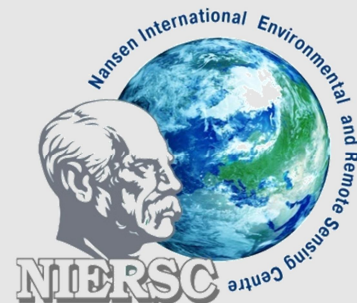
Международный центр
по окружающей среде
и дистанционному зондированию
им. Нансена

(Фонд «Нансен-центр»)

Санкт-Петербург, Россия

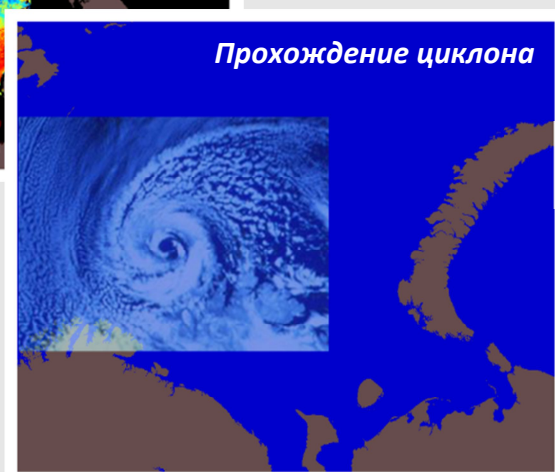
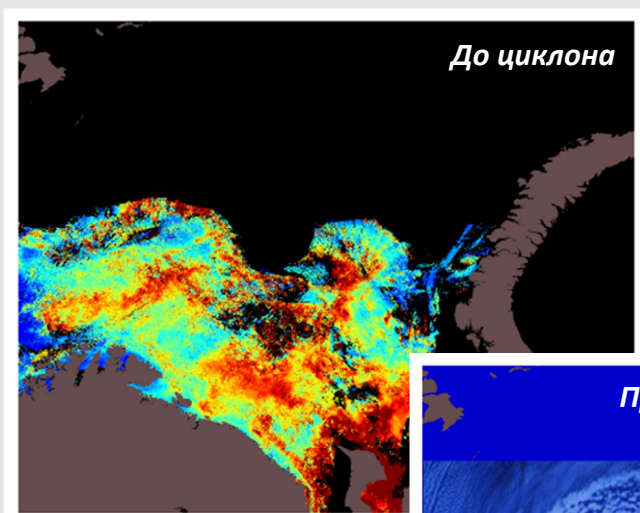
*Некоммерческий международный
научно-исследовательский центр
изучения окружающей среды и климата*

Основан в 1992 году

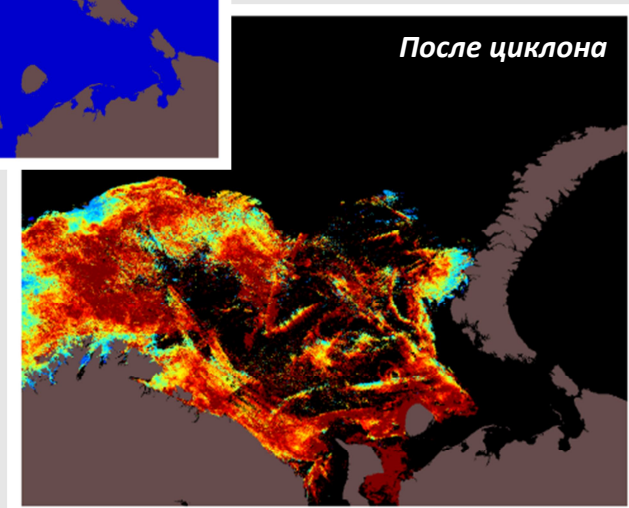


1992-2012

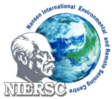
**20 лет
в науке**



Концентрация хлорофилла
фитопланктона



Циклоны подстегивают
продуктивность Арктики



Учредители Фонда «Нансен-центр»

Институт водных проблем Севера РАН

Карельский научно-исследовательский центр
Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

Исследовательский центр университета Бергена
Берген, Норвегия

Нансеновское научное общество, Берген, Норвегия

Научно-исследовательский центр экологической
безопасности РАН, Санкт-Петербург, Россия

Общество Макса Планка, Мюнхен, Германия

Санкт-Петербургский государственный университет
Санкт-Петербург, Россия

Центр по окружающей среде и дистанционному
зондированию им. Нансена, Берген, Норвегия

Директор

к. ф. - м. н. **Л. П. Бобылев**

Ведущая группа Нансен-центра

к. ф. - м. н. **Л. П. Бобылев**, директор
Руководитель группы климатический исследований

д. ф. - м. н., проф. **Д. В. Поздняков**, зам. директора
Руководитель группы водных экосистем

к. г. н. **В. А. Волков**, в. н. с.
Руководитель группы прикладных метеорологических
и океанографических исследований

к. ф. - м. н. **Д. В. Ковалевский**, с. н. с.
Руководитель социально-экономической группы

д. ф. - м. н., проф. **В. Н. Кудряцев**, в. н. с.
Руководитель группы взаимодействия атмосферы
и океана

М. В. Самсонова, главный бухгалтер

к. ю. н. **Ю. С. Меркулова**, юрист

Президент

проф. **Жан-Пьер Концен**

Председатель Института динамики жидкости
им. фон Кармана, Бельгия / Зарубежный член-
корреспондент Академии Наук Португалии

Со-Президент

д. ф. - м. н., проф. **В. П. Мелешко**
г. н. с., Главная геофизическая обсерватория
им. А. И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия

Вице-президенты

проф. **Хартмут Грассл**
Институт метеорологии им. Макса Планка
и Гамбургский университет, Гамбург, Германия

Лассе Х. Петтерссон
Директор по международным связям Центра
по окружающей среде и дистанционному
зондированию им. Нансена, Берген, Норвегия

Попечительский совет

Председатель

проф. **Ола М. Йоханнессен**
Президент Нансеновского научного общества, Берген,
Норвегия, Президент-основатель Фонда «Нансен-
центр», Санкт-Петербург, Россия, Директор-
основатель Центра по окружающей среде
и дистанционному зондированию им. Нансена, Берген,
Норвегия, профессор Геофизического института
Бергенского университета, Берген, Норвегия

Члены Совета

д. ф. - м. н., проф. **Л. Н. Карлин**
Ректор Российского государственного
гидрометеорологического университета,
Санкт-Петербург, Россия

к. ф. - м. н. **Н. Н. Новикова**
Научный центр оперативного мониторинга Земли,
Роскосмос, Москва, Россия

Кааре Ромметвейт, Берген, Норвегия

д. г. н., проф. **И. Е. Фролов**
Директор Арктического и Антарктического научно-
исследовательского института, Санкт-Петербург,
Россия

ОТЧЕТ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ УЧРЕДИТЕЛЕЙ

Стратегия

Цель Научного фонда «Международный
центр по окружающей среде
и дистанционному зондированию
им. Нансена» (Фонд «Нансен-центр»,
NIERSC) – наблюдение, изучение
и предсказание изменений климата
и окружающей среды в высоких северных
широтах в интересах общества.

Основные научные направления

- Климатическая изменчивость и
изменения климата в высоких северных
широтах
- Взаимодействие атмосферы и океана
- Водные экосистемы и их реакция
на глобальные изменения
- Прикладные метеорологические
и океанографические исследования
- Социально-экономические последствия
изменений климата

Организация

Научный фонд «Международный центр
по окружающей среде и дистанционному
зондированию им. Нансена» (Фонд
«Нансен-центр», NIERSC) – независимый
некоммерческий международный научный
центр, основанный российскими,
норвежскими и немецкими научными
организациями. Нансен-центр проводит
фундаментальные и прикладные
исследования окружающей среды
и климата, финансируемые
национальными и международными
правительственными учреждениями,
научно-исследовательскими советами,
космическими агентствами
и промышленностью. Дополнительно Фонд
«Нансен-центр» в Санкт-Петербурге
получает базовое финансирование от
одного из своих учредителей – Центра
по окружающей среде и дистанционному
зондированию им. Нансена (Берген,
Норвегия).

Нансен-центр основан в 1992 году, а 2 июля
2001 года зарегистрирован
Регистрационной Палатой Администрации
Санкт-Петербурга как некоммерческий
научный фонд. Нансен-центр получил
аккредитацию Министерства
промышленности, науки и технологий
Российской Федерации как научный
институт в 2002 году и был
перерегистрирован в 2006 году в
соответствии с новым законодательством
РФ о некоммерческих организациях.

В 2006 году Нансен-центр получил

лицензию Росгидромета на проведение
метеорологических и океанографических
наблюдений.

В 2008 году Нансен-центр также получил
лицензию Роскосмоса на работу с
космическими данными.

Персонал

На конец 2012 года штат Нансен-центра
состоит из 29 сотрудников, включая
основной штат, совместителей и
административный персонал. Научный
персонал включает в себя трех докторов
наук и четырех кандидатов наук. В рамках
Нансеновской программы поддержки
аспирантов осуществляется научное
соруководство и финансовая поддержка
11 аспирантов, при этом пять из них
занимают по совместительству должности
м. н. с. в Нансен-центре.

Публикации

В 2011-2012 гг. сотрудниками Нансен-
центра опубликовано 80 научных работ,
включая две монографии, девять глав
в монографиях, 16 статей в международных
рецензируемых журналах
и рецензируемых журналах РАН, 8 статей в
других рецензируемых журналах и 55 –
в трудах конференций (полный список
публикаций приведен в конце Отчета).

Национальная и международная деятельность

На протяжении долгого времени Нансен-
центр сотрудничает с российскими
организациями, такими как Санкт-
Петербургский государственный
университет, институты Российской
Академии наук, Федерального
космического агентства, Федеральной
службы по гидрометеорологии и
мониторингу окружающей среды, включая
Институт водных проблем Севера, Научно-
исследовательский центр экологической
безопасности, Арктический и
Антарктический научно-исследовательский
институт, Российский государственный
гидрометеорологический университет,
Главную геофизическую обсерваторию им.
А. И. Воейкова, Мурманский морской
биологический институт, Научный центр
оперативного мониторинга Земли и др.,
всего около сорока российских научно-
исследовательских институтов.

Плодотворное сотрудничество
установилось также с рядом зарубежных и
международных организаций,
университетов и институтов, включая
Институт метеорологии им. Макса Планка,
Научно-исследовательский центр GKSS,
Университет Фридриха Шиллера, Йена,
Германия, Финский метеорологический

На первой странице обложки, слева направо: поле концентрации фитопланктона до
прохождения циклона, выход циклона на южную окраину Баренцева моря, поле значительно
возросшей концентрации фитопланктона после прохождения циклона

институт, Institut Français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), Брест, Франция, Глобальный климатический форум и в особенности учредителей Нансен-Центра. Тесное сотрудничество установлено с Нансен-центром в Бергене. Большинство научных результатов, представленных в данном Отчете, получены в результате совместных исследований обоих Нансен-центров, в Бергене и Санкт-Петербурге, и их партнеров.

Нансеновская программа поддержки аспирантов

Основная цель Программы – поддержка Нансен-центром исследований аспирантов в российских образовательных и научных организациях, включая Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербургский государственный университет, Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт и др. Области научных исследований в рамках Программы – изменения климата и окружающей среды и спутниковое дистанционное зондирование, включая интегрированное использование спутниковых наблюдений, контактных измерений и численного моделирования в науках о Земле.

Нансеновская программа поддержки обеспечивает аспирантов:

- научным руководством со стороны российских и зарубежных ученых;
- дополнительной стипендией;
- необходимыми условиями для успешной работы в Нансен-центре;
- возможностью стажировок и научных поездок в международные научно-исследовательские институты, в т.ч. входящие в состав Нансен-группы;
- участием в международных научных проектах.

Работой каждого аспиранта руководит как минимум один российский ученый и один зарубежный ученый. Все аспиранты должны публиковать результаты научных исследований в международных рецензируемых журналах и представлять их на международных симпозиумах и конференциях.

Начиная с 1997 года, в рамках Программы защитили кандидатские диссертации 23 аспиранта.

Программа финансируется Нансен-центром в Бергене и Нансеновским научным обществом.

В 2011-2012 годах три аспиранта – участника Программы защитили кандидатские диссертации:

- **Смирнов А.В.** защитил 14 апреля 2011 года диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук на тему: «*Эволюция верхнего слоя океана в Северо-Европейском бассейне*» в Арктическом и Антарктическом научно-исследовательском институте (научные руководители: д.г.н.,

проф. Г.В. Алексеев, к.г.н. А.А. Кораблев, проф. О.М. Йоханнессен).

- **Семакин С.Г.** защитил 20 июня 2011 года диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему: «*Исследование точности спутникового метода определения характеристик стратосферного аэрозоля по измерениям рассеянного солнечного излучения на горизонте Земли*» в Санкт-Петербургском государственном университете (научные руководители: д.ф.-м.н., проф. Ю.М. Тимофеев, проф. Хартмут Грассл).
- **Судаков И.А.** защитил 26 января 2012 года диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему: «*Математическое моделирование взаимодействия криолитозоны и атмосферы*» в Новгородском государственном университете им Ярослава Мудрого (научные руководители: д.ф.-м.н. Т.Г. Сукачева, д.ф.-м.н. С.А. Вакулenco, к.ф.-м.н. Л.П. Бобылев, д.т.н., проф. Г.В. Менжулин).

Исследовательские проекты

Ниже приведен список научных проектов, выполняемых в Нансен-центре в 2011-2012 годах. Большинство из них были выполнены в тесном сотрудничестве с другими национальными и международными научными институтами.

Arctic and sub-Arctic climate system and ecological response to the early 20th century warming (ARCWARM, Research Council of Norway, 2008-2011)

Детерминированные и стохастические модели экономической динамики (РФФИ, 2010-2011)

Logiciel modelisation Matlab (IFREMER, 2011)

Agent-based modeling of climate-socioeconomic system with applications to the sustainability of Russian economy (ECF, 2010-2011)

System-dynamic Integrated Assessment models with endogenous technical change (Nansen Scientific Society, 2011)

Descartes Program (EU Descartes award fund, 2008-2012)

MyOcean (EU FP7, 2009-2012)

MyOcean-2 (EU FP7, 2012-2014)

Monitoring and Assessing Regional Climate Change in High Latitudes and the Arctic (MONARCH-A, 2010-2013)

Экономика изменений климата в мультирегиональной модели совокупной оценки для Российской Федерации (РФФИ, 2010-2012)

Программное обеспечение обработки российских спутниковых изображений (НЦ ОМЗ/Роскосмос, 2011-2013)

Monitoring Arctic Land and Sea Ice using Russian and European Satellites (MAIRES, EU FP7, 2011-2014)

Sea Ice Downstream Services for Arctic and Antarctic Users and Stakeholders (SIDARUS, EU FP7, 2011-2013)

Foreign direct investment and international trade in multi-region Integrated Assessment models (ECF/NERSC, 2011-2012)

CryoSat postlaunch validation study of sea ice (PRODEX NERSC, 2011-2012)

Влияние глобальных изменений климата на процессы в Северном Ледовитом океане и в атмосфере Арктики (ААНИИ, 2011-2012)

Towards Coast to Coast NETWORKS of marine protected areas (from the shore to the high and deep sea), coupled with sea-based wind energy potential (COCONET, EU-FP7/NERSC s/c, 2012-2015)

European-Russian Centre for cooperation in the Arctic and Sub-Arctic environmental and climate research (EuRuCAS, EU FP7, 2012-2015)

Nordic seas ocean climate (NERSC, 2012)

Assessing the sensitivity of Arctic coastal dynamics to change (RFBR-Helmholtz Gemainschaft, 2009-2012)

Исследование причинно-следственных факторов, приводящих к изменениям полей фитопланктона при прохождении глубоких циклонов над тропическими и полярными акваториями (РФФИ–ГФЕН, 2012-2013)

Sea ice ECV (ESA/NERSC s/c, 2012-2014)

Оптимизационный и системно-динамический подходы в моделях экономики изменений климата (РФФИ, 2012-2014)

CPA Algorithm (MichiganTech, 2011-2013)

Knowledge Based Climate Mitigation Systems for a Low Carbon Economy (COMPLEX, EU FP7, 2012-2016)

Проект EuRuCAS (Седьмая Рамочная программа ЕС, 2012-2015)

Проект EuRuCAS («Европейско-российский центр сотрудничества в области исследований окружающей среды и климата Арктики и Субарктики») – это один из проектов, поддержанных в рамках конкурса INCO-LAB 2010 года («Усиление европейской исследовательской базы в третьих странах») Седьмой Рамочной программы ЕС, причем для России это единственный поддержанный проект. Нансен-центр выступает в данном проекте как совместная российско-европейская инициатива, позволяющая расширять и укреплять научное сотрудничество между европейскими и российскими учеными в области изменений климата и окружающей среды Арктики и Субарктики и их социально-экономических последствий.

1992-2012: 20 лет в науке

19 октября 2012 года Нансен-центр отпраздновал свой двадцатилетний юбилей. Коллектив нашего центра смотрит в будущее с оптимизмом и готов к новым исследованиям в рамках научных проектов, а также к руководству новыми перспективными аспирантами.

Санкт-Петербург, 21 ноября 2012 года

Жан-Пьер Концен, UNIFOB, *Президент*

Валентин Мелешко, ГГО им. А.И. Воейкова, *Со-Президент*

Хартмут Грассл, Общество Макса Планка, *Вице-Президент*

Лассе Х. Петтерссон, Нансен-центр, Берген, *Вице-Президент*

Валерий Астахов, СПбГУ

Владислав Донченко, НИЦЭБ РАН

Николай Филатов, ИВПС РАН

Леонид Бобылев, *Директор*

НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

Изменения климата

Взаимосвязанные изменения протяженности морского ледяного покрова Северного полушария и приземной температуры воздуха по данным моделирования и наблюдений

к.ф.-м.н. С.И. Кузьмина
проф. О.М. Йоханнесен
(NERSC, Берген, Норвегия)
к.ф.-м.н. О.Г. Анискина
к.ф.-м.н. Л.П. Бобылев

В данном исследовании мы изучали, насколько хорошо современное поколение климатических моделей воспроизводит взаимосвязанные изменения протяженности морского ледяного покрова (ПМЛ) Северного полушария и приземной температуры воздуха (ПТВ), и оценивали их будущие изменения. Анализ основан на сравнении данных наблюдений и результатов моделей МГЭИК AR4 для всей Арктики и ее отдельных морей. Модели завышают протяженность морского льда, но занижают величины трендов. Погрешности в модельных расчетах концентрации морского льда наиболее выражены в Баренцевом, Карском, Лаптевых и Восточно-Сибирском морях, где составляют более 80% от наблюдаемой концентрации льда. Средние модельные значения температур, рассчитанные для периода 1958-1999 годов, как правило, на 1-2°C холоднее, чем соответствующие

наблюдаемые значения, за исключением области в Баренцевом море, где эта разница составляет 6-9°C. Сравнение данных наблюдений и результатов МГЭИК AR4 моделей показали, что модельное сокращение ПМЛ в течение последних десятилетий не соответствует наблюдаемым тенденциям: наблюдаемая ледовитость снижалась быстрее, чем прогнозировалось. Тем не менее, модели, которые наилучшим образом воспроизводят ПМЛ в сентябре за период 1958-1999 годов, показывают тенденции в XXI веке на 21% больше модельного ансамбля в целом. Они демонстрируют наибольшую сумму положительных температур среди рассматриваемых моделей, а также наибольшую чувствительность сентябрьской ПМЛ к изменению летних температур (рис. 1-2).

Изучение полярных циклонов методом мультисенсорного зондирования

к.ф.-м.н. Е.В. Заболотских
(Фонд «Нансен-центр»/РГГМУ)
к.ф.-м.н. Л.П. Бобылев
Ю.Е. Смирнова, аспирантка
(Фонд «Нансен-центр»/РГГМУ)
проф. Й.А. Йоханнесен
(NERSC, Берген, Норвегия)

В 2011 году исследования, связанные с полярными циклонами и направленные на их обнаружение, мониторинг и изучение, были дополнены использованием данных нового радиометра Special Sensor Microwave Imager/Sounder (SSMIS). Эта работа была обусловлена прекращением функционирования AMSR-E и F13 SSM/I и плохой, плавающей во времени, калибровкой работающего радиометра F15

SSM/I. Была начата работа по калибровке F16 SSMIS, заключающаяся в усовершенствовании геофизической модели прямых расчетов радиоярких температур излучения и сборе данных для проведения этих расчетов. В дальнейшем планируется проведение сравнения расчетных значений с измеренными для нахождения калибровочных поправок.

Были продолжены детальные исследования отдельных случаев полярных циклонов в морях Арктического бассейна с использованием разработанных ранее методов. Также было начато построение климатологии полярных циклонов в морях Северо-Европейского бассейна на основании использования полей атмосферного водяного пара, восстановленных по данным SSM/I, начиная с 1995 года. Все случаи обнаруженных атмосферных вихрей в полях водяного пара (до 2001 года включительно) были проанализированы с привлечением дополнительных данных AVHRR по облачности и радиометрических полей скоростей приводного ветра DMSP SSM/I и полей ветра QuikSCAT SeaWinds. В дальнейшем планируется продолжение анализа атмосферных вихрей, начиная с 2002 года, и проведение статистического анализа полученной базы данных полярных циклонов с целью построения их климатологии. Количество обнаруженных полярных циклонов в морях Северо-Европейского бассейна приведено на рис. 3.

В 2012 году в исследования полярных циклонов были добавлены новые данные для мультисенсорного анализа, позволяющие изучать осадки и детальную внутреннюю структуру облаков, сопровождающих развитие этих опасных погодных явлений. Для оценки

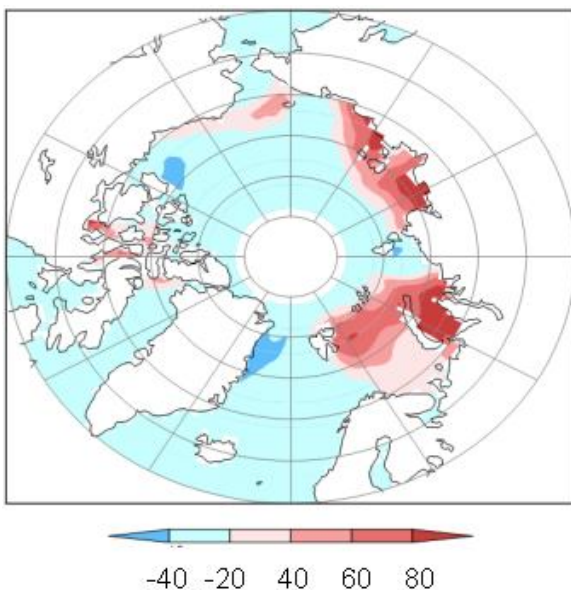


Рис. 1. Средние (1979-1999) различия между наблюдаемыми и смоделированными концентрациями морского льда (среднемодельное значение – спутниковые данные) (%)

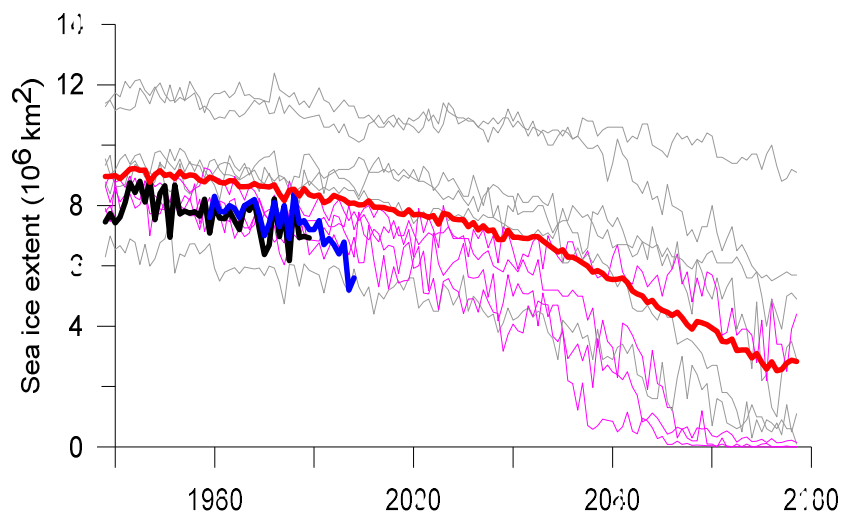


Рис. 2. Протяженность ледяного покрова в сентябре по данным наблюдений (черная линия), спутниковым данным 1979-2008 годов (синяя линия) и 12 моделей МГЭИК AR4 (серая линия), а также среднемодельное значение (красная линия); отобранные модели показаны розовым цветом (CGCM 3.1(T47), CNRM-CM 3, MIROC 3.2 (medres), UKMO-HadCM 1)

интенсивности осадков использовались данные NASA's Tropical Rain Measuring Mission (TRMM), для параметров облачности – данные радара CloudSat, позволяющие детектировать жидкие и кристаллические облака.

Базовая карта вечной мерзлоты

к.ф.-м.н. **Е.В. Шалина**

к.ф.-м.н. **Л.П. Бобылев**

Л.С. Лебедева, аспирантка

К.Э. Земесиркс

В рамках международного проекта **MONARCH-A** сотрудники Нансен-центра работают над задачей описания текущего

состояния вечной мерзлоты, а также изменений, произошедших в этой среде под воздействием потепления климата. Чтобы оценить произошедшие изменения, важно было зафиксировать, какими были параметры вечной мерзлоты до начала глобального потепления.

В 2011 году в Нансен-центре была создана цифровая базовая карта вечной мерзлоты по состоянию на 1980-е годы, описывающая параметры мерзлых грунтов до начала текущего потепления. Базовая цифровая карта мерзлоты была сформирована на основе бумажных карт, опубликованных с 1970 по 1988 годы. Параметры, представленные на карте, – это граница вечной мерзлоты, глубина

мерзлых грунтов, их температура, а также глубина протаивания в летнее время. Фактически, базовая карта – это коллекция картированных параметров вечной мерзлоты для разных территорий (для России, Монголии, Китая, Канады и Аляски), которые весьма трудно соединить на границах, в частности, из-за

разных подходов к классификации мерзлых грунтов. Наиболее значимым достижением описываемого этапа работы является создание цифровой карты мерзлых грунтов России, сделанной на основе карты И. Баранова, где параметры описаны с высокой степенью подробности.

Основным направлением работы в 2012 году было изучение изменений, произошедших в вечной мерзлоте за последние десятилетия. Были обработаны данные, описывающие глубину протаивания и температуру вечной мерзлоты. Следует отметить, что измерения во многих случаях непродолжительны, а пункты измерений распределены неравномерно, что затрудняет получение полноценной картины изменения параметров мерзлых грунтов. Имеющиеся данные показывают, что на территории России, Монголии и Китая преобладает процесс таяния вечной мерзлоты (рис. 4). Та же тенденция наблюдается в центральной части Аляски и Канады, а на побережье указанных территорий процесс таяния в одних пунктах соседствует с обратным процессом в других.

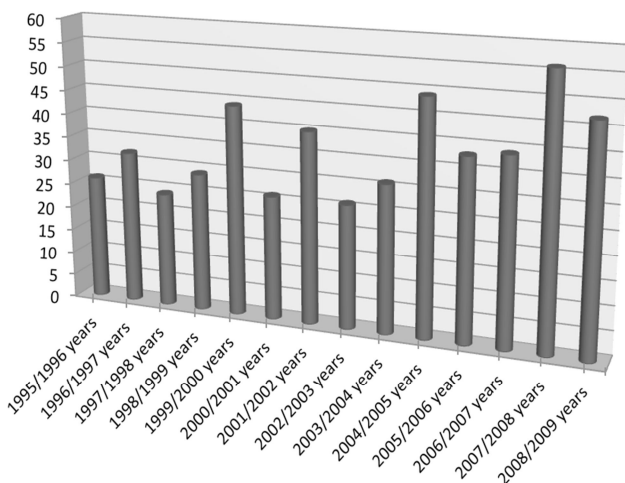
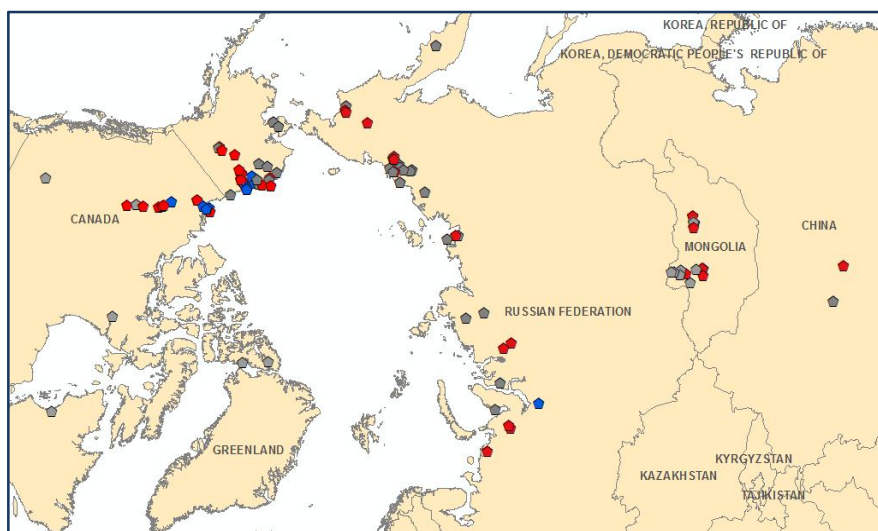


Рис. 3. Количество полярных циклонов, обнаруженных в морях Северо-Европейского бассейна



- Увеличение ГСО
- Уменьшение ГСО
- Недостаточно данных, чтобы оценить тенденцию

Рис. 4. Пункты, где проводятся измерения глубины сезонного оттаивания (ГСО). Тенденция изменений ГСО показана цветом

Исследования взаимодействия атмосферы и океана

Влияние морских брызг на атмосферный пограничный слой

д.ф.-м.н., проф. **В.Н. Кудрявцев**
(Фонд «Нансен-центр»/РГГМУ)

проф. **В. Макин (KNMI, Нидерланды)**

Исследовано влияние морских брызг на атмосферный погранслой (АПС) при сильных ветрах. Для этого разработана модель АПС над морем при штормовых условиях. Модель основана на классической теории турбулентного потока с взвешенными частицами, где концентрация брызг может быть произвольной. Предполагается, что морские брызги срываются с гребней обрушающихся волн и инжектируются в АПС на высоте их гребней. Влияние брызг на АПС осуществляется двумя механизмами: через перераспределение количества движения между каплями и воздухом, и через влияние брызг на стратификацию. Последний механизм параметризован в терминах теории подобия Монина–Обухова. Установлено, что основной эффект брызг на АПС осуществляется в рамках первого механизма. Взаимодействие падающих брызг со сдвигом скорости ветра приводит к действию вихревой силы, которая приводит к ускорению воздушного потока вблизи поверхности. С ускорением воздушного потока связан эффект

подавления турбулентности в вышележащих слоях, и, соответственно, – эффект падения сопротивления. Установлено, что при ураганных ветрах тонкий приповерхностный слой входит в режим предельного насыщения, приводящего к тому, что скорость трения принимает предельно высокие значения, а коэффициент сопротивления падает обратно пропорционально квадрату скорости ветра. Данные модели согласуются с данными измерений.

Результаты исследований опубликованы в работе [Kudryavtsev V., V. Makin. Impact of ocean spray on the dynamics of the marine atmospheric boundary layer, *Boundary-Layer Meteorology*, 2011, Vol. 140, Iss. 3, pp. 383-410.](#)

Использование спутниковых радиолокационных данных Envisat ASAR для изучения прибрежного апвеллинга в Балтийском море

И.Е. Козлов, аспирант
(Фонд «Нансен-центр»/РГГМУ)

д.ф.-м.н., проф. В.Н. Кудрявцев
(Фонд «Нансен-центр»/РГГМУ)

проф. Й.А. Йоханнесен
(NERSC, Берген, Норвегия)

д-р Б. Шапрон (IFREMER, Франция/РГГМУ)

А.Г. Мясоедов, аспирант
(Фонд «Нансен-центр»/РГГМУ)

Проведен анализ проявления прибрежного апвеллинга в юго-восточной части Балтийского моря на спутниковых РЛ-снимках Envisat ASAR и снимках ИК-диапазона Aqua/Terra MODIS. Обнаружено, что фронт прибрежного апвеллинга хорошо проявляется в РЛ-снимках, а основным механизмом его проявления, по-видимому, является изменение стратификации атмосферного погранслоя (АПС) над температурным фронтом. Данное предположение подтверждено на основе модельных расчетов по трансформации АПС над фронтом и обратного рассеяния РЛ-сигнала по модели CMOD4. Предлагается эмпирическая зависимость РЛ-контрастов проявления фронта апвеллинга от фоновой скорости приводного ветра и перепада температуры через фронт. Также показано, что пленки ПАВ, аккумулируемые в зонах конвергенции течений, создают дополнительные особенности проявления прибрежного фронта в РЛ-снимках. Данный эффект проанализирован на основе модели циркуляции течений в прибрежной зоне с использованием спутниковых данных о температуре поверхности моря (рис. 5).

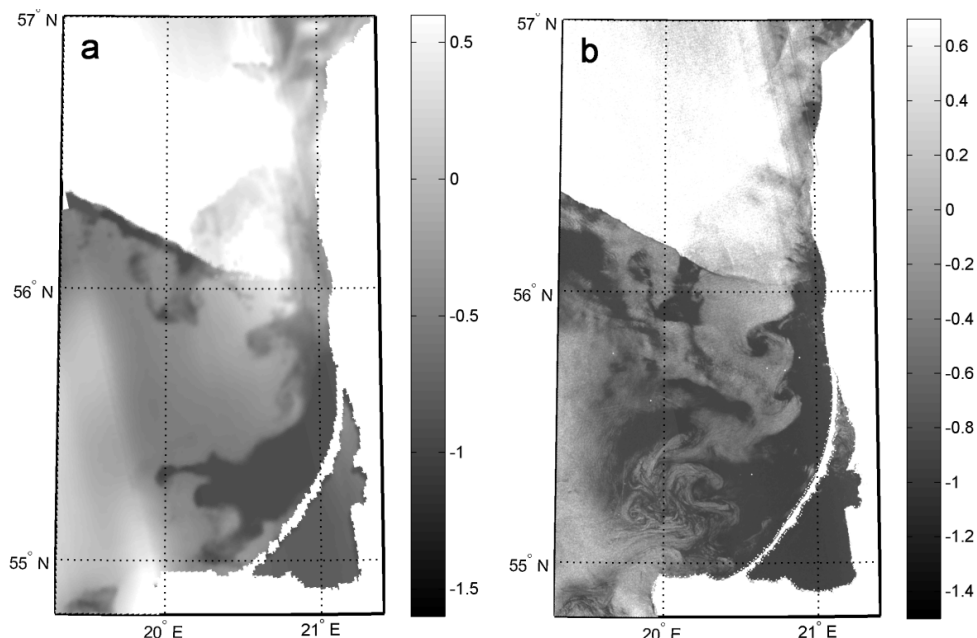


Рис. 5. Модельное (а) и наблюдаемое (б) поля обратного рассеяния РЛ-сигнала в области прибрежного апвеллинга

Результаты исследований опубликованы в работе: [Kozlov I., V. Kudryavtsev, J. Johannessen, B. Chapron, I. Dailidienne, A. Myasoedov. ASAR imaging for coastal upwelling in the Baltic Sea. *Advances in Space Research*, 2012, Vol. 50, Iss. 8, pp. 1125-1137.](#)

Восстановление мезомасштабной динамики верхнего слоя океана с использованием РСА и оптических данных

д.ф.-м.н., проф. В.Н. Кудрявцев
(Фонд «Нансен-центр»/РГГМУ)

А.Г. Мясоедов, аспирант
(Фонд «Нансен-центр»/РГГМУ)

д-р Б. Шапрон (IFREMER, Франция/РГГМУ)

проф. Й.А. Йоханнесен
(NERSC, Берген, Норвегия)

д-р Ф. Коллар
(CLS, Франция/РГГМУ)

Предложен синергетический подход для количественного анализа РСА-изображений океана и данных спектрометров, включая инфракрасный (ИК) канал. Показано, что шероховатость поверхности океана, полученная по изображениям солнечного блика, хорошо коррелирует с контрастами РСА-изображения. Как показал дальнейший анализ, полученные поля аномалий шероховатости пространственно коррелируют с резкими градиентами температуры поверхности океана (ТПО). Для количественной интерпретации РСА и оптических (видимый и ИК диапазоны) изображений выведены уравнения, связывающие контрасты «шероховатости» поверхности океана с характеристиками течений.

Предполагая, что циркуляция верхнего слоя океана квазидвумерна, приводится

алгоритм восстановления поля квазигеострофического течения (КГТ) по полям ТПО, получаемым из космоса. Поскольку результирующее поле КГТ является бездивергентным, то его проявление в поле параметров ветровых волн является слабым (Kudryavtsev и др., 2005; Johannessen и др., 2005). Поэтому механизм проявления мезомасштабных течений является иным. Показано, что взаимодействие ветровых течений с полем КГТ (экмановский адвективный механизм и механизм перемешивания) приводит к генерации достаточно сильного агеострофического течения, с которым, в свою очередь, связаны зоны конвергенции и дивергенции течений, проявления которых мы и наблюдаем. В соответствии с предлагаемым подходом, интенсивная кросс-фронтальная динамика возникает как вблизи резких горизонтальных градиентов поля завихренности КГТ, так и в районе сильных вертикальных градиентов поля скорости КГТ.

Наблюдаемое хорошее соответствие между аномалиями «шероховатости» поверхности океана и градиентами ТПО можно трактовать как «экспериментальное подтверждение» того факта, что влияние дивергенции поверхностного течения на короткие ветровые волны является основным механизмом проявления мезомасштабных особенностей течения в виде аномалий «шероховатости» морской поверхности (рис. 6).

Результаты исследований опубликованы в работе [Kudryavtsev V., A. Myasoedov, B. Chapron, J. Johannessen, F. Collard. Imaging meso-scale upper ocean dynamics using SAR and optical data. *Journal of Geophysical Research*, 2012, Vol. 117, C04029, doi:10.1029/2011JC007492.](#)

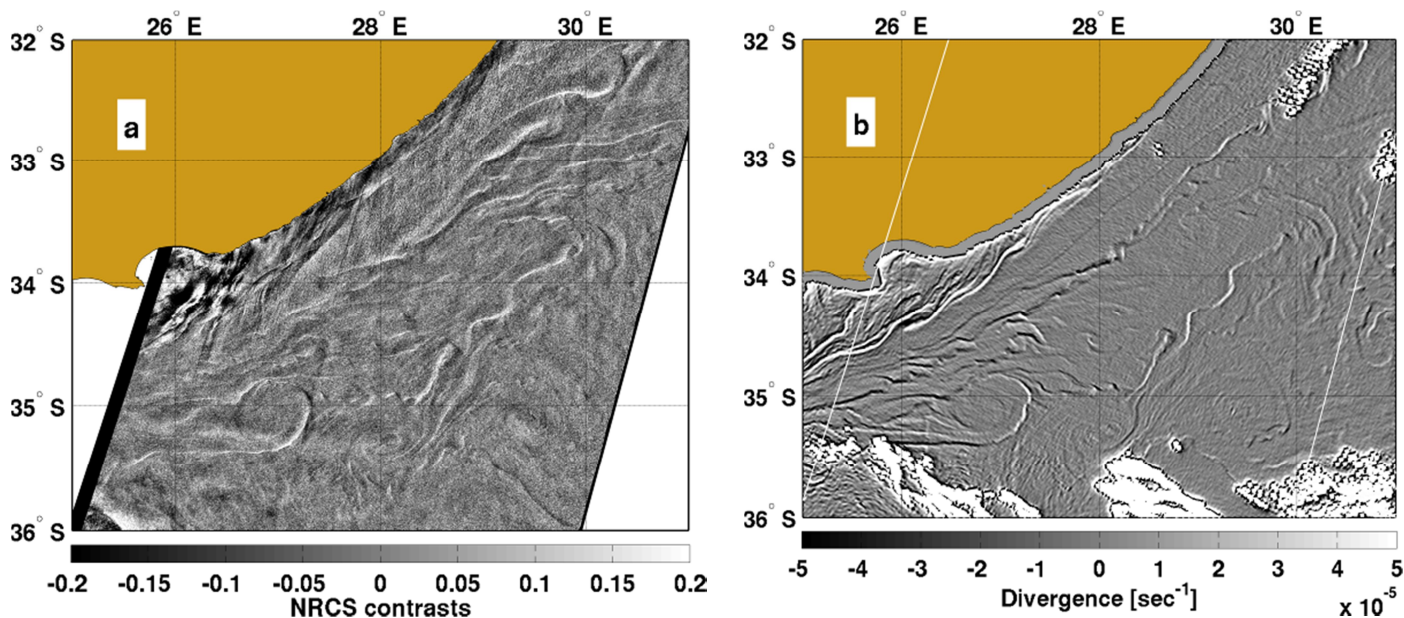


Рис. 6. (а) Фрагмент изображения контрастов PCA-изображения, полученного 18 ноября 2007 года, 07:24 GMT, и (b) соответствующий фрагмент поля дивергенции поверхностного течения, восстановленного по данным MODIS (18 ноября 2007 года, 12:05 GMT). Яркие области на рис. (b) соответствуют зонам конвергенции, а тёмные – дивергенции течения

Водные экосистемы и их реакция на глобальные изменения

Десятилетний тренд продукции неорганического углерода в Северном Ледовитом океане

Д.А. Петренко, аспирант
д.ф.-м.н., проф. Д.В. Поздняков
к.ф.-м.н. Е.В. Заболотских
(Фонд «Нансен-центр»/РГГМУ)

Данная работа выполнена в рамках проекта MONARCH-A. Кокколитофор *Emiliana huxleyi* (класс Prymnesiophyceae) вырабатывает CaCO_3 в виде прозрачных пластин (кокколитов), которые попадают в водную среду в период отмирания клеток данной водоросли. Поступление CaCO_3 оказывает влияние на углеродный цикл в системе «атмосфера–океан». Углеродный цикл – один из важнейших факторов, регулирующих функционирование морских экосистем и влияющих на формирование климата. Помимо этого, *E. huxleyi* эмитирует в окружающую среду диметилсульфид (ДМС), который, попадая

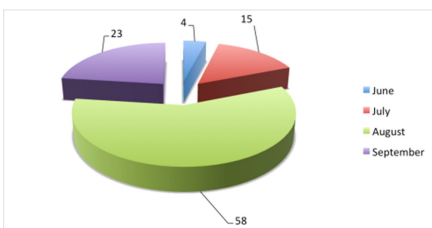


Рис. 7. Усредненная по всем годам (2002- 2010 годы) и по всей Арктике месячная доля концентрации *E. huxleyi* (оцененная по концентрации chl) в годовом цикле вегетации этой водоросли

в атмосферу, способствует формированию облачности, что приводит к изменениям планетарного альбедо, и, как следствие, – к изменениям глобального климата.

Для исследования по спутниковым данным цвета океана продукции неорганического углерода водорослей *E. huxleyi* был разработан специальный алгоритм, являющийся модификацией алгоритма BOREALI и позволяющий численно оценить поступления неорганического углерода за вегетационный период. Были идентифицированы три основных района в Арктике, в которых происходят цветения *E. huxleyi*. Это Баренцево, Гренландское и северная часть Норвежского морей. Выяснилось, что месяц максимальной продукции неорганического углерода – август (рис. 7).

Спутниковые данные (MODIS-Aqua) показывают, что продукция неорганического углерода водорослью *E. huxleyi* в период 2002-2010 годов уменьшилась на 61,4% (рис. 8).

Исследование динамики изменчивости факторов, определяющих уровень продуцирования неорганического углерода водорослью *E. huxleyi* (температура воды, уровень приходящей радиации в

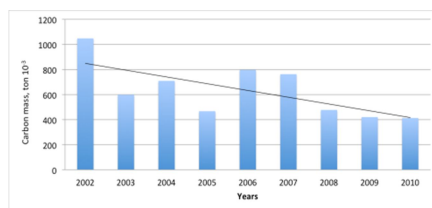


Рис. 8. Межгодовая изменчивость и линейный тренд продукции неорганического углерода водорослью *E. huxleyi* по Арктическому бассейну за период 2002-2010 годов

диапазоне ФАР, индекс северо-атлантической осцилляции в летний период) показало, что для этих факторов в Арктике также наблюдался спадающий тренд за 2002-2010 годы, что является подтверждением подлинности обнаруженного тренда для неорганического углерода.

Результаты исследований представлены в статье: **Петренко Д.А., Заболотских Е.В., Поздняков Д.В., Кунийон Ф., Карлин Л.Н.** Межгодовые вариации и тренд продукции неорганического углерода кокколитофорного происхождения в Арктике за период 2002-2010 гг. по спутниковым данным. *Исследование Земли из космоса*, 2012 (принята к публикации).

Разработка автоматизированных программно-аппаратных средств формирования и ведения банка специализированных информационных продуктов дистанционного зондирования Земли

Е.А. Морозов, аспирант
к.ф.-м.н. А.А. Коросов
(NERSC, Берген, Норвегия)
Л.Х. Петтерссон
(NERSC, Берген, Норвегия)

Цель проекта – разработать решения по усовершенствованию программно-аппаратных средств потоковой обработки данных (ПАС ПОД), установленных в Научном центре оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) Нансен-центром в 2009-2010 годах.

Разработаны решения, обеспечивающие приведение в соответствие с современными требованиями к ПАС ПОД в области унификации, расширяемости и

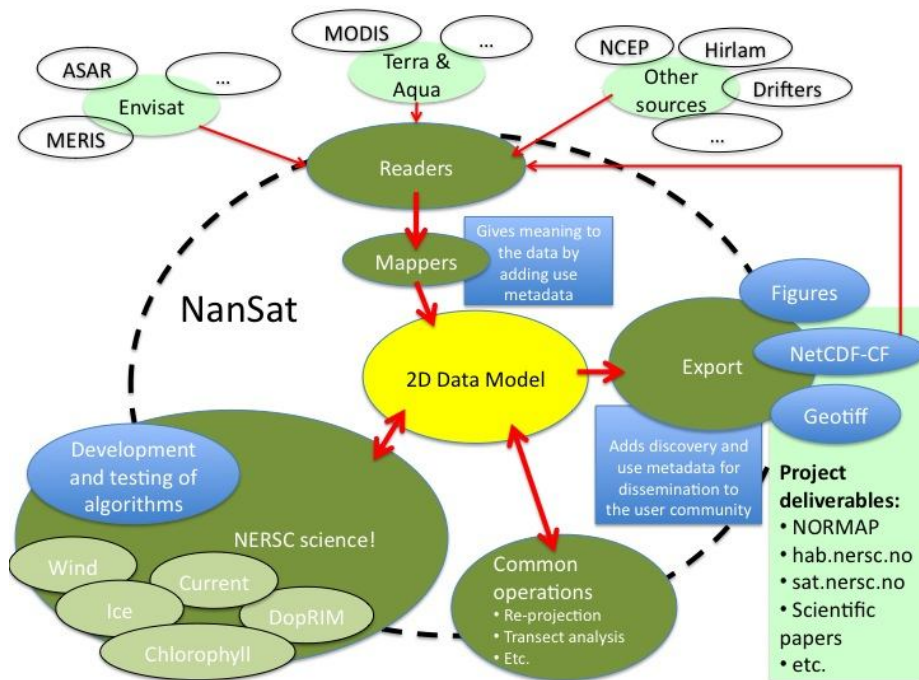


Рис. 9. Общая схема пакета программ Nansat

тиражируемости системы (установки аналогичных ПАС в региональных центрах обработки космической информации).

Решения обеспечивают возможность использования в ПАС ПОД широкого спектра входных спутниковых данных, а также предусматривают возможность дальнейшего расширения системы для использования и данных перспективных космических аппаратов. Предусмотрена возможность сопряжения информационных продуктов ПАС ПОД с различными российскими и зарубежными информационными системами и банками данных. Значительно расширена номенклатура продуктов, предоставляемых системой.

Модульность системы, достигаемая за счет использования в системе программного пакета Nansat, разрабатываемого в NERSC (Нансен-центр, Берген, Норвегия, рис. 9).

Это позволяет быстро подстраивать систему под новые спутниковые датчики и конфигурировать процесс обработки данных с учетом интересующих пользователя параметров и технических возможностей пользователя (вычислительная мощность сервера, допустимые объемы хранения информации). Этот подход обеспечивает возможность дальнейшего развития и усовершенствования системы без изменения принципов ее построения и структуры. Модульность является основным принципом, который обеспечит возможность эффективного дополнения системы за счет сохранения неизменной общей схемы обработки данных и включения только необходимых модулей для первичной обработки данных таких спутниковых датчиков, как «Канопус-В», «Ресурс-П», MODIS/Aqua-Terra, Sentinel и

др., и последующей передачи данных в общий модуль обработки данных более высокого уровня. Включение новых алгоритмов, продуктов и форматов выходных данных также сводится к введению в систему модулей, отвечающих за одну конкретную задачу, без необходимости модифицировать существующие модули.

Разработка методологии и оценка точности восстановления параметров качества воды по алгоритму Левенберга–Марквардта в Великих Североамериканских озерах
д.ф.-м.н., проф. Д.В. Поздняков
к.ф.-м.н. А.А. Коросов (NERSC, Берген, Норвегия)
д-р Р.А. Шухман (MTU, США)

Исследование выполнено в рамках двухстороннего контракта между Нансен-центром и Мичиганским Технологическим университетом. Разработанный нами ранее алгоритм на основе метода Левенберга–Марквардта (алгоритм CPA) был дополнен новой функцией, в результате которой обеспечивается возможность одновременного определения по данным датчиков цвета океана (SeaWiFS, MODIS, или MERIS) содержания концентраций хлорофилла фитопланктона (*chl*), растворенного органического углерода (*doc*) и минеральной взвеси (*sm*) не только в глубоководных, но и в оптических мелководных озерных районах. Совместно с сотрудниками Мичиганского технологического университета нами осуществлена проверка эффективности разработанного алгоритма. Для этого были использованы гидрооптические модели

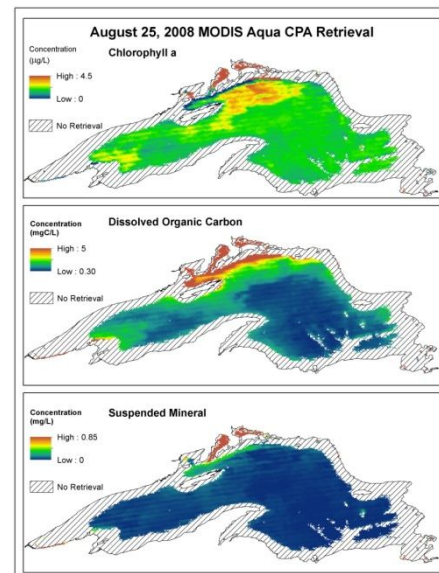


Рис. 10. Озеро Верхнее: результаты восстановления параметров качества воды по данным MODIS на 25 августа 2008 года

индивидуально для каждого из Великих Североамериканских озер. С этой целью были осуществлены полевые одновременные измерения оптических свойств и концентраций трех указанных компонентов в каждом из озер. Сравнение показало, что разработанные модели, включая гидрооптические модели, обеспечивают более высокую точность восстановления, чем стандартные процедуры ОСЗ НАСА для MODIS. Рис. 10 иллюстрирует применения разработанного алгоритма к озеру Верхнее. Результаты исследования суммированы в статье: *Shuchman R., G. Leshkevich, M. Sayers, T. Johengen, C. Brooks, D. Pozdnyakov. Generation of an operational algorithm to retrieve chlorophyll, dissolved organic carbon, and suspended minerals from Great Lakes satellite data (представлена к публикации в the Journal of Great Lakes Research).*

Пилотное спутниковое исследование влияния прохождения глубоких полярных циклонов на пространственно-временную динамику биомассы фитопланктона в Арктике

П.А. Голубкин, аспирант

к.ф.-м.н. Л.П. Бобылев

д.ф.-м.н., проф. Д.В. Поздняков

Е.А. Морозов, аспирант

к.ф.-м.н. Е.В. Заболотских (Фонд «Нансен-центр»/РГГМУ)

В спектре последствий влияния на окружающую среду глобальных климатических изменений существенное значение приобретают наблюдаемые вариации в скорости и валовых показателях

первичной продукции в Мировом океане, и, как следствие, серьезные изменения в водных экосистемах различных пространственных масштабов. В частности, для низкоширотных районов Атлантического и Тихого океанов было показано, что глубокие барические образования влекут за собой возрастание биомассы фитопланктона по траектории своего передвижения. Резонно ожидать, что аналогичный эффект должен возникать и в Северном Ледовитом океане, хотя для последнего и характерен довольно низкий общий уровень первичного продуцирования. Однако, насколько нам известно, на основе спутниковых наблюдений документальных подтверждений этому не существует.

Настоящее пилотное исследование, финансируемое РФФИ, проводится в рамках [российско-китайского двухстороннего проекта](#). Методологически, по данным базы данных NCEP/NCAR выявляются траектории прохождения циклонов над Баренцевым морем (БМ) в течение вегетационного периода. При этом по данным QuikSCAT определяется поле силы ветра, а по данным SeaWiFS и MODIS восстанавливается пространственно-временная динамика концентрации хлорофилла (ХЛ) фитопланктона в приповерхностном слое вдоль траектории циклона, а также температуры поверхности моря (ТПМ) по данным MODIS. Некоторые из полученных результатов продемонстрированы в настоящем отчете на примере глубокого циклона, проследовавшего 15 мая 2003 года над БМ. На рис. 11 показано поле ветра приводного ветра на стадии выхода циклона с суши на БМ.

Рис. 12 иллюстрирует на 15 мая 2003 года изменения, происходившие в поле концентрации ХЛ по траектории прохождения циклона над БМ для двух временных интервалов: за четыре дня до прохождения циклона (а) и пять дней после его прохождения над регионом наблюдения (см. рис. 12).

Из рис. 12а,б очевидно, что концентрация ХЛ существенно возросла через пять дней после прохождения циклона (схематически произошедшие изменения в поле ХЛ и ТПМ представлены на рис. 13).

Таким образом, впервые было обнаружено и количественно оценено влияние на динамику морской первичной продуктивности циклонической деятельности в Арктическом бассейне на примере БМ. Было обнаружено, что а) усиление концентрации ХЛ под влиянием проходящего глубокого циклона существенно ниже, чем это имеет место в морских акваториях низких широт, и б) характерное время запаздывания реакции интенсификации первичного продуцирования фитопланктоном составляет пять дней в отличие от ~3 дней, типичных для акваторий низких широт. Указанные отличия, по-видимому, обусловлены менее благоприятными условиями для первичного продуцирования в Арктике, а именно, более низкими уровнями приходящей солнечной радиации и более низкой температурой воды.

Характер вариации ТПМ, ассоциируемых с прохождением циклона, резко отличается от того, как это происходит в низкоширотных морских акваториях: вместо наблюдаемого там снижения температуры после прохождения циклона, в БМ наблюдается ее повышение. Мы полагаем, что вызванное проходящим циклоном повышение ТПМ обусловлено на первом этапе подъемом более теплых и

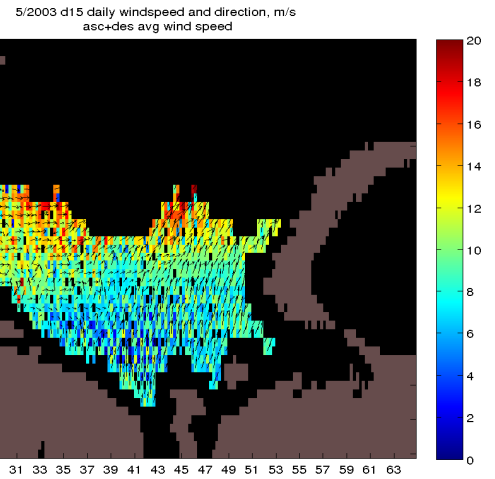


Рис. 11. Поле приводного ветра на 15 мая 2003 года в районе южной части БМ на момент выхода циклона с суши на морскую акваторию. Цветная шкала в единицах $м\cdot с^{-1}$. Вертикальная и горизонтальная шкалы – в градусах широты и долготы, соответственно

соленых заглубленных атлантических вод по действием турбулентного вертикального перемешивания, а на последующей стадии горизонтальной адвекцией поверхностных атлантических вод (которые теплее арктических) в зону трека проходящего циклона, благодаря периферийным ветрам этого циклона.

Таким образом, наше пилотное исследование свидетельствует, что в Арктике, как и в низких широтах, глубокие циклоны способны модулировать пространственно-временную динамику первичной продуктивности морских экосистем.

Приведенные результаты – лишь начальная фаза большого исследования, которое будет охватывать временное промежутком 2003-2012 годов и будет направлено на детализацию и численную оценку метеорологических и гидродинамических механизмов, ответственных за происходящими экосистемными изменениями под действием глубоких циклонов в БМ.

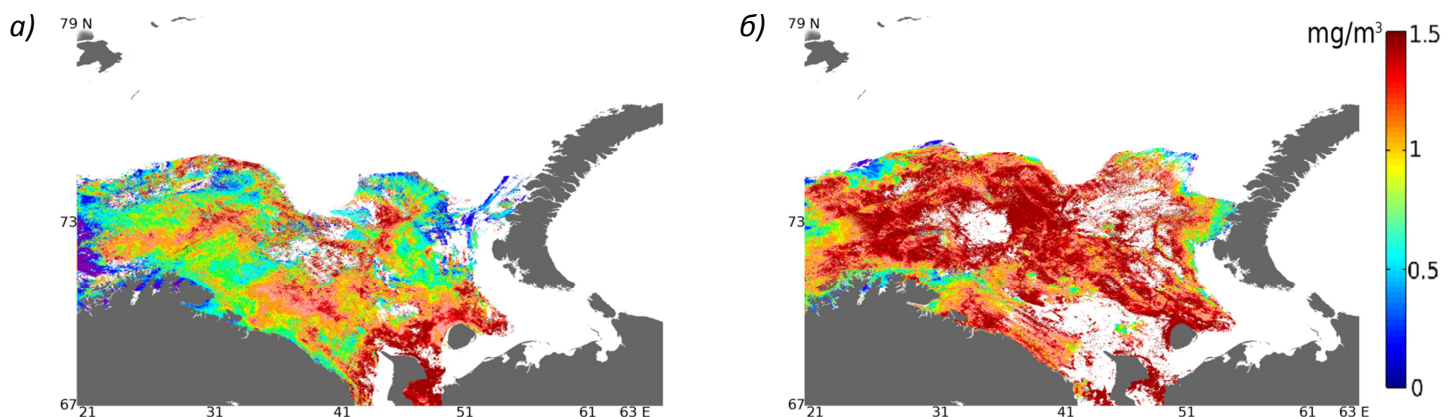


Рис. 12. Динамика поля концентрации ХЛ ($мг\cdot м^{-3}$) в районе выхода циклона на акваторию БМ 15 мая 2003 года: а) за 4 дня до выхода циклона на акваторию БМ и б) по истечении 5 дней с момента его ухода из области наблюдения. Вертикальная и горизонтальная оси – в градусах широты и долготы, соответственно

Приведенные результаты пилотного исследования суммированы в главе **Bobylev L., D. Tang, D. Pozdnyakov, E. Zabolotskikh, P. Golubkin, D. Petrenko, E. Morozov.** A pilot satellite-based investigation of the impact of a deep polar cyclone propagation on the phytoplankton chlorophyll spatial and temporal dynamics in the Arctic Ocean, в кн.: *Typhoon Impacts and Crisis Management*, Springer, 2012 (в печати).

Прикладные метеорологические и океанографические исследования

Дрейф льда в Северном Ледовитом океане на фоне макросиноптических процессов

к.г.н. В.А. Волков

Д.М. Демчев, аспирант

к.г.н. А.Я. Коржилов (АНИИ)

В рамках проекта MAIRES – «Мониторинг арктических материковых и морских льдов с использованием российских и европейских спутников» (Monitoring Arctic land and sea Ice using Russian and European

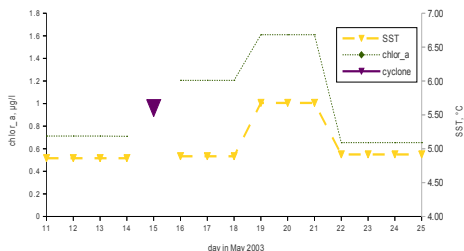


Рис. 13. Схематическое представление изменений ТПМ и ХЛ как результат прохождения циклона над БМ 15 мая 2003 года

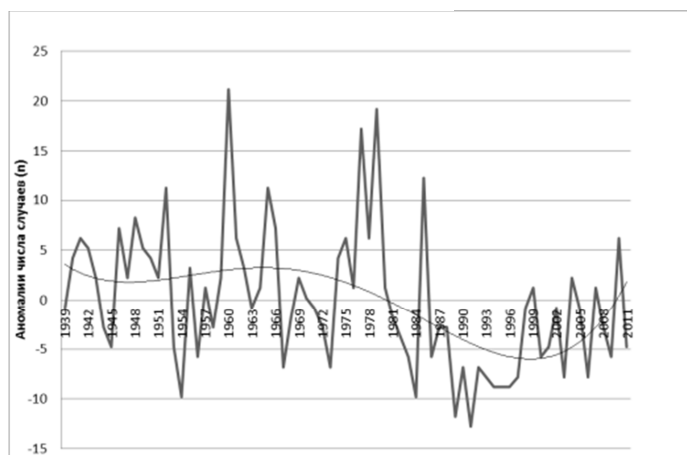


Рис. 14. Средние годовые аномалии повторяемости синоптических процессов группы В (период 1939-2011 годов)

Satellites - MAIRES, FP7-SPACE-2010-1, 2011-2014 годы) выполняется анализ изменчивости полей дрейфа льда в Северном Ледовитом океане на рубеже XX и XXI веков, приблизительно за последний двадцатилетний период. В качестве исходных данных были использованы наборы ежедневных полей дрейфа в узлах регулярных сеток с пространственным разрешением около 30 км, подготовленные на основе анализа данных спутникового дистанционного зондирования. Один из этих наборов данных (для зимнего периода с 2002 года по настоящее время) был подготовлен институтом IFREMER (Франция), другой (с 1998 года по настоящее время, как для летнего, так и зимнего сезонов) – Национальным центром по морскому льду (США). На основе этих данных был создан специализированный архив как часть океанографической информационной системы **MyOcean** и разработано специальное программное обеспечение для систематизации и статистического анализа данных.

Для анализа сезонной и межгодовой изменчивости полей дрейфа был применен векторно-алгебраический метод, впервые адаптированный нами для задач валидации модельных векторных полей и анализа изменчивости полей дрейфа при выполнении проекта **MyOcean европейской Седьмой рамочной программы (FP7-SPA.2007.1.1.01)**, связанного с разработкой усовершенствованных функций для существующей Глобальной системы мониторинга окружающей среды (GMES) и системы соответствующего предоперационного обслуживания пользователей системы. Векторно-алгебраический метод был разработан и развивается под руководством проф. В.А. Рожкова (Санкт-Петербургский государственный университет). Метод позволяет существенно сжимать исходную информацию и наиболее адекватно описывать временные векторные ряды натуральных и модельных данных

ограниченным набором статистических характеристик в инвариантной форме. Результаты такого статистического анализа позволяют детально описывать изменчивость полей дрейфа и выделять зоны с различной динамикой, оценивать интенсивность выносных потоков или степень развития замкнутых циркуляционных систем в различные периоды.

Совместный анализ данных о дрейфе и макросиноптических процессах в современную эпоху потепления показывает определяющую роль атмосферной циркуляции в формировании ледовых условий. На первом этапе исследований выполнен анализ сопряженности вариаций полей дрейфа с различными типами полей элементарных синоптических процессов (ЭСП) в Арктике. Исследования выполнялись в рамках классификации макросиноптических процессов в Арктике, разработанной в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (АНИИ), которая положена в основу методики долгосрочного прогнозирования синоптических условий. Классификация включает 26 типовых ЭСП, распределенных на шесть групп (А, Б, В, Г, Д и К). Установлено соответствие между преобладающими типами атмосферной циркуляции и определенными свойствами полей дрейфа. Так, по степени влияния на процесс ледообразования в Арктике особо выделяются ЭСП, относящиеся к группе Б. Для процессов этой группы характерно развитие антициклонического поля над большей частью Арктического бассейна, отсутствие мощной адвекции теплых воздушных масс из умеренных широт, преобладание воздушных потоков с восточной составляющей и минимальное развитие облачности. В этом случае складываются максимально благоприятные условия для увеличения ледовитости в Арктическом бассейне. Анализ изменчивости средних годовых аномалий синоптических процессов группы Б с 1939 по 2011 годы (рис. 14) показывает, что годам с максимальной ледовитостью соответствовали существенные положительные аномалии повторяемости антициклонов над всей акваторией Арктического бассейна. В то же время, уменьшение ледовитости происходит на фоне, как правило, отрицательных аномалий повторяемости процессов группы Б.

Вместе с тем, в периоды, когда наблюдалось интенсивное сокращение площади дрейфующего льда, чаще повторялись совсем другие группы синоптических процессов. Так, например, в октябре-апреле с 1997 по 2006 годы получили развитие типовые элементарные синоптические процессы, которые относятся к группе В (рис. 15а), для которой характерно развитие циклонического поля над западной Арктикой и антициклонического – над восточной. Поскольку циклоническая деятельность способствует существенным изменениям дрейфа льда, при преобладании процессов группы В максимальная изменчивость векторов дрейфа должна наблюдаться над западной Арктикой, что и происходит на самом деле. На рис. 15б видно, что в соответствии с преобладающими ЭСП группы В максимальные значения

изменчивости векторов дрейфа льда в холодный период 1997-2006 годов. наблюдались именно в морях западной Арктики и в районе к северу от Шпицбергена.

Постепенный рост повторяемости обширных арктических антициклонов над Арктическим бассейном, отмечающийся после 2000 года, может оказать влияние на последующий рост площади льдов в северной полярной области, что может служить прологом к последующему увеличению площади полярных льдов. Однако эта гипотеза требует дополнительного более детального исследования, которое предпринимается в настоящее время в рамках проекта MAIRES. Весьма интересно также проанализировать сопряженность вариаций арктических ледников с изменениями макросиноптических условий, чему дает возможность выполняемый в настоящее время проект.

Сезонные изменения толщины, возвышения и высоты снега для многолетнего и однолетнего льдов

д.ф.-м.н. В.Ю. Александров

проф. С. Сандвен
(NERSC, Берген, Норвегия)

проф. В.Н. Смирнов (ААНИИ)

проф. В.Т. Соколов (ААНИИ)

Спутниковые радиолокационные альтиметры могут обеспечивать оценки временных и пространственных изменений толщины льда посредством преобразования измерений возвышения льда в толщину в предположении гидростатического равновесия. Сезонные изменения толщины и возвышения многолетнего льда и высоты снега на его поверхности были определены по данным их измерений на дрейфующих станциях Северный Полюс: СП-33 (2004/2005), СП-35 (2007/2008) и СП-37 (2009/2010).

Сезонные изменения этих же параметров однолетнего льда были получены по данным измерений во время дрейфа ледокола Седов в 1937-1939 годах.

В период с декабря по март среднее приращение толщины льда составило 2,3 и 2,5 см/декаду для СП-33 и СП-37 и 4 см/декаду для СП-35, что меньше типичного значения 5 см/декаду для этого периода (рис. 16). Высота снега на многолетнем льду постоянно увеличивалась, начиная с осени, и достигла 60 см в мае 2005 года, 47 см в апреле 2008 года и 43 см в феврале 2010 года

(рис. 17), превышая во всех случаях средние климатические значения. Высота снега на многолетнем льду во всех случаях существенно превышала высоту снега на однолетнем льду. Возвышение однолетнего льда стабильно возрастало зимой 1937/1938 года из-за увеличения толщины льда и сравнительно небольших изменений высоты снега. Измерения на СП-33, СП-35 и СП-37 не выявили устойчивого сезонного увеличения возвышения многолетнего льда, но показали их существенные вариации. В зимний период отношение толщины льда к его возвышению для многолетнего льда превышало данное отношение для однолетнего льда в большинстве случаев.

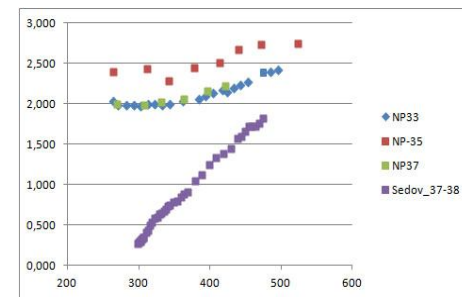


Рис. 16. Сезонные изменения толщины многолетнего и однолетнего льдов

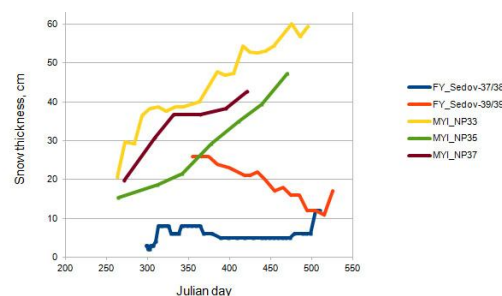


Рис. 17. Сезонные изменения высоты снега на многолетнем и однолетнем льдах

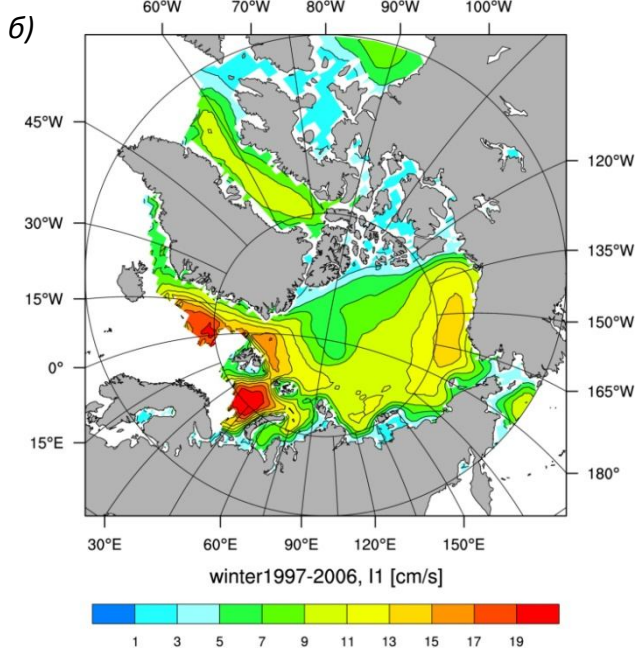
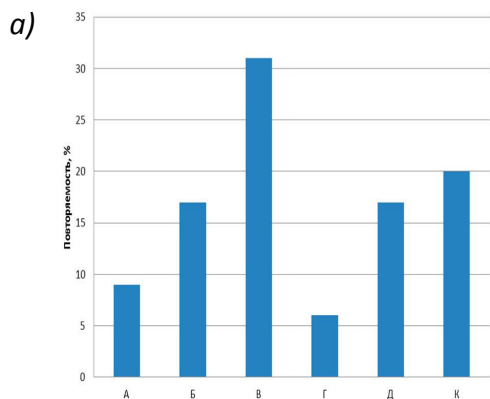


Рис. 15. Повторяемость групп синоптических процессов и изменчивость вектора дрейфа льда (распределение средних многолетних значений линейного инварианта I_1) в октябре-апреле с 1997 по 2006 годы

Классификация морских льдов по данным радиолокатора с синтезированной апертурой

к.ф.-м.н. Н.Ю. Захваткина

д.ф.-м.н. В.Ю. Александров

проф. О.М. Йоханнессен
(NERSC, Берген, Норвегия)

проф. С. Сандвен
(NERSC, Берген, Норвегия)

В 2011-2012 годах Нансен-центром разрабатывались методы автоматизированной обработки изображений, получаемых радиолокатором с синтезированной апертурой (РСА), для быстрой и объективной классификации типов морского льда. В рамках международных проектов SIDARUS и MAIRES для решения задачи автоматизированной классификации морских льдов центральной Арктики использован алгоритм, основанный на модели нейронных сетей (НС), и алгоритм на основе метода Байеса.

Основным параметром РСА-изображений является определяемая удельная эффективная площадь рассеяния (УЭПР) морского льда. Значения УЭПР различных типов морского льда в С-диапазоне на ГГ-поляризации могут значительно перекрываться, и использование в процедуре автоматической классификации только значений УЭПР не позволяет однозначно выделить различные виды льдов. Их разделение улучшается путем использования текстурных признаков РСА-изображения. Эти данные, вместе со

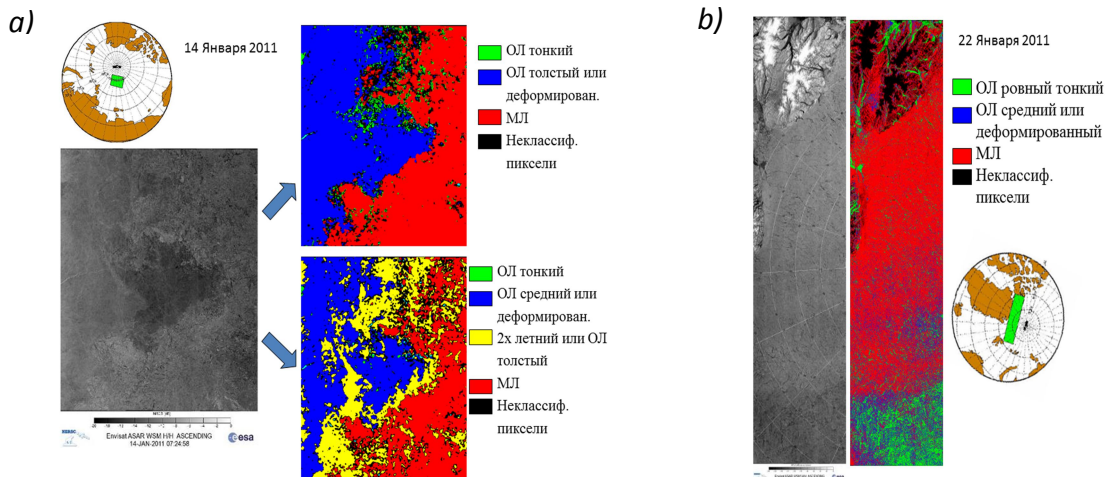


Рис. 18. Фрагмент изображения ENVISAT ASAR (IT-поляризация): а) исходное PCA-изображение, 14 января 2011 года, и результат автоматизированной классификации этого изображения алгоритмом НС; б) исходное PCA-изображение, 22 января 2011 года, и результат классификации этого изображения с использованием метода Байеса; в) исходное PCA-изображение, 30 января 2011 года, и результат автоматизированной классификации этого изображения алгоритмом НС на два класса: лед и вода

значениями УЭПР, были использованы в качестве входных признаков для создания, обучения и определения параметров НС. При обучении НС использовался алгоритм с обратным распространением ошибки. Разработан и протестирован НС-алгоритм автоматизированной классификации морского льда по PCA-изображениям в районах Центральной Арктики в холодный период года.

Байесовский алгоритм автоматизированной классификации морских льдов использует попиксельный подход. Для его применения необходимо знать условные плотности распределения и априорные вероятности разделяемых морских льдов. Значения априорной вероятности появления многолетнего льда (МЛ), ровного однолетнего льда (ОЛ) и деформированного ОЛ и в Центральной Арктике оценивались исходя из знания о ледовых условиях данного района, и были выбраны равными 0,9, 0,05 и 0,05 соответственно. Условные плотности распределения значений УЭПР этих льдов были получены по PCA-изображениям ENVISAT. Метод Байеса использует только значения УЭПР (рис. 18).

Результаты классификации серии PCA-изображений, полученных в центральной части Северного Ледовитого океана в течение зимних месяцев, оценивались по данным экспертного анализа изображений и ледовым картам. Эти исследования обобщены в статье: *Zakhvatkina N.Y., V.Y. Alexandrov, O.M. Johannessen, S. Sandven, I.Y. Frolov. Classification of sea ice types in ENVISAT Synthetic Aperture Radar images. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, doi:10.1109/TGRS.2012.2212445 (в печати).*

Экономико-математическое моделирование

к.ф.-м.н. Д.В. Ковалевский
О.Ю. Романова, аспирантка
проф. Клаус Хассельманн
(MPI-M, Германия/ GCF)

В рамках трех исследовательских проектов, поддержанных РФФИ (№10-06-00238, №10-06-00369 и №12-06-00381), разработан ряд экономико-математических моделей для различных областей экономической теории (микроэкономика, теория экономического роста, экономика изменений климата).

Динамика цен в PI-регулируемой модели Скарфа

Контрпример Скарфа – это теоретическая модель общего равновесия обменной экономики, демонстрирующая, в противовес традиционным моделям, глобальную неустойчивость по отношению к возмущениям вектора цен. В работе А. Кумара и М. Шубика (2004) выполнено численное исследование модифицированного контрпримера Скарфа с

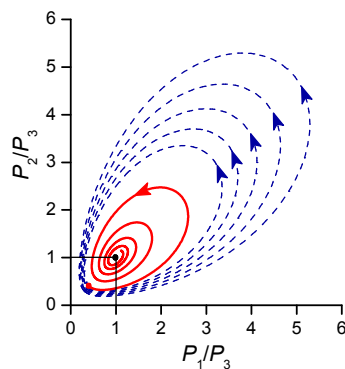


Рис. 19. Глобальная неустойчивость модели Скарфа с вальрасовским механизмом уравнивания спроса и предложения (пунктирные синие траектории) и сходимости к равновесию в модели с PI-механизмом (сплошная красная траектория)

заменой традиционного (вальрасовского) механизма уравнивания спроса и предложения пропорционально-интегральным механизмом (PI-механизмом). Вслед за теоретическим анализом устойчивости линейаризованной многомерной PI-регулируемой модели Скарфа, выполненным нами в 2010 году, исследована нелинейная устойчивость данной версии модели, выявлена зависимость режимов

устойчивости/неустойчивости движения в пространстве цен, наблюдавшихся Кумаром и Шубиком в численных экспериментах, от начальных условий (рис. 19).

Модель совокупной оценки с растущей нормой износа капитала

На основе неоклассической АК-модели экономического роста в 2011 году разработана экономико-климатическая модель, в которой отрицательная обратная связь в системе «экономика–климат» параметризуется путем введения растущей в ходе глобального потепления нормы износа капитала. Это отличает предложенную модель от большинства моделей совокупной оценки, в которых, как правило, влияние изменения климата на экономику учитывается путем введения функции климатического ущерба, снижающего эффективный выпуск. В качестве климатического модуля выбрана модель, применявшаяся в работе А. Грайнера (2005). Моделировался базовый сценарий (“business-as-usual”) в отсутствие целенаправленной политики по смягчению антропогенных изменений климата. Показано, что предложенная модель совокупной оценки характеризуется наличием «пределов роста», и с течением времени экономико-климатическая система стремится к стационарному состоянию (рис. 20). Подробнее см.: *Ковалевский Д.В. Экономико-климатическая модель с растущей нормой амортизации производственных фондов // НТВ СПбГУ, 2011, №6, с. 218-221.*

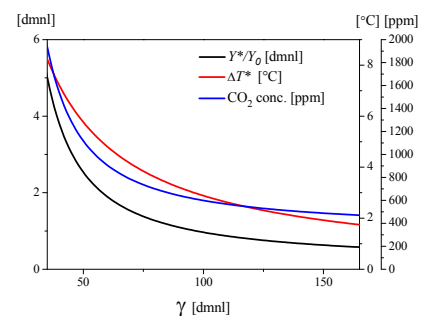


Рис. 20. Зависимость стационарных значений безразмерного выпуска (черная кривая), прироста среднеглобальной температуры (красная кривая) и концентрации CO₂ в атмосфере (синяя кривая) от безразмерной чувствительности нормы износа капитала к росту температуры в модели совокупной оценки с одним регионом

ПУБЛИКАЦИИ

2011

Статьи в международных рецензируемых журналах и рецензируемых журналах РАН

Морозов Е.А., Анискина О.Б., Поздняков Д.В., Петтерссон Л.Х., Сычев В.И., Грассл Х. Автоматическая идентификация и оконтуривание цветений *Lepidodinium chlorophorum* по данным MODIS-Aqua// *Исследование Земли из космоса*, 2011, №2, с. 49-59

Bobylev L., E. Zabolotskikh, L. Mitnik, M. Mitnik. Arctic polar low detection and monitoring using atmospheric water vapor retrievals from satellite passive microwave data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2011, Vol. 49, No. 9, pp. 3302-3310

Kudryavtsev V., V. Makin. Impact of ocean spray on the dynamics of the marine atmospheric boundary layer. *Boundary-Layer Meteorology*, 2011, Vol. 140, Iss. 3, pp. 383-410

Главы в монографиях

Александров В.Ю. Определение толщины льда с помощью спутниковых альтиметров. – Разд. 3.4.3 в кн.: Смирнов В.Г. (ред.). *Спутниковые методы определения характеристик ледяного покрова морей*. – СПб.: ААНИИ, 2011, с. 143-153

Александров В.Ю., Захваткина Н.Ю. Использование математических методов обработки изображений при дешифрировании видов льда по данным PCA. – Разд. 3.2 в кн.: Смирнов В.Г. (ред.). *Спутниковые методы определения характеристик ледяного покрова морей*. – СПб.: ААНИИ, 2011, с. 110-130

Бобылев Л.П., Йоханнесен О.М., Шалина Е.В., Александров В.Ю., Сандвен С. Изменение ледяного покрова Северного Ледовитого океана в конце XX — начале XXI веков по данным спутникового зондирования и других видов измерений. – В кн.: Фролов И.Е. (ред.). *Океанография и морской лед*. – М.–СПб.: ООО Паулсен, 2011, с. 338-356

Ковалевский Д.В. Роль государства в смягчении изменений климата: вопросы теории, отечественный и зарубежный опыт. – Разд. 9.1 в кн.: Шопенко Д.В. (ред.). *Проблемы развития региона в условиях модернизации экономики*. – СПб.: СПбГИЭУ, 2011, с. 242-256

Смирнов В.Г., Александров В.Ю. Методы оценки дрейфа льда по данным дистанционного зондирования. – Разд. 3.5 в кн.: Смирнов В.Г. (ред.). *Спутниковые методы определения характеристик ледяного покрова морей*. – СПб.: ААНИИ, 2011, с. 154-158

Смирнов В.Г., Лоцилов В.С., Александров В.Ю. Определение сплоченности льдов по данным спутниковых радиолокаторов. – Разд. 3.3.1 в кн.: Смирнов В.Г. (ред.). *Спутниковые методы определения характеристик ледяного покрова морей*. – СПб.: ААНИИ, 2011, с. 131-134

Смирнов В.Г., Фролов И.Е., Бушуев А.В., Бычкова И.А., Григорьев А.В., Захваткина Н.Ю., Лоцилов В.С., Степанов В.В., Бобылев Л.П., Александров В.Ю. Возможности методов

дистанционного зондирования как надежного источника получения оперативной объективной информации о состоянии ледяного покрова морей полярных областей. – В кн.: Фролов И.Е. (ред.). *Океанография и морской лед*. – М.–СПб.: ООО Паулсен, 2011, с. 50-69

Johnsen G., M.A. Moline, L.H. Pettersson, D.V. Pozdnyakov, J. Pinckney, E.S. Egeland, O.M. Schofield. Optical Monitoring of Phytoplankton Bloom pigment signatures. Chapter 4 in: *Phytoplankton Pigments in Oceanography*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2011, pp. 538-581

Статьи в других рецензируемых журналах

Ковалевский Д.В. Экономико-климатическая модель с растущей нормой амортизации производственных фондов// *Научно-технические ведомости СПбГПУ*, Сер.: *Экономические науки*, 2011, № 6, с. 218-221

Смирнова Ю.Е., Заболотских Е.В., Бобылев Л.П., Сычев В.И. Исследование полярных циклонов в Балтийском море методами спутникового дистанционного зондирования// *Ученые записки РГГМУ*, 2011, №21, с.95-106

Kovalevsky D.V. Macroeconomic dynamics modeled in SDEM-2: Can self-interested business prefer stagnation to growth? *Business-Inform (Kharkiv, Ukraine)*, 2011, No. 5(1), pp. 14-17

Kovalevsky D.V. Price adjustment mechanisms ensuring the stability of equilibrium in a multidimensional version of Scarf's model. *Business-Inform (Kharkiv, Ukraine)*, 2011, No. 6, pp. 91-92

Труды конференций

Ковалевский Д.В. Региональный налог на выбросы парниковых газов как инструмент повышения энергоэффективности экономики// *Материалы Всероссийской конференции «Моделирование в задачах городской и региональной экономики»*, Санкт-Петербург, 24-25 октября 2011 года, с. 98-100

Ковалевский Д.В., Бобылев Л.П., Анискина О.Г. Зарубежный опыт введения региональных и муниципальных налогов на выбросы парниковых газов// *Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы управления экономикой региона»*, Санкт-Петербург, 22 апреля 2011 года, с. 56-59

Ковалевский Д.В., Ковалевская Л.Д. Региональная экономика и стохастические модели: агент-ориентированный подход// *Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы управления экономикой региона»*, Санкт-Петербург, 22 апреля 2011 года, с. 52-55

Петренко Д., Заболотских Е.В., Поздняков Д. Количественная оценка годовой продукции кокколитофорами неорганического углерода в Арктическом океане и ее долговременная динамика (2002-2010 гг.) на основе синергетических данных спутниковых датчиков в видимом, инфракрасном и микроволновом диапазонах электромагнитного спектра// *Сборник тезисов докладов IX Всероссийской открытой ежегодной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»*, Москва, 14-18 ноября 2011 года

Петренко Д., Поздняков Д., Кунийон Ф., Сычев В. Спутниковое исследование многолетней изменчивости первичной продуктивности в Арктическом бассейне// *Материалы конференции «Изменения климата в полярных и субполярных регионах»*, Москва, 17-19 мая 2011 года

Смирнова Ю.Е., Заболотских Е.В., Бобылев Л.П. Исследование полярных циклонов в Балтийском море методами дистанционного зондирования// *Восьмой Балтийский научный конгресс, Санкт-Петербург, РГГМУ, 22-26 августа 2011 года*, с. 346

Смирнова Ю.Е., Заболотских Е.В., Бобылев Л.П., Сычев В.И. Синергетический подход к исследованию мезомасштабных атмосферных процессов Арктического региона// *Сборник тезисов докладов IX Всероссийской открытой ежегодной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»*, Москва, 14-18 ноября 2011 года, с. 220

Сычев В.И., Евграфова К.Г., Смирнова Ю.Е. Вихри и неоднородности Гольфстрима по спутниковым данным в видимом и инфракрасном диапазоне// *Тезисы II Международной научно-практической конференции «Геоисистемы: Факторы развития, рациональное природопользование, методы управления»*, Туапсе, 4-8 октября 2011 года. Краснодар: Издат. дом «Юг», с. 206-207

Bobylev L.P., V.A. Volkov, V.N. Kudryavtsev, D.V. Pozdnyakov, V.Y. Alexandrov, E.V. Zabolotskikh, O.M. Johannessen, S. Sandven. Methodologies and tools for analysis of satellite information for monitoring of natural conditions for support of industrial activity in the ice-covered and other seas. *Abstracts of the First Open International Conference "Advanced assessment methods of changing in geophysics, ecosystems and technological processes in study and natural resources development of the subarctic Okhotomor'e"*, 5-6 April 2011, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Dailidiene I., I. Kozlov, T. Mingelaite. Mapping SST changes in the Baltic Sea Curonian Lagoon with MODIS satellite data. *Abstracts of the 8th Baltic Sea Science Congress*, 22-26 August 2011, St. Petersburg, Russia, p. 344

Kovalevsky D.V. Deterministic and stochastic growth in the Structural Dynamic Economic Model SDEM-2. *XVI International Conference on Dynamics, Economic Growth, and International Trade (DEGIT-XVI)*, 8-9 September 2011, St. Petersburg, Russia, published online: http://www.degit.ifw-kiel.de/papers/folder.2011-09-12_2623700498/c016_043.pdf (34 p.)

Kovalevsky D.V. On the stability of equilibrium in N-dimensional Scarf's counter-example with the proportional-integral-derivative price adjustment mechanism. *Proceedings of the 3rd International Conference "Contemporary problems of socioeconomic systems modeling"*, 7-9 April 2011, Kharkiv, Ukraine, pp. 51-53

Kovalevsky D.V. The Structural Dynamic Economic Model (SDEM-2): System-dynamic simulations vs. optimization approach. *Proceedings of the 3rd International Conference "Contemporary problems of socioeconomic systems modeling"*, 7-9 April 2011, Kharkiv, Ukraine, pp. 54-56

Kozlov I., I. Dailidiene. High resolution satellite SAR winds of the SE Baltic Sea. *Abstracts of the International Conference of Young Scientists "Land-Ocean-Atmosphere Interactions in the Changing World"*, 5-10 September 2011, Vistula Spit, Russia, p. 54

- Kozlov I., I. Dailidiene.** Wind field mapping along the Lithuanian Baltic Sea coast: High resolution SAR wind maps vs. buoy and in situ measurements. *Abstracts of the 8th Baltic Sea Science Congress, 22-26 August 2011, St. Petersburg, Russia*, p. 345
- Kozlov I., I. Dailidiene, T. Mingelaite.** Satellite-based sea surface temperature observations in the SE Baltic Sea and Curonian Lagoon: climatic tendencies and dynamical features. *Abstracts of the International Conference of Young Scientists "Land-Ocean-Atmosphere Interactions in the Changing World"*, 5-10 September 2011, Vistula Spit, Russia, p. 55
- Kozlov I., V. Kudryavtsev, J. Johannessen.** Measuring interior ocean parameters from space: Oceanic internal waves in the Barents Sea. *Abstracts of the International Conference of Young Scientists "Land-Ocean-Atmosphere Interactions in the Changing World"*, 5-10 September 2011, Vistula Spit, Russia, p. 53
- Kozlov I., V. Kudryavtsev, J. Johannessen, B. Chapron, I. Dailidiene, A. Myasoedov.** All-weather satellite observations of marine thermal fronts in the Baltic and Barents Seas. *Abstracts of the International Conference of Young Scientists "Land-Ocean-Atmosphere Interactions in the Changing World"*, 5-10 September 2011, Vistula Spit, Russia, p. 47
- Kozlov I., V. Kudryavtsev, J. Johannessen, I. Dailidiene, A. Myasoedov.** SAR imaging of the coastal upwelling in the Baltic Sea. *Abstracts of the 8th Baltic Sea Science Congress, 22-26 August 2011, St. Petersburg, Russia*, p. 80
- Kuzmina S., O.M. Johannessen, L. Bobylev, G. Alekseev.** Temperature dependence of the Northern Hemisphere sea ice extent: observations and AR4 simulations. *Abstract of the International Conference "Climate Changes in Polar and Subpolar Regions"*, 17-19 May 2011, Moscow, Russia
- Melentyev V.V., V.I. Chernook, K.V. Melentyev, V.A. Alexeev, L.H. Pettersson, P.V. Bednov, A.S. Smirnova, E.M. Andrievskaya, T.G. Zakharova, I.A. Truhanova.** Ice-associated marine mammals of the Gulf of Finland and Ladoga Lake in presence of anthropogenic press and climate change: Development of rehabilitation technology with using satellite SAR and GIS. *Abstracts of the II International Scientific and Practical Conference "Geosystems: development factors, rational nature management, administration methods"*, 4-8 October 2011, Tuapse, Russia; Krasnodar: Publishing House "Yug", 2011, pp. 310-313
- Melentyev V., L.H. Pettersson, K. Melentyev, P. Bednov, T. Zakharova, A. Smirnova, N. Frolova.** Satellite SAR/ASAR comparative investigations of the upwelling zones in the Baltic Sea and other inland water bodies in the interest of regional fisheries. *Proceedings of the XII International Environmental Forum "Baltic Sea Day"*, 21-23 March 2011, St. Petersburg, Russia (on CD)
- Melentyev V.V., L.H. Pettersson, K.V. Melentyev, V.I. Chernook, P.V. Bednov, A.S. Smirnova, V.A. Alexeev, T.G. Zakharova, E.M. Andrievskaya, I.A. Truhanova.** Marine mammals of the Eastern Baltic and Ladoga Lake in presence of Global Change: Development of rehabilitation technology with using satellite SAR and GIS. *Abstracts of the 8th Baltic Sea Science Congress, 22-26 August 2011, St. Petersburg, Russia* (on CD)
- Melentyev V.V., A.S. Smirnova.** The biological active zones and their spatio-temporal variability: Results of complex aerospace monitoring of the Seas White, Greenland and Labrador. *Abstracts of the Summer School "Impact of climate change on resources, maritime transport and geopolitics in the Arctic and the Svalbard area"*, Longyearbyen, Spitsbergen, 21-28 August 2011
- Melentyev V.V., T.G. Zakharova.** Experience of satellite SAR and passive microwave diagnosis of the ice parameters in Spitsbergen Archipelago and surrounding area in nowadays. *Abstracts of the Summer School "Impact of climate change on resources, maritime transport and geopolitics in the Arctic and the Svalbard area"*, Longyearbyen, Spitsbergen, 21-28 August 2011
- Myasoedov A., V. Kudryavtsev, I. Kozlov.** Estimation of wind resources in the Gulf of Finland and Neva Bay with high resolution SAR. *Abstracts of the International Conference of Young Scientists "Land-Ocean-Atmosphere Interactions in the Changing World"*, 5-10 September 2011, Vistula Spit, Russia, p. 56
- Myasoedov A., V. Kudryavtsev, I. Kozlov.** SAR high-resolution mapping of wind field in the Gulf of Finland. *Abstracts of the 8th Baltic Sea Science Congress, 22-26 August 2011, St. Petersburg, Russia*, p. 94
- Petrenko D., D. Pozdnyakov.** A numerical comparison of some models efficiency for quantification from space of primary production in the Arctic's pelagic waters. *Abstracts of the International Conference "Arctic Tipping Points"*, 23-28 January 2011, Tromsø, Norway
- Kudryavtsev V., A. Myasoedov, B. Chapron, J. Johannessen, F. Collard.** Joint sun-glitter and radar imagery of surface slicks. *Remote Sensing of Environment*, 2012, Vol. 120, pp. 123-132, doi:10.1016/j.rse.2011.06.029
- Lebedeva L., O. Semenova.** Evaluation of climate change impact on soil and snow processes in small watersheds of European part of Russia using various scenarios of climate. *Die Bodenkultur – Journal for Land Management, Food and Environment*, 2012, Vol. 62, pp. 77-82
- Morozov E., D. Pozdnyakov, T. Smith, V. Sychev, H. Grassl.** Space-borne study of seasonal and decadal phytoplankton dynamics in the Bay of Biscay. *International Journal of Remote Sensing*, 2012, Vol. 34, No. 4, pp. 1297-1331
- Volkov V.A., N.E. Ivanov, D.M. Demchev.** Application of a vectorial-algebraic method for investigation of spatial-temporal variability of sea ice drift and validation of model calculations in the Arctic Ocean. *Journal of Operational Oceanography*, Vol. 5, No. 2, August 2012, pp. 61-71

Монографии

- Kuznetsov A., I. Melnikova, D. Pozdnyakov, O. Sekourova, A. Vasilyev. *Remote Sensing of the Environment and Radiation Transfer: An Introductory Survey*. Berlin Heidelberg: Springer, 2012, 185 pp.
- Pettersson L.H., D. Pozdnyakov. *Monitoring of Harmful Algal Blooms*. Chichester: Springer-Praxis, 2012, 309 pp.

Главы в монографиях

- Ковалевский Д.В.** Стохастическая агент-ориентированная модель с приложениями к региональной экономике и теории финансовых рынков. – Гл. 17 в кн.: Шопенко Д.В. (ред.). *Основные направления развития региональной социально-экономической политики*. – СПб.: СПбГИЭУ, 2012, с. 299-311

Статьи в других рецензируемых журналах

- Ковалевский Д.В.** АК-модель экономического роста с эндогенным технологическим параметром // *Научно-технические ведомости СПбГПУ, Сер.: Экономические науки*, 2012, №5(156), с. 25-27
- Ковалевский Д.В., Бобылев Л.П.** Эффект эндогенности национальных норм амортизации производственных фондов в регионализованной экономико-климатической модели // *Научно-технические ведомости СПбГПУ, Сер.: Экономические науки*, 2012, №5(156), с. 176-179
- Ковалевский Д.В., Ковалевская Л.Д.** Системно-динамическая версия АК-модели экономического роста // *Вестник ИНЖЭКОНа, Сер.: Экономика*, 2012, Вып. 3(54), с. 178-182
- Петренко Д.А., Поздняков Д.В., Петтерссон Л.Х., Карлин Л.Н.** Оценка адекватности алгоритмов дистанционного определения первичной продукции в Арктическом океане по данным SeaWiFS и MODIS-AQUA // *Ученые записки РГГМУ*, 2012, №24, с. 137-161

Труды конференций

Голубкин П.А., Петренко Д.А., Морозов Е.А., Заболотских Е.В., Бобылев Л.П., Поздняков Д.В. Исследование изменений концентрации хлорофилла «а» в Баренцевом море при прохождении над ним глубоких циклонов// *Труды Десятой Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва: ИКИ РАН, 12-16 ноября 2012 года*

Ковалевский Д.В. Экономико-климатическая модель с эндогенной динамикой карбоноёмкости (глобальная и регионализованная версии)// *Материалы Международной конференции «Математика, экономика, менеджмент: 100 лет со дня рождения Л.В. Канторовича», Санкт-Петербург, 7-9 февраля 2012 года, с. 151*

Ковалевский Д.В., Алексеев Г.В., Кузьмина С.И. Изменения климата Арктики и их последствия для рыболовства и морских перевозок// *Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Стратегические проекты освоения водных ресурсов Сибири и Арктики в XXI веке: концептуальное мышление и идентификация личности», Тюмень, 23 марта 2012 года, т. 1, с. 167-170*

Ковалевский Д.В., Бобылев Л.П. Регионализованная экономико-климатическая модель «Север-Юг» с эндогенными пространственно-зависимыми нормами износа капитала// *Материалы III Всероссийской конференции «Экономический рост, ресурсозависимость и социальное экономическое неравенство», Санкт-Петербург, 22-24 октября 2012 года, с. 103-104*

Ковалевский Д.В., Ковалевская Л.Д. Векторные модели авторегрессии в задачах региональной экономики// *Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы управления экономикой региона», Санкт-Петербург, 24-25 мая 2012 года, с. 294-297*

Ковалевский Д.В., Ковалевская Л.Д. Переменные нормы сбережения и износа капитала в модели регионального экономического роста// *Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы управления экономикой региона», Санкт-Петербург, 24-25 мая 2012 года, с. 298-301*

Лебедева Л.С., Семенова О.М. Совместное моделирование динамики деятельного слоя и процессов формирования стока на примере малых водосборов Колымской водно-балансовой станции// *Труды Десятой Международной конференции по мерзлотоведению, Салехард, Ямало-Ненецкий автономный округ, 25-29 июня 2012 года, т. 3, с. 297-302*

Мелентьев В.В., Мателенок И.В. Изменчивость состояния мерзлых почвогрунтов и других типов подстилающей поверхности Западной Сибири в пространственно-временных координатах: данные спутниковой СВЧ диагностики// *Труды II Всероссийской научной конференции «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды». Санкт-Петербург, 10-12 мая 2012 года. Общая ред. проф. С.С. Суворова. Т. 2, СПб.: Изд-во Военно-*

космической академии им. А.Ф. Можайского, 2012, с. 249-257

Мелентьев В.В., Мателенок И.В. Многолетне- и сезонномерзлые почвогрунты Западной Сибири: методология и практика аэрокосмической дистанционной СВЧ диагностики в пространственно-временных координатах// *Труды II Всероссийских Армандовских чтений – V Всероссийской научной конференции «Радиофизические методы в дистанционном зондировании сред», Муромский институт Владимирского государственного университета. М.: Изд-во РАН, 2012, с. 283-288, ISSN: 2304-0297*

Мелентьев В.В., Мелентьев К.В., Петтерссон Л.Х., Кокиева А.Р. Опыт спутниковой РСА классификации берегов и береговых зон Балтийского моря (на примере берегов шхерного и лагунного типа)// *Труды XIII Международного экологического форума «День Балтийского моря», Санкт-Петербург, 21-23 марта 2012 года (на CD)*

Мелентьев В.В., Мелентьев К.В., Петтерссон Л.Х., Кокиева А.Р. Опыт спутниковой РСА классификации берегов и прибрежных зон (на примере Черного, Азовского и Адриатического морей)// *Труды XXIV Международной Береговой конференции «Морские берега: эволюция, экология, экономика». Туапсе, 1-6 октября 2012 года. М.: Наука, 2012, с. 268-274*

Романова О.Ю., Ковалевский Д.В., Прасолов А.В. Эндогенно управляемая система как модель экономического роста и деловых циклов// *Материалы III Всероссийской конференции «Экономический рост, ресурсозависимость и социально-экономическое неравенство», Санкт-Петербург, 22-24 октября 2012 года, с. 172-173*

Семенова О.М., Лебедева Л.С., Бельдиман И.Н. Расчет инженерных характеристик стока в условиях недостаточности данных гидрометеорологических наблюдений Северо-Востока России// *Труды Десятой Международной конференции по мерзлотоведению, Салехард, Ямало-Ненецкий автономный округ, 25-29 июня 2012 года, т. 3, с. 457-462*

Лебедева Л.С., О.М. Семенова. Estimation of possible changes of active layer depth in North-East of Russia using climate change scenarios and deterministic-stochastic approach. *Abstracts of the Conference “The Arctic as a Messenger for Global Processes – Climate Change and Pollution”, 4-6 May 2011, Copenhagen, Denmark, pp. 28-29*

Melentyev V.V., I.V. Matelenok. Frozen grounds: improved theoretical model of emissivity in microwaves and changing of the parameter in nowadays investigated with using AMSR (62A222). *Abstracts of International Symposium on Seasonal Ice and Snow, International Glaciological Society, 28 May - 1 June 2012, Lahti, Finland (on CD)*

Melentyev V.V., I.V. Matelenok. Methodology of the revealing of spatial and seasonal modification of the parameters of frozen grounds and sea ice with using satellite passive microwave survey. *Abstracts of XV International Glaciological symposium “Past, present and future of the Earth cryo-lithozone”, 3-8 June 2012, Arkhangelsk, Russia (on CD)*

Melentyev V.V., I.V. Matelenok. Permafrost and seasonally frozen grounds in changing climate: revealing of the parameters modification with using

passive microwave survey. *Abstracts of the 3rd International Conference “Space World”, 6-8 November 2012, Frankfurt ad. Main, Germany (on CD)*

Melentyev V.V., S.V. Shipulin, V.I. Chernook, A.N. Vasylyev, V.V. Kuznetsov. Experience of extrapolation of density of pup rookeries the Caspian seals (*Phoca caspica*) based on airborne and satellite survey of the ice cover parameters (2011/12 high severity winter season as example). *Proceedings of the 7th International Conference “Marine Mammals of the Holarctic”, 22-29 September 2012, Suzdal, Russia. Moscow: Publ. House of Marine Mammals Council of Russian Federation, 2012, pp. 126-134*

Petrenko D., E. Zabolotskikh, D. Pozdnyakov, V. Sychev. Quantitative estimation of an annual inorganic carbon production in the Arctic Ocean by coccolithophore during 1998-2010 from synergistic remote sensing data. *Proceedings of the Second International Symposium “Effect of Climate Change on the World’s Oceans” and its associated workshops, 13-20 May 2012, Yeosu, the Republic of Korea, p. 245*

Pozdnyakov D., D. Petrenko, J. Johannessen, F. Counillon. Estimation from space of organic and inorganic production of phytoplankton in the Arctic Ocean. *Proceedings of the ICES Annual Science Conference, 19-21 September 2012, Bergen, Norway (on CD)*

Smirnova J., E. Zabolotskikh, L. Bobylev, V. Sychev. Disastrous phenomenon for oil industry, navigation and fishing in the Arctic region. *Abstracts of the Arctic Frontiers 2012 conference “Energies of the High North”, 22-27 January 2012, Tromsø, Norway, p. 169*

Sychev V., D. Petrenko. Spaceborne investigation of the long-term variations of primary productivity and sea ice conditions in the Arctic Basin. *Proceedings of the Second International Symposium “Effect of Climate Change on the World’s Oceans” and its associated workshops, 13-20 May 2012, Yeosu, the Republic of Korea, p. 246*

Volkov V., D. Demchev, A. Korzhikov. Impact of atmospheric synoptic-scale processes on ice drift in the Arctic. *Abstracts of XV International Glaciological symposium “Past, present and future of the Earth cryo-lithozone”, 3-8 June 2012, Arkhangelsk, Russia (on CD)*

Volkov V., N. Ivanov, D. Demchev. Application of Vectorial-algebraical method for ice drift analysis. *Abstracts of XV International Glaciological symposium “Past, present and future of the Earth cryo-lithozone”, 3-8 June 2012, Arkhangelsk, Russia (on CD)*

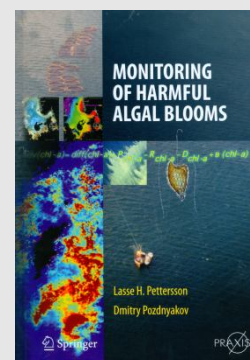
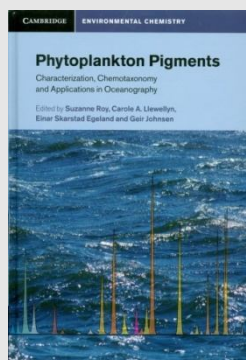
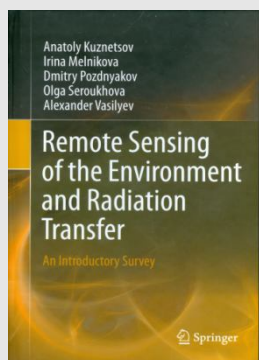
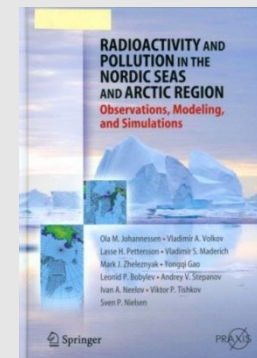
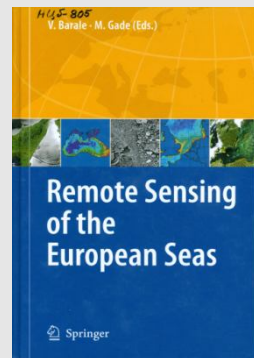
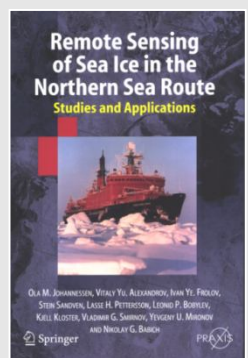
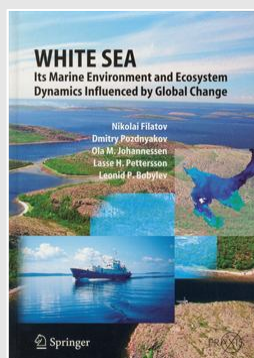
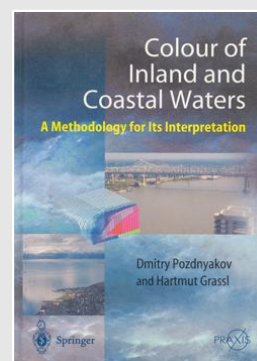
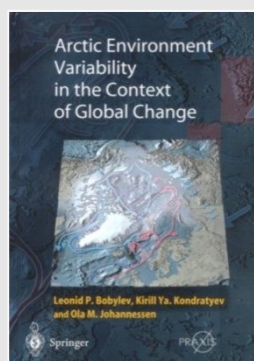
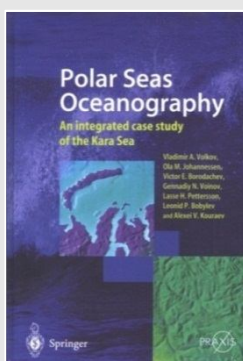
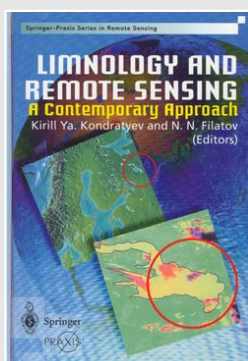
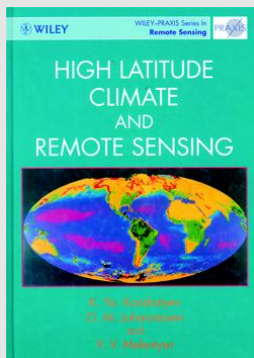
Zabolotskikh E., L. Bobylev. Enhanced techniques for mesoscale cyclone studies using satellite multi-sensor approach. *Geophysical Research Abstracts, Vol. 14, European Geosciences Union General Assembly 2012, 22-27 April 2012, Vienna, Austria, p. 4155*

Zabolotskikh E., B. Chapron, L. Bobylev. New satellite passive microwave retrieval algorithms and their application to study atmospheric phenomena and oceanic parameters. *Proceedings of 2nd International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering (RSETE), 1-3 June 2012, Nanjing, China, pp. 1-4, doi:10.1109/RSETE.2012.6260637*

Монографии, опубликованные Нансен-центром в Санкт-Петербурге

в сотрудничестве с Нансен-центром в Бергене (Норвегия),

Арктическим и Антарктическим научно-исследовательским институтом и другими научными центрами



АДРЕС/КОНТАКТЫ:

Научный фонд «Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию им. Нансена» (Фонд «Нансен-центр», NIERSC)

14-я линия, дом 7, офис 49, Васильевский остров, 199034 Санкт-Петербург, РОССИЯ

Тел.: +7 (812) 324 51 03

Факс: +7 (812) 324 51 02

E-mail: adm@niersc.spb.ru

<http://www.niersc.spb.ru>

Фонд «Нансен-центр» – участник Нансен-группы исследовательских институтов, возглавляемой проф. Олой М. Йоханнесеном и включающей в себя также:



Nansen Environmental and Remote Sensing Center

Bergen, Norway

<http://www.nersc.no>



Nansen Environmental Research Centre

Cochin, India

<http://www.nerci.in>



Nansen-Zhu International Research Centre

Beijing, China

<http://nzc.iap.ac.cn>



Nansen-Tutu Centre for Marine Environmental Research

Cape Town, South Africa

<http://marine.uct.ac.za/nansen-tutu-centre>

NABIC

Nansen International Centre for Coastal, Ocean and Climate Studies

Dhaka, Bangladesh



Nansen Scientific Society

Nansen Scientific Society

Bergen, Norway