

Годовой отчет 2009

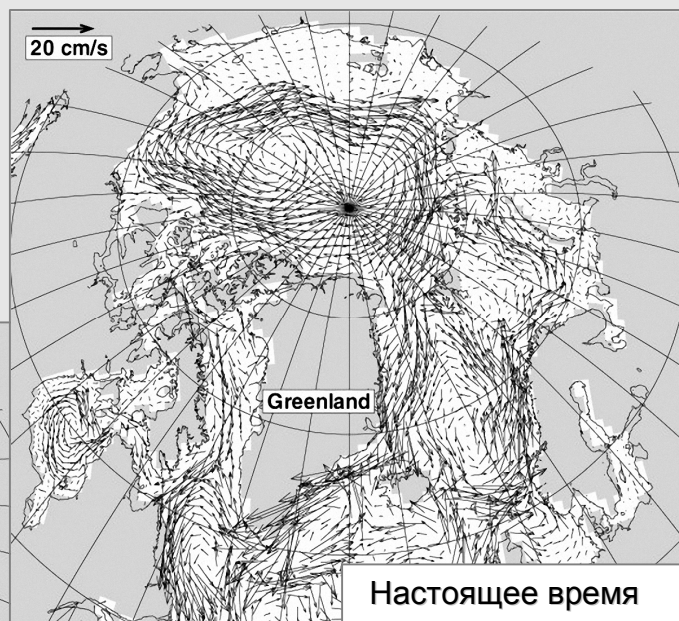
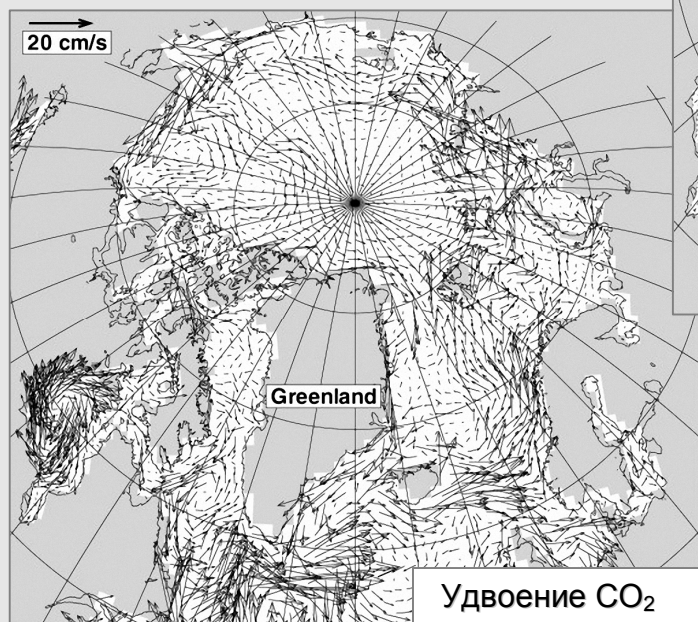
Научный фонд
«Международный центр
по окружающей среде
и дистанционному зондированию
им. Нансена»

(Фонд «Нансен-центр»)

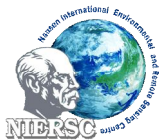
Санкт-Петербург, Россия

Некоммерческий международный научно-исследовательский центр
изучения окружающей среды и климата

Основан в 1992 году



Циркуляция Северного Ледовитого океана
может существенно ослабнуть



Учредители Фонда

Институт водных проблем севера РАН
Карельский научно-исследовательский центр
Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

Исследовательский центр университета Бергена
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. Бобылёв

Ведущая группа Нансен-центра

К.ф.-м.н. Л.П. Бобылёв, директор
Руководитель группы климатических 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. Кудрявцев, 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 Контиен

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 Петтерссон

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

Попечительский совет

Председатель

Проф. Ола М. Йоханнесен

Директор-основатель Центра по окружающей среде
и дистанционному зондированию им. Нансена,
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

Директор Научного центра 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

Отчёт Общего собрания учредителей

Концепция и стратегия

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

Стратегия Фонда неизменно нацелена на развитие Нансен-центра как организации, вносящей существенный вклад в исследования изменений климата и окружающей среды в высоких северных широтах на национальном и международном уровне.

Основные научные направления

- Климатическая изменчивость и изменение 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») – 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 Нансен-центр получает финансирование от учредителей и Нансеновского научного общества.

Нансен-центр основан в 1992 году. 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 законом 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 2009 года штат Нансен-центра состоял из 25 человек, включая основной штат, совместителей и административный персонал. Научный персонал включал в себя 6 докторов наук и 9 кандидатов наук. Дополнительно в составе Нансен-центра состояло 10 аспирантов.

Публикации

В 2009 году сотрудниками Нансен-центра было опубликовано 48 научных работ, включая одну главу в монографии, 7 статей в рецензируемых журналах, 5 – в нерцензируемых журналах и 35 – в трудах конференций (полный список публикаций приведен в конце Отчета, с. 10-11).

Симпозиум

8-9 октября 2009 года в сотрудничестве с Центром исследования окружающей среды им. Нансена (NERCI, Индия) в Кочине (шт. Керала, Индия) был организован и проведен Индо-российский симпозиум по региональным изменениям климата.

Нансеновская программа поддержки аспирантов

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

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.

18 июня 2009 года **Н.Ю. Захваткина (Пиотровская)** защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему: «Идентификация морских льдов Северного Ледовитого океана по данным радиолокатора с синтезированной апертурой» в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (научные руководители: д.г.н., проф. И.Е. Фролов, к.ф.-м.н. В.Ю. Александров, проф. О.М. Йоханнесен, проф. С. Сандвен; см. раздел, подготовленный по материалам диссертации, в Научном отчете, с. 9).

Начиная с 1997 года, в рамках Программы защитили диссертации 20 аспирантов.

Национальная и международная деятельность

Нансен-центр на протяжении долгого времени 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, Германия, Финский институт морских

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

Научные проекты

Ниже приведен список научных проектов, выполненных в Нансен-центре в 2009 году. Большинство из них были выполнены в тесном сотрудничестве с другими национальными и международными научными институтами.

Завершенные проекты

Разработка элементов системы спутникового мониторинга нефтяных пленок, предназначенной для изучения Черного/Каспийского/ Карского/ Баренцева морей (INTAS-ESA DEMOSSS, 2007-2009)

Оценка поступления углерода в Северный Ледовитый Океан со стоками рек по данным MERIS (INTAS-ESA MACRO, 2007-2009)

Мониторинг морской среды в России, Украине и Казахстане по данным PCA (MONRUK, EU FP6, 2006-2009)

Цвет океана (IFREMER, 2008-2009)

PCA-океан (IFREMER, 2008-2009)

Представление системы мониторинга морского льда и айсбергов (Shtokman Development AG, 2008-2009)

Спутниковые продукты параметров качества вод для Каспийского и Азовского морей (НЦ ОМЗ/Роскосмос, федеральный бюджет 2009)

Моделирование динамики производства потребительских товаров и деловых циклов в системе моделей MADIAMS (Система мульти-акторных динамических моделей совокупной оценки) (Нансеновское научное общество, 2009)

Моделирование динамики климата Санкт-Петербурга в XXI веке на основе объединенной экономико-климатической модели совокупной оценки (Администрация Санкт-Петербурга, 2009)

Текущие проекты

Разработка системы моделирования и наблюдений Арктики для долговременных исследований окружающей среды (DAMOCLES, EU FP6, 2006-2010)

Реакция арктической и субарктической климатической и экологической системы на раннее потепление XX века (ARCWARM, Норвежский Исследовательский Совет, 2007-2011)

Декартовская программа (EU премия Декарта, 2007-2011)

Морские ресурсы Баренцева моря: мониторинг по спутниковым данным в целях повышения коммерческой эффективности рыбного промысла (MAREBASE, Норвежский Исследовательский Совет, 2008-2010)

Новые проекты

MyOcean (EU FP7 GMES, 2009-2012)

Оценка чувствительности береговой динамики в Арктике к климатическим изменениям (Helmholtz Gemeinschaft, 2009-2012)

Новые направления исследований

В 2009 году в Нансен-центре начаты исследования по ряду новых направлений:

- Социально-экономические исследования во взаимосвязи с изменениями климата. Создание социально-экономической группы
- Изучение вечной мерзлоты:
 - Моделирование эмиссии метана при таянии вечной мерзлоты (положительная обратная связь в климатической системе)
 - Исследование вечной мерзлоты методами спутникового дистанционного зондирования
- Изучение полярных циклонов с помощью спутникового дистанционного зондирования

Планы на 2010 год

В 2010 году сотрудники Нансен-центра будут стремиться к дальнейшему увеличению числа публикаций в рецензируемых журналах. Большое внимание будет уделено своевременному и подробному освещению научных результатов, полученных аспирантами, в публикациях в международных рецензируемых журналах.

Продолжая интенсивную исследовательскую работу в рамках международных проектов, коллектив Нансен-центра будет стремиться более активно участвовать в исследованиях на национальном уровне.

Санкт-Петербург, 13 апреля 2010 года

Жан-Пьер Контцен, 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

Ола М. Йоханнесен, Нансен-центр, Берген, *Председатель Попечительского совета*

Леонид Бобылев, *Директор*

Научный отчет

Многолетний лед в Арктике: современное состояние

К. ф.-м. н. Е.В. Шалина

Проф. С. Сандвен (Нансен-центр, Берген, Норвегия)

Спутниковые измерения в микроволновом диапазоне, начавшиеся в октябре 1978 года с использованием радиометра SMMR, продолженные в 1987 году с использованием прибора SSM/I и продолжающиеся по сей день благодаря запущенному недавно на борту спутника F17 серии DMPS прибору SSMIS, предоставляют уникальную возможность мониторинга ледяного покрова Арктики. В Нансен-центре для расчета сплоченности арктических льдов мы используем алгоритм NORSEX.

В последнее время в Арктике наблюдаются существенные изменения, одним из наиболее значимых из которых является сокращение многолетних льдов. Заметим, что наблюдение за многолетними льдами с использованием пассивных микроволновых наблюдений осложняется проблемой появления ошибок при разделении классов однолетнего и многолетнего льда. Однако использование данных скаттерометра QuikSCAT позволяет разделить классы и тем самым решить проблему. Данные указанного скаттерометра доступны, начиная с июля 1999 года, однако, к сожалению, они перестали поступать 24 ноября прошлого года из-за поломки антенны, что лишило нас очень важного источника данных для исследования многолетних льдов.

Оценивая изменение площади многолетних льдов за весь период спутниковых пассивных микроволновых наблюдений, мы опираемся на данные, полученные для ноября месяца (начало арктической зимы), когда упомянутые ошибки разделения многолетних и

однолетних льдов минимальны. Для указанного месяца площадь многолетних льдов уменьшалась в среднем на $12.7 \pm 1.8\%$ за декаду, что дает оценку сокращения этой площади за весь период наблюдения чуть более 40%.

Совместная обработка данных скаттерометра и пассивных микроволновых наблюдений позволяет проследить изменения многолетних льдов в течение зимы. Наиболее впечатляющие изменения наблюдались в 2007 году, когда площадь многолетнего льда сократилась к концу зимы очень значительно, а в течение весны не произошло сколько-нибудь значительного нарастания однолетнего льда, что привело к уникально малой площади сентябрьского льда в указанном году. За следующие два года многолетний лед не мог восстановиться и в итоге, хотя площадь ледяного покрытия Арктики в сентябре 2009 года была больше наблюдавшихся в 2007 и 2008 годов, эта площадь была существенно меньше средней за весь период наблюдений и, что наиболее важно, в Арктике осталось мало старого льда, имеющего значительную толщину (см. рис. 1). *Данная работа опубликована в (Шалина, 2009) – эту и нижеследующие ссылки см. в разделе «Публикации» на с. 10-11.*

Развитие методов изучения мезомасштабных циклонов с использованием спутниковых данных

К. ф.-м. н. Е.В. Заболотских

К. ф.-м. н. Л.П. Бобылев

Интенсивные мезомасштабные циклоны, известные также как полярные циклоны, представляют собой короткоживущие интенсивные мезомасштабные погодные системы, характеризующиеся низким давлением и высокими скоростями приводного ветра. Высокая, превышающая штормовой порог, скорость

ветра в полярных циклонах является одной из их отличительных черт. А сравнительно небольшие горизонтальные размеры – порядка нескольких сотен километров – затрудняют обнаружение и изучение данных погодных образований.

Нансен-центр начал заниматься изучением полярных циклонов в 2008 году. Первоначально исследования опирались, главным образом, на использование данных радиометра Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) и полей атмосферного водяного пара вихревой структуры, сопровождающих развитие полярных циклонов. В 2009 году изучение данных погодных систем продолжилось с существенно расширенным привлечением других данных.

Японский радиометр Advanced Microwave Scanning Radiometer – Earth Observing System (AMSR-E) на борту спутника Aqua обладает по сравнению с SSM/I существенно (почти в 2 раза) лучшим пространственным разрешением. Поэтому использование данных этого радиометра позволяет различать гораздо более детальную структуру полей водяного пара в области полярных циклонов. Более того, зачастую погодные системы, обладающие малыми размерами, вовсе не обнаруживаются в полях водяного пара, полученных с использованием данных SSM/I, в то время как разрешение AMSR-E оказывается достаточным для их идентификации, как, например, продемонстрировано на рис. 2.

Для того чтобы корректно восстанавливать водяной пар и жидкокапельную влагу облаков с использованием нового инструмента, нужны алгоритмы восстановления параметров, настроенные и калиброванные для данного инструмента. Тестовые варианты алгоритмов оценки параметров по данным AMSR-E, использованные ранее, нуждаются в доработке и дополнительной калибровке, связанной, в первую очередь, с отсутствием надежной стабильной бортовой калибровки прибора. Работа по калибровке включает в себя как дальнейшее совершенствование

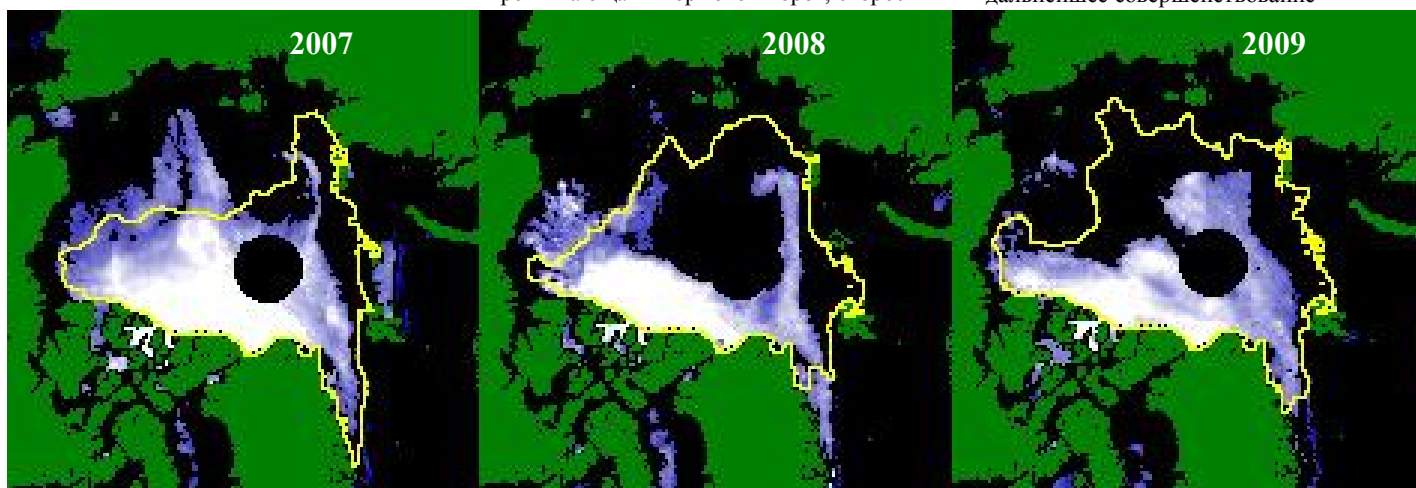


Рис. 1. Многолетний лёд в марте (в конце арктической зимы) и полное ледяное покрытие в сентябре, в конце сезона таяния (жёлтый контур), в том же году. Необходимо принять во внимание, что многолетний лёд подвержен процессам выноса за границы Арктики и таяния в период с марта по сентябрь

радиационной модели излучения системы атмосфера-океан с целью включения в нее новых достижений в области развития моделей взаимодействия излучения со средой, так и создание базы данных синхронных измерений метеопараметров и параметров океана.

Параллельно в 2009 году продолжалась обработка архива снимков PCA со спутника Envisat над морями Северо-Европейского бассейна для выявления случаев полярных циклонов и получения для них полей ветра с использованием модели CMOD-4. Дополнительно обрабатывались регулярные данные скаттерометра QuikSCAT. Использование данных активных микроволновых инструментов для оценки ветра ограничено в области высоких скоростей, что связано с насыщением сигнала. Считается установленным тот факт, что зависимость коэффициента излучения океана от скорости ветра в диапазоне 6-10 ГГц не выходит на область насыщения даже при ураганных ветрах. Поэтому в дальнейшем планируется создание алгоритмов оценки скорости ветра по данным AMSR-E, что позволит восстанавливать скорости ветра в полярных циклонах без привлечения данных активных инструментов. *Данная работа опубликована в (Bobylev et al., 2010, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing).*

Моделирование термического режима и эмиссии почвенного метана вечной мерзлоты

И.А. Судаков, аспирант
К. ф.-м. н. Л.П. Бобылев
Проф. О.М. Йоханнессен
(Нансен-центр, Берген, Норвегия)

Большая часть запасов почвенного углерода в северных широтах подвержена изменению в ходе происходящего таяния вечной мерзлоты. Разнообразные геокриологические процессы увеличивают эмиссии углеродосодержащих элементов из вечной мерзлоты. Огромные выбросы парниковых газов в атмосферу могут выступать в качестве сильной положительной обратной связи в климатической системе, которая может усилить глобальное потепление в ближайшие столетия. На сегодняшний день имеется небольшое число исследований, касающихся моделирования эмиссии метана из вечной мерзлоты при изменении климата.

На основе модели термического режима вечной мерзлоты TRAME 2.0 (Sudakov et al., 2008), используя закон Дарси, нам удалось описать эмиссию абиогенного метана из вечной мерзлоты (рис. 3). Эта модель основана на численном решении нестационарного уравнения теплопроводности для слоя вечной

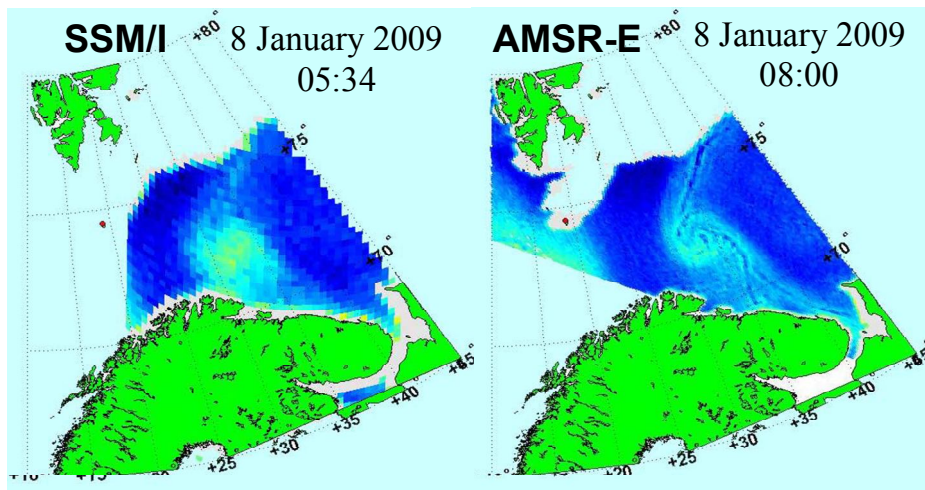


Рис. 2. Поля атмосферного водяного пара, сопровождающие развитие полярного циклона в Баренцевом море, восстановленные по данным SSM/I (слева) и AMSR-E (справа) 8 января 2009 года

мерзлоты с использованием вычислительного алгоритма CONDUCT (Patankar, 2003) и данных о поверхностной температуре из глобальной климатической модели ECHAM 5. Нами сделан вывод о том, что просачивание абиогенного метана через поры вечной мерзлоты к концу XXI века увеличится в 2,5 раза.

Кроме того, нами разработана модель, описывающая биогенный метаногенез, который происходит на сравнительно небольших временных масштабах: часы и минуты. Здесь на первый план выходят молекулярные процессы – и в первую очередь диффузия молекул метана, заполняющего поры в почве. Используя метод Монте-Карло, нами было определено время декомпозиции углеродосодержащих веществ при метаногенезе, а также оценен поток метана через поры при таком типе газового транспорта (на примере полуострова Ямал). *Данная работа принята к публикации в «Вестнике СПбГУ» (2010).*

Исследования взаимодействия атмосферы и океана

Д. ф.-м. н., проф.
В.Н. Кудрявцев
А.Г. Мясоедов, аспирант
И.Е. Козлов, аспирант
Проф. Й.А. Йоханнессен
(Нансен-центр, Берген, Норвегия)

Основные направления деятельности группы по изучению взаимодействия атмосферы и океана в 2009 году:

- Дальнейшее изучение взаимодействия атмосферы и океана в условиях высоких скоростей ветра, а также влияния нелинейных взаимодействий на формирование спектра коротких ветровых волн
- Разработка нового перспективного подхода для синергетического анализа

радиолокационных и оптических снимков, предназначенного для изучения морских явлений

- Изучение прибрежного апвеллинга на основе спутниковых радиолокационных снимков

Данные исследования проводились в рамках следующих проектов, выполняемых группой: FP6 MONRUK, MAREBASE, финансируемый Норвежским Исследовательским Советом, контракт с IFREMER.

Генерация морских брызг

В данной работе предлагается теоретическая модель генерации морских брызг. Модель основана на предположении о том, что большинство капель в брызгах генерируются обрушениями волн равновесного интервала. Сорванные с поверхности отдельных обрушающихся волн капли брызг впрыскиваются в воздушный поток на высоте гребней обрушающихся волн. Пульверизация воды/пены в виде капель происходит в тонком турбулентном пограничном слое, прилегающем к гребням обрушающихся волн. На основе идей Колмогорова (1949) в работе показано, что распределение капель по размеру пропорционально квадрату радиуса. Волны равновесного интервала сильно модулируются доминирующими ветровыми волнами, что приводит к увеличению их обрушений. Поэтому генерация капель происходит вблизи гребней доминирующих волн, откуда

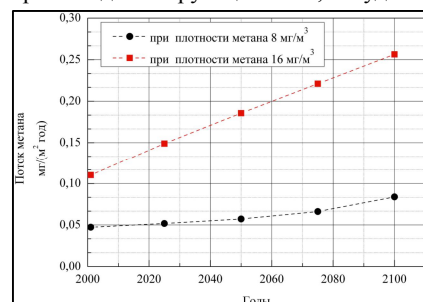


Рис.3. Оценки плотности фильтрационного потока абиогенного метана через слой вечной мерзлоты полуострова Ямал

брызги впрыскиваются в воздушный поток. Функция генерации брызг была получена из уравнения сохранения массы капель и далее сравнивалась с эмпирическими функциями. Предложенная в модели функция генерации брызг согласуется с эмпирическими функциями по уровню спектра, интегральному потоку и форме. *Данная работа опубликована в (Kudryavtsev, Makin, 2009, Geophys. Res. Lett.)*

Механизмы формирования спектра капиллярно-гравитационных ветровых волн

Данная работа посвящена исследованию роли различных физических механизмов в формировании спектра капиллярно-гравитационных ветровых волн. В качестве механизмов, формирующих спектр, рассматриваются трехволновые взаимодействия, вязкая диссипация, приток энергии от ветра, нелинейная диссипация и генерация паразитной капиллярной ряби. Трехволновые взаимодействия учитываются в виде интеграла столкновений без дополнительных упрощений. Показано, что трехволновые взаимодействия приводят к неустойчивости спектра волн до тех пор, пока в кинетическое уравнение не будет добавлена нелинейная диссипация, которая в области коротких гравитационных волн соответствует потерям энергии при обрушениях и микрообрушениях, а в области капиллярных волн обеспечивает реалистичный уровень спектра при больших скоростях ветра. Модельные расчеты показали, что для установившегося спектра роль трехволновых взаимодействий остается существенной лишь в области минимума фазовой скорости. На остальных участках спектра основной вклад в баланс спектральной энергии вносят механизмы ветровой накачки, нелинейной диссипации и генерации паразитных капилляров. *Данная работа Косника, Дулова и Кудрявцева принята к публикации в Изв. РАН, Физ. атмосферы и океана.*

Формирование изображений поверхностных явлений океана в солнечном блике

Деятельность в рамках данного исследования направлена на разработку расширенного синергетического подхода анализа данных радиолокационного зондирования РСА и оптических сканеров видимого диапазона, фокусируясь на изучении нефтяных разливов и крупномасштабной океанической динамики и её проявлениях.

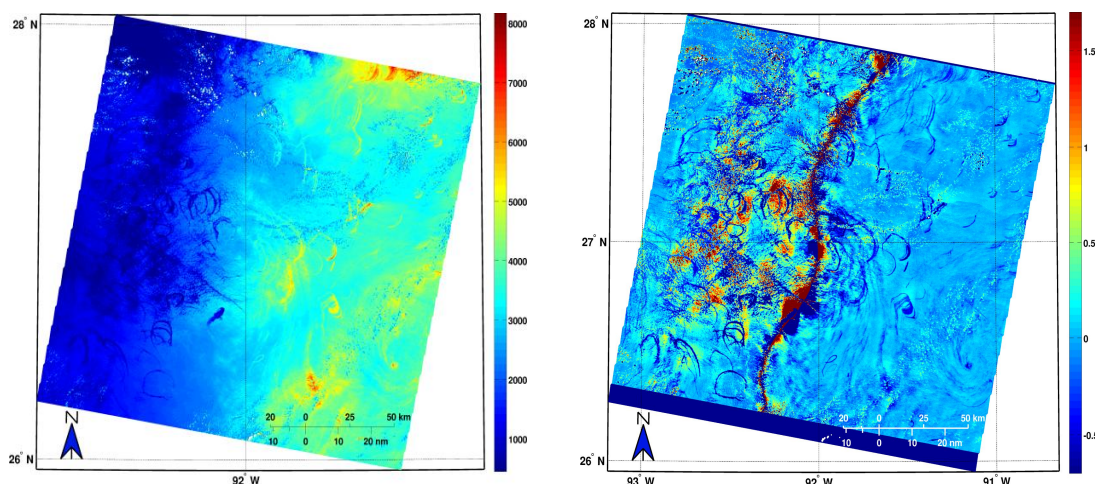


Рис. 4. Слева: фрагмент изображения MODIS Мексиканского залива в красном канале 645 нм с сигнатурами естественных нефтяных slickов (грифонов) в солнечном блике; справа: полученные контрасты СКН, вызванные грифонами

Данные спутникового оптического зондирования (например, MODIS, MERIS) имеют ежедневное практически полное покрытие Земли, вследствие чего в них наблюдается огромное число солнечных бликов. В этом контексте, оптические сенсоры могут рассматриваться как инструменты, дополняющие РСА, и могут быть использованы для изучения океанических поверхностных явлений в квази-глобальном масштабе. Несмотря на многочисленные усилия, физика формирования радиолокационных изображений РСА океанических явлений все еще до конца не изучена, а механизмы, приводящие к проявлению океанических явлений на морской поверхности, также недостаточно поняты. Для того чтобы лучше понять физику поверхностных проявлений, желательно иметь новый, «РСА-независимый», источник данных по поверхностным особенностям океана. Изображения солнечного блика предоставляют такую возможность. В таком случае появляется возможность анализа поверхностных особенностей в терминах фундаментального параметра «шероховатости» морской поверхности – её среднеквадратичного наклона (СКН).

Целью данной исследовательской деятельности является разработка метода квантификации поверхностных явлений в терминах СКН по изображениям поверхности океана в области солнечного блика и демонстрация

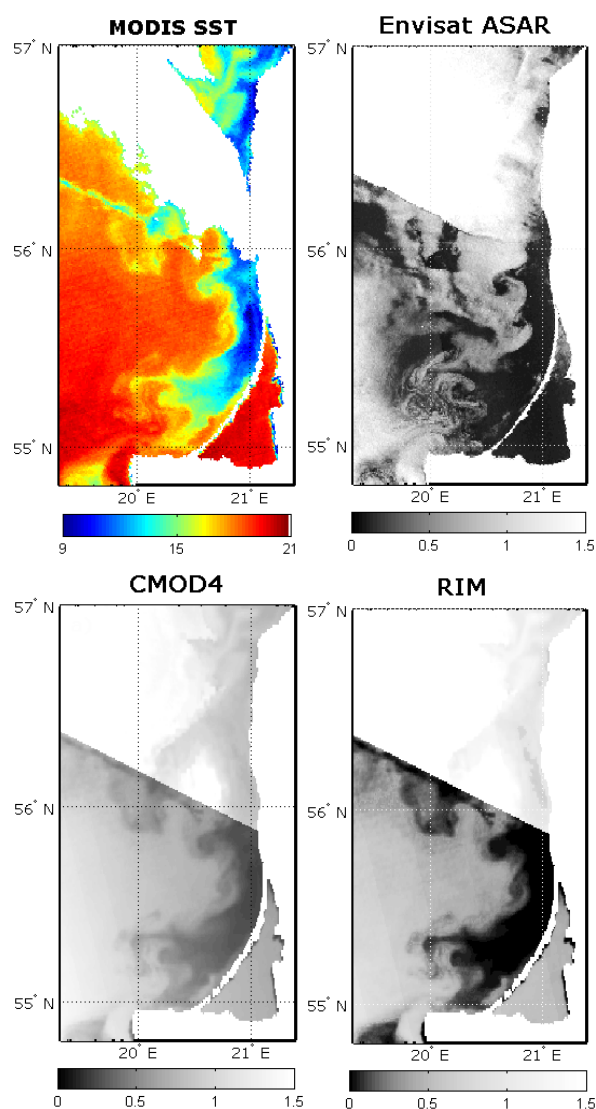


Рис. 5. Проявления прибрежного апвеллинга в юго-восточной части Балтийского моря на снимках MODIS SST в 20:10 UTC (вверху слева) и Envisat ASAR в 20:11 UTC (вверху справа) 19 июля 2006 года. УЭПР морской поверхности, рассчитанные по модели CMOD4 (внизу слева) и RIM (внизу справа)

применимости предложенного метода к численному оцениванию особенностей СКН нефтяных разливов, крупномасштабных течений и внутренних волн. Рис. 4 иллюстрирует возможности

разработанного подхода. Здесь представлено изображение MODIS Мексиканского залива, где хорошо виден солнечный блик со своими особенностями, связанными с проявлениями снимков. Анализ приведенных данных дает контрасты СКН снимков и их зависимость от скорости ветра. Предполагается, что синергетический подход к использованию этих данных и данных РСА даёт возможность отделить нефтяные слики от биогенных. *Результаты данной работы опубликованы в (Kudryavtsev et al., Proceedings of SeaSAR-2010 Workshop).*

Изучение прибрежного апвеллинга на основе спутниковых радиолокационных данных

В данной работе анализируются проявления прибрежного апвеллинга в радиолокационных изображениях (РЛИ) юго-восточной части Балтийского моря в период с 15 июля по 4 августа 2006 года. Наблюдаемые на снимках РСА проявления апвеллинга (рис. 5, сверху справа) были проанализированы в рамках модели, учитывающей лишь влияние атмосферной стратификации. Рассчитанное по модели поле ветровых напряжений над фронтом температуры поверхности моря (ТПМ) (рис. 5, сверху слева) далее использовалось для расчета УЭПР морской поверхности по моделям SMOD4 и RIM.

В ходе работы было выявлено, что влияние пространственных неоднородностей ТПМ на ветровые напряжения через стратификацию приводного слоя атмосферы является главным механизмом, ответственным за формирование проявлений апвеллинга в РЛИ. Результаты расчетов по модели трансформации приводного слоя атмосферы качественно согласуются с наблюдениями. УЭПР морской поверхности, рассчитанные по моделям SMOD4 и RIM, также согласуются с наблюдаемыми проявлениями апвеллинга на изображениях РСА. В то же время, в некоторых случаях обе модели недооценивают или переоценивают значения УЭПР по сравнению с наблюдаемыми, что, по-видимому, вызвано неточностями задаваемого для модельных расчетов поля геострофического ветра. *Результаты данного исследования опубликованы в Proceedings of SeaSAR-2010 Workshop.*

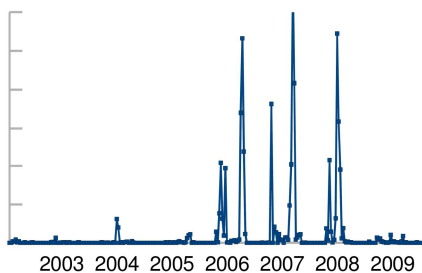


Рис. 6. Динамика цветений *L. chlorophorum* в море Д'Ируаз по данным MODIS

Исследования водных экосистем и их реакции на глобальные изменения

*Д. ф.-м. н., проф.
Д.В. Поздняков*

К. ф.-м. н. А.А. Коросов

Е.А. Морозов, аспирант

К. ф.-м. н. О.Г. Анискина

Д.А. Петренко, аспирант

Л.Х. Петтерссон (Нансен-центр, Берген, Норвегия)

Исследование феномена цветения вредной водоросли *Lepidodinium chlorophorum* в Бискайском заливе

Спутниковая идентификация и слежение за пространственно-временной динамикой цветений вредных водорослей – актуальная задача современного дистанционного зондирования Мирового океана. Основная сложность в ее решении – создание соответствующих алгоритмов. *L. chlorophorum* исторически совсем недавно был описан в литературе (в 1996 году), сведения о нем крайне скудны, а отнесение к вредным водорослям произошло лишь несколько лет назад.

В рамках двухстороннего проекта с IFREMER (Франция) мы разработали два искомых био-оптических алгоритма для датчика MODIS-Aqua, основанные на технике нейронных сетей и нечеткой логике К-среднего. Алгоритмы являются взаимно независимыми и предназначены для их ансамблевого применения с целью повышения надежности решения поставленной задачи.

Разработанный ансамблевый подход был применен к водам Бискайского залива и позволил объективно выделить районы развития этой водоросли и динамику частоты ее цветений за последнее десятилетие. На рис. 6 можно видеть, что цветения *L. chlorophorum* в море Д'Ируаз (на траверсе Бреста) не наблюдались вплоть до 2006 года, после которого имела место серия ежегодных всплесков, что, возможно, указывает на их взаимосвязь с динамикой происходящих глобальных изменений. Важно, что разработанный подход не является специфическим для конкретного морского региона. *Данная работа принята к публикации в Исл. Земли из космоса, 2010.*

Оценка совместимости данных спутниковых датчиков цвета океана и исследование динамики развития фитопланктона в прибрежной зоне Бискайского залива

«Сшивание»/совмещение данных спутниковых датчиков цвета океана, таких как SeaWiFS и MODIS-Aqua – важная задача в рамках исследования пространственно-временной динамики биогеохимических процессов в Мировом

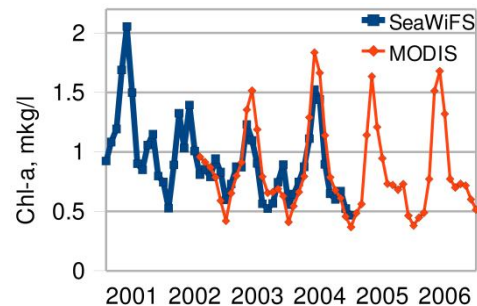


Рис. 7. Средняя для прибрежной зоны концентрация ХЛ-а, полученная по данным датчиков SeaWiFS и MODIS за период их совместного функционирования

океане. Ее решение особенно сложно в случае вод типа 2 – внутренних водоемов и морских прибрежных зон. В рамках договора с IFREMER нами было произведено такое исследование применительно к прибрежной зоне Бискайского залива. На базе обширного банка судовых/станционных данных были разработаны специализированные нейронно-сетевые алгоритмы для восстановления параметров качества воды, соответственно, из измерений SeaWiFS и MODIS-Aqua. Наши восстановления показали, что оба датчика дают очень близкие результаты и одинаково отражают сезонную динамику развития фитопланктона в прибрежной зоне залива. Разработанный алгоритм совмещения спутниковых данных позволил четко определить временные рамки таких явлений в Бискайском заливе как ресуспензия донных осадков под влиянием ветровой деятельности и наступление, длительность и интенсивность цветения фитопланктона на длительном временном интервале. Совмещенные данные (часть представлена на рис. 7) свидетельствуют, что в период с 2005 по 2009 год в исследуемых водах произошло усиление развития фитопланктона, что, как и в случае с *L. chlorophorum*, возможно, взаимосвязано с динамикой происходящих глобальных изменений. *Данное исследование изложено в работе Морозов et al., направленной в Int. J. Rem. Sensing, 2010.*

Оценка чувствительности динамики арктической береговой зоны к происходящим погодно-климатическим изменениям

Важной особенностью арктических морей является наличие подземного/донного льда и сезонного морского/поверхностного льда. Эрозия береговой полосы Арктических морей обусловлена как механическим воздействием на нее поверхностного льда, так и волновым и термическим разрушением/эрозией вечно-мерзлотных грунтов. Вдоль арктического побережья взаимодействия между морским льдом, вечной мерзлотой и морфологией прибрежной полосы обуславливают особо высокую чувствительность береговой зоны в

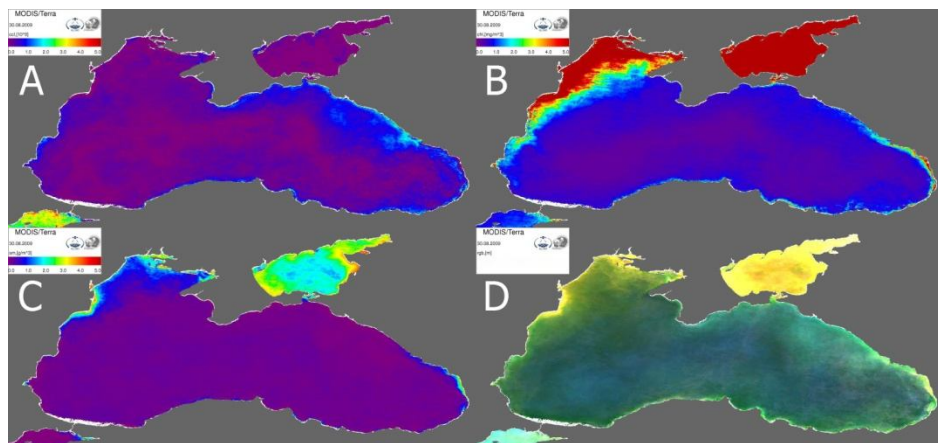


Рис. 8. Усредненные за лето 2009 года поля концентраций кокколита кокколитофора *E. huxleyi* (A), хлорофилла (B) и минеральной взвеси (C) в Черном и Азовском морях; цветной RGB композит из 2, 5 и 6 каналов MODIS-Aqua (D)

Арктическом бассейне к климатическим изменениям. Совместный проект РФФИ и Ассоциации Гельмгольца посвящен возможности численной оценки такой динамики. Скорость эрозии береговой полосы усиливается при уменьшении протяженности, длительности и толщины ледового покрытия (особенно припайного льда), роста и частотности штормов, что имеет место при потеплении климата. По разным оценкам, скорости отступления кромки береговой полосы евро-азиатской части Арктического бассейна составляют от 1 до 10 м в год. Береговая эрозия обуславливает усиление потоков в воды арктических морей органического углерода, общего взвешенного вещества, а также и биогенов. Вынос биогенов в сочетании с уменьшением ледовитости (т.е. увеличением доступной для фотосинтеза солнечной радиации) должны приводить к более интенсивному развитию фитопланктона и усилению взаимодействий по вертикали трофической цепи. Вышеуказанные последствия климатически-обусловленной динамики береговой зоны в Арктическом бассейне могут отслеживаться и численно оцениваться с применением сканеров цвета океана. В рамках проекта Нансен-центр исследует Карское море с применением данных SeaWiFS и MODIS на временном отрезке 1998-2009. Выявленная динамика в дистанционно-определяемых параметрах будет анализироваться вместе с натурными данными для получения выводов о климатически-обусловленной динамике береговой полосы.

Разработка системы оперативного мониторинга качества вод Черного, Азовского и Каспийского морей

В рамках контракта с Роскосмосом, нами создана система оперативного мониторинга состояния Черного, Азовского и Каспийского морей на базе аппаратного обеспечения НЦ ОМЗ. Система основана на использовании данных MODIS/Terra для расчета с помощью наших алгоритмов целого ряда параметров качества воды: концентраций хлорофилла, минеральной взвеси,

растворенного органического вещества, кокколита, спектрального коэффициента диффузного ослабления, глубины видимости диска Секки и температуры поверхности воды. Обработка спутниковых данных реализована на подуровневом, модульном подходе, что облегчает ее применение для других объектов мониторинга и для усвоения данных других спутниковых датчиков. Для просмотра текущих и архивных результатов обработки спутниковых данных система мониторинга снабжена web-интерфейсом, расположенным по адресу <http://87.237.43.66:5580/>. Рис. 8 иллюстрирует результаты обработки созданными программами данных MODIS/Terra за 2009 год по Черному и Азовскому морям. Анализ полученных среднемесячных распределений (рис. 8) и сравнение с литературными данными показывает высокую точность дистанционно полученных результатов и адекватность отражения ими реальных биогеохимических и гидрологических процессов в исследованных морских бассейнах.

Развитие методов мониторинга ледяного покрова в Арктике

К. ф.-м. н. В.А. Волков

К. ф.-м. н. В.Ю. Александров

К. ф.-м. н. Н.Ю. Захваткина

А.О. Ярыгина, аспирантка

Д.В. Демчев, аспирант

В 2009 году группа прикладных метеоро- и океанографических исследований (MetOcean Group) продолжала работы по развитию методов мониторинга ледяного покрова в Арктике, интерпретации и обработке спутниковых изображений морских льдов.

Для распознавания возрастных видов морских льдов и определения частной сплоченности многолетних льдов в центральной Арктике по PCA-изображениям использовался метод Байеса, который заключается в принятии решения в пользу того вида льда,

величина апостериорной вероятности которого максимальна. На первом этапе обработки выполняется приведение УЭПР поверхности к углу падения 25° , а на втором – распознавание и оценка частной сплоченности многолетнего льда. Для того чтобы применять правило Байеса, необходимо знать условные плотности распределения УЭПР различных видов льдов и априорные вероятности их появления. В центральной части Арктики значения априорной вероятности появления многолетнего, ровного и деформированного однолетнего льдов составляют 0.95, 0.05, и 0.05, соответственно. Условные плотности распределения $p(x_i/\omega_j)$ определялись по калиброванным изображениям со спутника ENVISAT, на которых выбирались характерные участки для каждого из рассматриваемых видов льдов и рассчитывались гистограммы значений УЭПР. На основе данного алгоритма были обработаны PCA-изображения, полученные со спутника ENVISAT в районе к северу от Гренландии. Участки многолетнего льда и разрывы выделяются достаточно точно. Некоторые пиксели многолетнего льда идентифицировались как однолетний или деформированный лед, что обусловлено перекрытием их значений УЭПР.

Проводились также исследования по развитию метода определения толщины льдов по данным измерений его возвышения с помощью спутниковых радар-альтиметров. Для определения толщины льдов по данным радар-альтиметра необходимо получить зависимость между толщиной и возвышением льда на основе данных их измерений. В исследованиях были использованы данные приблизительно 680 измерений параметров снега и льда, выполненных в высокоширотных воздушных экспедициях «Север», с целью получения эмпирической зависимости между толщиной и возвышением льда. По данным измерений были получены оценки высоты и плотности снега, а также плотности льда. При их подстановке в уравнение гидростатического равновесия также получены зависимости между толщиной и возвышением льда. Точность определения толщины льда рассчитывалась по данным о разбросе параметров снега и льда и ошибке определения возвышения. Было выявлено, что ошибка определения толщины льда зависит, главным образом, от точности определения возвышения льда и разброса значений его плотности. Полученные зависимости были верифицированы путем сравнения с независимыми *in situ* измерениями толщины и возвышения льда. При этом среднее различие между измеренными и вычисленными значениями толщины однолетнего льда не превышало 0.2 м. Полученные выражения предполагается использовать при обработке данных о возвышении льда, полученных радар-альтиметром на спутнике CryoSat-2.

Был разработан, реализован и протестирован алгоритм определения дрейфа льдов по РСА-изображениям со спутника ENVISAT. Его точность была оценена посредством сравнения с данными визуального метода и оказалась достаточно высокой. В настоящее время на основе данного метода разрабатывается технология определения дрейфа по спутниковым РСА-изображениям с целью получения оценок дрейфа в западной части Арктики и определения леодообмена арктических морей с Арктическим бассейном, а также для верификации динамико-термодинамической модели морских льдов ТОРАZ и ассимиляции данных по дрейфу в этой модели. Данное исследование отражено в работе (Alexandrov et al., 2009) и в статье, представленной в *Cryosphere*.

Идентификация морских льдов Северного Ледовитого океана по данным радиолокатора с синтезированной апертурой

(По материалам кандидатской диссертации)

К. ф.-м. н. Н.Ю. Захваткина

Научные руководители:

Д. г. н., проф. И.Е. Фролов (АНИИ)

К. ф.-м. н. В.Ю. Александров Проф. С. Сандвен (Нансен-центр, Берген, Норвегия)

Проф. О.М. Йоханнессен (Нансен-центр, Берген, Норвегия)

Для решения задачи автоматизированной классификации морских льдов центральной Арктики на изображениях РСА с широкой полосой обзора, полученных со спутника ENVISAT, использован алгоритм, основанный на модели нейронных сетей (НС) с обратным распространением ошибки. Основными входными параметрами являются определяемая удельная эффективная площадь рассеяния (УЭПР) морского льда и вычисляемые текстурные признаки изображения. Выходные параметры НС соответствуют классам многолетнего (МЛ), однолетнего ровного (РОЛ) и однолетнего деформированного льдов (ДОЛ). Результаты применения методики оценивались с помощью сравнения с визуальным анализом и ледовыми картами, выполненными специалистами Арктического и антарктического научно-исследовательского института. Ошибка классификации изображений методом НС составила 15% для РОЛ, 20% для МЛ и 17% для ДОЛ. Также исследована возможность последовательного использования двух настроенных НС с

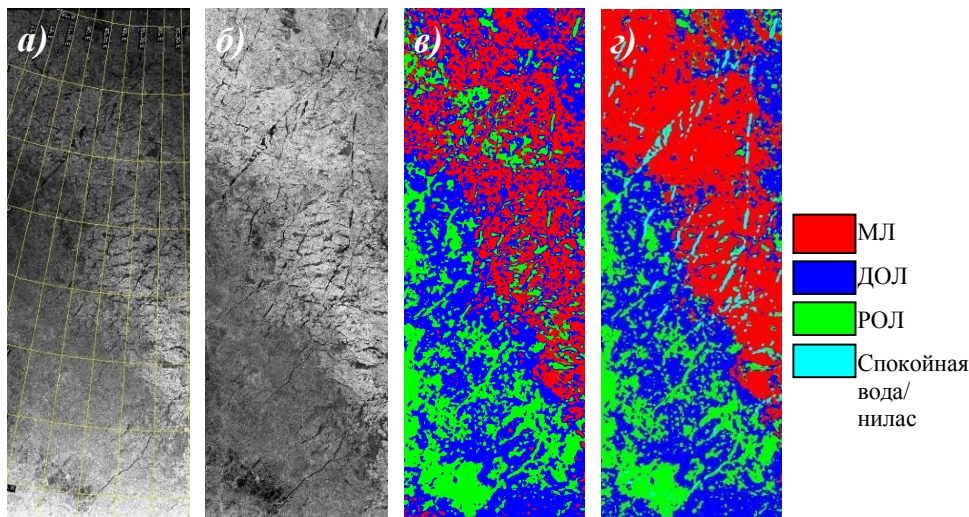


Рис.9. Фрагмент изображения ENVISAT ASAR от 18 января 2008 года:

а) исходное РСА-изображение;

б) скорректированное на угловое изменение УЭПР (приведенное к углу 25°);

в) результат автоматизированной классификации данного изображения алгоритмом НС без включения класса «спокойная вода/нилас»;

г) результат автоматизированной классификации данного изображения алгоритмом НС с добавлением класса «спокойная вода/нилас».

целью увеличения количества распознаваемых классов (Рис. 9 в, г). Для РСА-изображений ENVISAT с широкой полосой обзора характерно уменьшение яркости в дальней части полосы обзора относительно ближней, что обусловлено зависимостью УЭПР подстилающей поверхности от угла зондирования и, соответственно, приводит к искажению значений УЭПР морских льдов (Рис. 9 а). Для устранения этого эффекта была разработана методология приведения УЭПР морских льдов к одному углу зондирования 25° с использованием полученных нами коэффициентов изменений УЭПР водной поверхности, молодого (серого), однолетнего и многолетнего льдов с увеличением угла падения, что позволило получить равноконтрастное РСА-изображение по всей полосе обзора (Рис. 9 б).

Были проведены исследования серии РСА-изображений, получаемых в режиме альтернативной поляризации (АП) для района центральной Арктики. Анализировались изображения, полученные при различных углах зондирования и с различными комбинациями поляризацій. Анализ результатов исследований показал, что снимки в режиме АП позволяют более надежно осуществлять распознавание некоторых видов морского льда. Для поляризацій ВВ и ГГ при больших углах зондирования (режимы IS5 – IS7) улучшается выделение границы лед/вода, а также отдельных полей однолетнего льда в летний период. Анализ также показал, что использование кросс-поляризаційных данных позволяет выделить разрывы в многолетнем и однолетнем льдах. Таким образом, даны рекомендации к оптимальному выделению различных видов льда в

режиме съемки АП в зависимости от углов падения и поляризации. Это дает основание предположить, что использование этих данных в процедуре классификации в дальнейшем приведет к увеличению количества, повышению качества распознаваемых классов и точности классификации. Данная работа опубликована в (Захваткина и др., 2009).

Исследования социально-экономического влияния изменений климата

К. ф.-м. н. Д.В.Ковалевский

Д. ф.-м. н., проф. В.П. Мелешко (ГГО им. А.И. Воейкова)

К. ф.-м. н. Л.П. Бобылев

Проф. К. Хассельманн (Институт метеорологии им. Макса Планка, Гамбург, Германия/ Европейский климатический форум)

Проф. К. Егер (Потсдамский институт исследования влияния изменений климата, Германия/ Европейский климатический форум)

Фонд «Нансен-центр» участвует в разработке Системы мульти-акторных динамических моделей совокупной оценки (Multi-Actor Dynamic Integrated Assessment Model System, MADIAMS) в тесном сотрудничестве с проф. К. Хассельманном (Институт метеорологии им. Макса Планка/ Европейский климатический форум). С помощью MADIAMS строятся проекции возможных траекторий объединенной системы «климат–экономика». В 2009 году основным направлением исследований

было дальнейшее совершенствование социально-экономического модуля MADIAMS с возможностью описания производства потребительских товаров и услуг вне рамок укоренившейся в экономической теории парадигмы общего равновесия. Параллельно с этим, с помощью ранней версии модели MADIAMS была исследована динамика климата Санкт-Петербурга в XXI веке для различных глобальных социально-экономических сценариев.

Помимо моделирования, были выполнены качественные исследования современной климатической политики Российской Федерации и возможностей ее дальнейшего развития. Были предложены элементы перспективной стратегии в области изменений климата. *Данная работа опубликована в (Jaeger et al., ECF Working Paper, 2009).*

Публикации

Статьи в рецензируемых журналах

Алексеев Г.В., Данилов Ф.И., Катцов В.М., Кузьмина С.И., Иванов Н.Е. Изменения площади морских льдов Северного полушария в XX и XXI веках по данным наблюдений и моделирования// *Изв. РАН. Физ. атмосферы и океана*, 2009, т. 45, №6, с. 723-735

Коросов А.А., Морозов Е.А., Поздняков Д.В., Петтерссон Л.Х., Грассл Х. Идентификация и картирование ареалов цветения кокколитофоров в Бискайском заливе по спутниковым данным// *Иссл. Земли из космоса*, 2009, №3, с. 67-78

Поздняков Д.В., Коросов А.А., Петрова Н.А., Петтерссон Л.Х., Грассл Х. Исследование «гистерезисного» характера возвращения Ладожского озера из мезотрофного состояния// *Иссл. Земли из космоса*, 2009, №1, с. 45-59

Семакин С.Г., Тимофеев Ю.М., Поляков А.В., Виралайнен Я.А. Потенциальные точности восстановления коэффициента рассеяния стратосферного аэрозоля по лимбовым измерениям рассеянного солнечного излучения// *Иссл. Земли из космоса*, 2009, №4, с. 57-63

Korosov A.A., D.V. Pozdnyakov, A. Folkestad, L.H. Pettersson, K. Sorensen, and R. Shuchman. Semi-empirical algorithm for the retrieval of ecology-relevant water constituents in various aquatic environments. *Algorithms*, Vol. 2, pp. 470-497, doi: 10.3390/a2010470, 2009

Kudryavtsev V.N., and V.K. Makin. Model of the spume sea spray generation. *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 36, L06801, doi:10.1029/2008GL036871, 2009

Mitnik L.M., M.L. Mitnik, and E.V. Zabolotskikh. Microwave sensing of the atmosphere-ocean system with ADEOS-II AMSR and Aqua AMSR-E. *J. Rem. Sens. Soc. Japan*, Vol. 29, No. 1, pp. 156-166, 2009

Монографии

Melentyev V.V., and V. Chernook. Multi-spectral airborne and satellite survey as component of the spatial information system for monitor and management of wildlife ecology. In: *Spatial Information Management in Wildlife Ecology*. F. Huettman (Ed.). Springer, Tokyo, Japan, pp. 324-356, 2009

Статьи в нерецензируемых журналах

Ковалевская Л.Д., Ковалевский Д.В. Некоторые аспекты управления социальной сферой и жилищным строительством в условиях кризиса// *Основные направления социально-экономической политики регионов*. Сборник научных трудов. Под ред. проф. Д.В. Шопенко. СПб.: СПбГИЭУ, 2009, с. 266-276

Ковалевский Д.В. О модели Скарфа с механизмом динамики цен Курно–Шубика// *Terra Economicus*, 2009, т. 7, №3, с. 18-20

Митник Л.М., Заболотских Е.В. Десятая конференция специалистов по микроволновой радиометрии и применениям дистанционного зондирования (Флоренция, Италия, 11-14 марта 2008 года)// *Иссл. Земли из космоса*, 2009, №2, с. 76-84

Захваткина Н.Ю., Александров В.Ю., Коросов А.А., Йоханнессен О.М. Классификация морских льдов на РСА изображениях спутника ENVISAT// *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. Сборник научных статей. Вып. 6. Т. I. М.: ООО «Азбука-2000», 2009, с. 373-379

Jaeger C., V.P. Meleshko, L.P. Bobylev, and D.V. Kovalevsky. Long-term options for Russian climate policy. An integrated assessment. ECF Working Paper No. 2, ISBN: 978-3-941663-01-5, 2009

Труды конференций

Александров В.Ю., Волков В.А., Захваткина Н.Ю., Сандвен С. Комплексная оценка ледовых условий на шельфе арктических морей на основе спутниковой информации высокого разрешения// *Международный симпозиум стран СНГ «Атмосферная радиация и динамика» (МСАРД-2009)*. Тезисы докладов. СПб., 22-26 июня 2009 года, с. 24-25

Александров В.Ю., Сандвен С., Валин Й., Йоханнессен О.М. Алгоритм определения толщины льда по его возвышению, измеряемому спутниковым радар-

альтиметром// *Седьмая всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»*. Тезисы докладов. М.: ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 года (на CD)

Бобылев Л.П., Йоханнессен О.М., Кузьмина С.И. Трансформация арктического морского льда по спутниковым данным// *Седьмая всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»*. Тезисы докладов. М.: ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 года (на CD)

Заболотских Е.В., Бобылев Л.П., Митник Л.М. Исследование полярных циклонов спутниковыми методами// *Международный симпозиум стран СНГ «Атмосферная радиация и динамика» (МСАРД-2009)*. Тезисы докладов. СПб., 22-26 июня 2009 года, с. 18

Заболотских Е.В., Бобылев Л.П., Митник Л.М. Сравнительная оценка существующих и перспективных методов исследования в области мониторинга и прогнозирование мезомасштабных циклонических вихрей, включая полярные циклоны// *Седьмая всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»*. Тезисы докладов. М.: ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 года (на CD)

Захваткина Н.Ю., Александров В.Ю., Коросов А.А., Фролов И.Е., Йоханнессен О.М. Автоматизированное распознавание возраста морских льдов по РСА изображениям// *Международный симпозиум стран СНГ «Атмосферная радиация и динамика» (МСАРД-2009)*. Тезисы докладов. СПб., 22-26 июня 2009 года, с. 25-26

Ковалевская Л.Д., Ковалевский Д.В. Регионально-динамические аспекты инновационного экономико-климатического моделирования// *Актуальные проблемы управления экономической региона. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции*. СПб., 23-24 апреля 2009 года, с. 188-191

Ковалевский Д.В. Концепция моделирования объединенной системы «экономика–климат» с приложениями к проблемам российского сельского хозяйства// *Материалы Международной научно-практической конференции «Сельское хозяйство в современной экономике: новая роль, факторы роста, риски»*. М., 27-29 октября 2009 года, с. 146-147

Ковалевский Д.В. О перспективах использования возобновляемых источников энергии в российском жилищно-коммунальном хозяйстве// *Социальные и экономические аспекты регионального развития. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции*. Тверь, 14-15 мая 2009 года, с. 11-15

Ковалевский Д.В. Экономическая роль государства в обеспечении национальной климатической безопасности и математическое моделирование системы «экономика–климат»// *Стратегия обеспечения экономической безопасности России. Сборник материалов международной научно-практической конференции.* Часть I. Сочи (Адлер), 14-17 мая 2009 года, с. 261-267

Козлов И.Е. Изучение суб- и мезомасштабной изменчивости Баренцева моря по данным РСА// *Международный симпозиум стран СНГ «Атмосферная радиация и динамика» (МСАРД-2009).* Тезисы докладов. СПб., 22-26 июня 2009 года, с. 28-29

Козлов И.Е. О механизмах формирования проявлений океанских внутренних волн в штилевой области на РСА-снимке Баренцева моря// *Региональный семинар «Обработка данных дистанционного зондирования и новые результаты для морей северо-востока Европы и прибрежных зон». Избранные статьи студентов и аспирантов.* МОК ЮНЕСКО. СПб. – Париж, 2009, с. 44-50

Козлов И.Е., Дайлидене И. Изучение апвеллинга в Балтийском море на основе ИК- и РЛ-данных// *Седьмая всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса».* Тезисы докладов. М.: ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 года (на CD)

Мелентьев В.В., Мелентьев К.В., Петтерссон Л.Х., Мушкудани М.И., Беднов П.О. Климат ветра Финского залива: спутниковый РСА мониторинг сезонной изменчивости в присутствии глобальных изменений// *Тезисы докладов X Международного Экологического Форума «День Балтийского моря».* СПб., 17-19 марта 2009 года (на CD)

Морозов Е.А., Коросов А.А., Поздняков Д.В. К вопросу о совместимости данных SeaWiFS, MODIS и MERIS о цвете океана на примере акватории Бискайского залива// *Международный симпозиум стран СНГ «Атмосферная радиация и динамика» (МСАРД-2009).* Тезисы докладов. СПб., 22-26 июня 2009 года, с. 26

Морозов Е.А., Коросов А.А., Поздняков Д.В., Сычёв В.И. Проблема совместимости данных SeaWiFS, MODIS и MERIS в случае вод типа 2 на примере Бискайского залива// *Седьмая всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса».* Тезисы докладов. М.: ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 года (на CD)

Мясоедов А.Г., Кудрявцев В.Н. Изучение мезомасштабных океанических течений по РСА и оптическим изображениям// *Седьмая всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса».* Тезисы докладов. М.: ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 года (на CD)

Мясоедов А.Г., Кудрявцев В.Н. Исследование поверхностных проявлений океанических явлений по данным оптических сканеров и РСА: синергетический подход// *Международный симпозиум стран СНГ «Атмосферная радиация и динамика» (МСАРД-2009).* Тезисы докладов. СПб., 22-26 июня 2009 года, с. 27-28

Смирнов А.В., Кораблев А.А., Алексеев Г.В. Взаимосвязь между характеристиками перемешанного слоя и потоками тепла на границе раздела океан-атмосфера в северных морях// *Конференция молодых учёных «Проблемы развития полярных регионов в условиях глобального изменения климата».* СПб.: РГГМУ, 25-26 ноября 2009 года, с. 35-38

Смирнова Ю.Е. Идентификация и оценка вихревых образований в океане и полярных циклонов в высоких широтах по спутниковым данным видимого диапазона и данным РСА// *Материалы международной конференции «Потоки и структуры в жидкостях: физика геосфер».* М.: МГУ, 24-27 июня 2009 года, с. 177-181

Смирнова Ю.Е. Вихревые образования в океане и атмосфере по спутниковым данным в интересах навигации// *Материалы Межвузовской научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященная 200-летию транспортного образования в России «Водный транспорт: История и современность».* СПб.: ФГОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций, 13-14 мая 2009 года, с. 90-94

Шалина Е.В. Многолетний лед Арктики – исчезающее явление?// *Международный симпозиум стран СНГ «Атмосферная радиация и динамика» (МСАРД-2009).* Тезисы докладов. СПб., 22-26 июня 2009 года, с. 23-24

Alexandrov V.Yu., S. Sandven, and J. Wahlin. Retrieval of ice thickness from radar-altimeter data based on empirical relation between ice thickness and freeboard. *Geophysical Research Abstracts of EGU General Assembly 2009, 19-24 April 2009, Vienna, Austria* (on CD)

Bobilev L.P., O.M. Johannessen, and S. Kuzmina. Arctic sea ice transformation: past, present and future. *Abstracts of the Indo-Russian Workshop on Regional Climate Change, 8-9 October 2009, Cochin, Kerala, India*, pp. 8-9

Korablev A., O.M. Johannessen, A. Pnyushkov, and A. Smirnov. A new high-resolution climatology for the Nordic Seas. *Geophysical Research Abstracts of EGU General Assembly 2009, 19-24 April 2009, Vienna, Austria* (on CD)

Kozlov I. Study of mesoscale ocean dynamics and pollution in the Baltic Sea with use of SAR and optical satellite data. *Abstracts of International workshop on Remote sensing and water optics specifically for Baltic Sea conditions, Tallinn, Estonia, 20-21 August*

2009 (<http://www.estspace.ee/events/workshop-2009/abstracts/igor-kozlov>)

Melentyev V.V., and V.I. Chernook. Conserved constancy of the reproduction ecology of Greenland seals of White Sea, Greenland Sea and Jan-Mayen Populations in presence of climate change: results of comprehensive studies. *Proceedings of the 18th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, 11-16 October 2009, Quebec, Canada* (on CD)

Melentyev V.V., K.V. Melentyev, L.H. Pettersson, and M.I. Mushkudany. Time-varying imagery of ice features dynamic scattering in presence of climate change: polytypical lakes Ladoga and Peipus as example. *Geophysical Research Abstracts of EGU General Assembly 2009, 19-24 April 2009, Vienna, Austria* (on CD)

Melentyev V.V., K.V. Melentyev, L.H. Pettersson, and M.I. Mushkudany. Wind climate of the Baltic critical ecoregion and its seasonal spatial modification: study with using time-varying satellite SAR imagery. *Proceedings of the International Conference “Critical ecoregions: modern condition, problems and ways of their decision”, Tbilisi, Georgia, May-October 2009*, pp. 102-109

Melentyev V.V., and A.S. Smirnova. Results of comprehensive studies of biological active zones (BAZ) in the White, Greenland, and Labrador seas. *Proceedings of the International Conference “Climate change and Environmental Problems”, 21-26 September 2009, Beijing, China* (on CD)

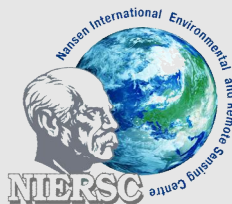
Mitnik L.M., M.L. Mitnik, E.V. Zabolotskikh, I.A. Gurvich, and M. Pichugin. Monitoring winter marine weather systems using satellite multisensor observations and ground-based data. *Proceedings of IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2009, Cape Town, South Africa, 12-17 July 2009* (on CD)

Pozdnyakov D.V. Arctic marine ecosystem response to the global warming. *Abstracts of the Indo-Russian Workshop on Regional Climate Change, 8-9 October 2009, Cochin, Kerala, India*, pp. 4-5

Pozdnyakov D.V., and L. Pettersson. Seasonal dynamics of the phenomenon of massive *Emiliania huxleyi* blooms across the Bay of Biscay as revealed from space. *Proceedings of the 33rd International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE), 4-8 May 2009, Stresa, Italy* (on CD)

Zabolotskikh E.V., and L.P. Bobilev. Polar Lows in the Arctic. *Abstracts of the Indo-Russian Workshop on Regional Climate Change, 8-9 October 2009, Cochin, Kerala, India*, pp. 20-21

Zabolotskikh E.V., L.P. Bobilev, and L.M. Mitnik. Arctic polar low detection and monitoring using atmospheric water vapor retrievals from satellite passive microwave data. *Proceedings of the 33rd International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE), 4-8 May 2009, Stresa, Italy* (on CD)



АДРЕС/КОНТАКТЫ:

Научный фонд
«Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию им. Нансена»
(Фонд «Нансен-центр»)
 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» является участником **Нансен-группы** исследовательских институтов, возглавляемой проф. Олой М. Йоханнесеном и включающей в себя также:



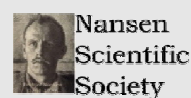
Nansen Environmental and Remote Sensing Center
 Bergen, Norway
<http://www.nersc.no>



Nansen Environmental Research Institute – India
 Cochin, India
<http://www.nerci.in>



Nansen-Zhu International Research Centre
 Beijing, China
<http://nzc.iap.ac.cn>



Nansen Scientific Society
 Bergen, Norway
Nansen-Tutu Centre for Marine Environmental Research
 Cape Town, South Africa