

VII. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В ИКИ РАН ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, востребованные потребителями, среди которых такие ведомства как Министерство сельского хозяйства, Рослесхоз, Росрыболовство и др.

- «Проведение работ по информационно-техническому обеспечению и развитию системы постоянного сбора и обработки данных спутникового мониторинга в интересах системы мониторинга сельскохозяйственных земель» МСХ РФ;
- «Разработка методов мониторинга и прогнозирования природных пожаров и их последствий с использованием геоинформационных технологий» Рослесхоз;
- «Совершенствование технологий отраслевой системы мониторинга рыболовства (ОСМ)» Росрыболовство;
- «Участие в работах по развитию системы дистанционного мониторинга лесных пожаров и очагов массового размножения вредных насекомых и болезней леса Рослесхоз.

Важнейшие законченные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, готовые к практическому использованию

2006г.

Начиная с 1999 года, в рамках различных проектов в ИКИ РАН совместно с другими организациями (в первую очередь с ФГУ КЦСМ, ФГУ «Нацрыбресурс», ЗАО «Транзас», ФГУ МРЦМ и др.) проводились работы по созданию методов и технологий в интересах отраслевой системы мониторинга Федерального агентства по рыболовству (ОСМ). На основе этих разработок в рамках ОСМ в 2002 году была создана и введена в эксплуатацию система информационных узлов в организациях пользователях ОСМ. Система обеспечила оперативную актуализацию и доступ к информации различных пользователей.

В 2006 году после доработки данной технологии в интересах ФПС ФСБ РФ были создана и введена в эксплуатацию система информационных узлов и мобильных рабочих мест, обеспечивающих оперативную работу информацией системы мониторинга водных биоресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов. Следует отметить, что созданная система обеспечила возможность работы с информацией не только стационарных, но и мобильных пользователей (находящихся, в частности, на инспекторский судах). Ввод в эксплуатацию системы информационных узлов и мобильных рабочих мест позволил обеспечить подразделения пограничной службы оперативным доступом к информации, необходимой для принятия управленческих решений по контролю за промысловой деятельностью в экономической зоне России.

Научный руководитель разработки: Д.т.н. Лупян Е.А. 333-53-13 evgeny@rssi.ru

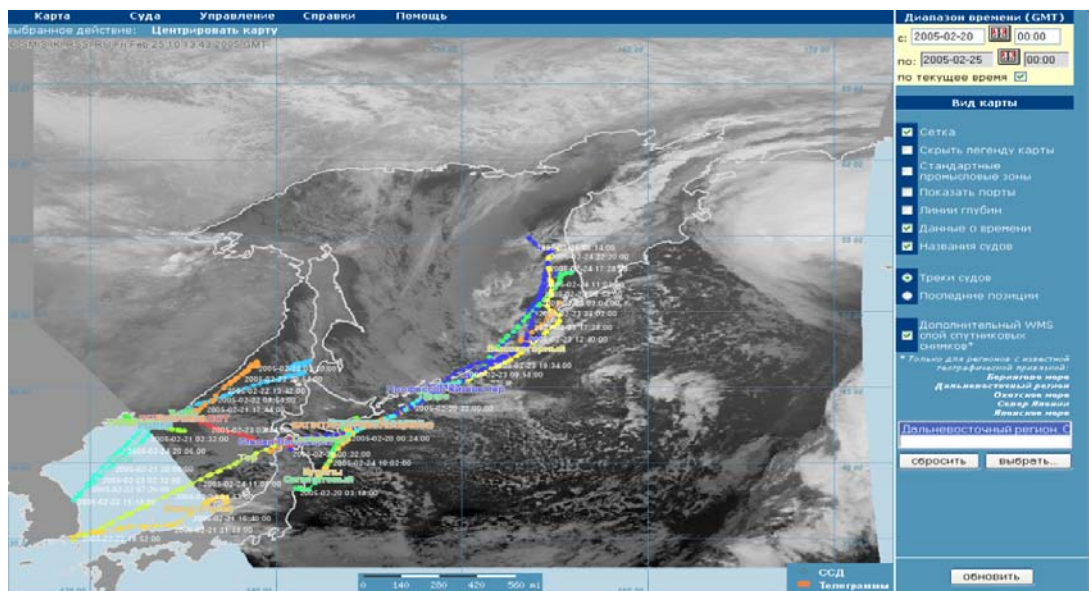


Рис.7.1 Один из интерфейсов обеспечивающий работу с информацией системы мониторинга водных биоресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов

Универсальный приборный бортовой процессор (УБП) для космического эксперимента

Основная проблема в современных космических экспериментах на КА, работающих на больших удалениях от Земли, состоит в непредсказуемости времени появления тех или иных явлений, представляющих научный интерес, и ограниченности объема данных, которые могут быть переданы на Землю. При современном прогрессе в области создания запоминающих устройств большой емкости самым узким местом здесь является телеметрическая радиолиния, ограничения пропускной способности которой являются принципиальными. Выход, по нашему мнению, состоит в дополнении традиционной телеметрической системы с ее ограниченной пропускной способностью отдельной бортовой системой, получающей от конкретного научного прибора максимальный объем информации, накапливающей ее в течение некоторого времени и анализирующей ее с целью выяснить научную ценность полученных данных. Алгоритм анализа может уточняться в процессе работы и программа для анализа может быть модифицирована в полете.

Предлагается в последующих экспериментах по сбору космических данных принципиальное развитие идеологии таким образом, чтобы экспериментатор, помимо традиционного получения и складирования сырых физических данных на Земле, участвовал в самом ходе их обработки и промежуточного хранения на борту объекта. Такое изменение идеологии ведет к принципиальному изменению позиции физика-экспериментатора и приближает космический эксперимент к лабораторному. В то же время, для исключения возможных потерь на начальной стадии полета и по мере необходимости предлагается использовать полностью сохраненные возможности системы сбора научной информации (ССНИ), хорошо знакомые участникам проекта Интербол и обеспечивающие эффективный сбор исходных данных.

Целью данной работы явилась разработка архитектуры современного универсального бортового процессора, создание макета и прототипа программного обеспечения к нему.

В ходе выполнения работ по теме «Универсальный приборный бортовой процессор (УБП) для космического эксперимента» были получены научные и практические результаты, позволяющие в дальнейшем использовать их в космическом приборостроении.

Области применения:

Результаты работы могут найти практическое применение, как в космическом, так и в обыкновенном приборостроении.

В настоящее время эта работа нашла практическое использование в двух проектах, выполняемых отделом Разработки и обслуживания микропроцессорной техники и математического обеспечения №75:

1. «Разработка и создание прибора ССНИ-2 для КА «Спектр-Р»» и «Разработка и создания комплекса научной аппаратуры «ПЛАЗМА-Ф»»
2. «Разработка и изготовление прибора ДПК для измерения параметров окружающей атмосферы на РС МКС»

Работа проводилась в соответствии с планом НИР ИКИ РАН; в рамках гранта Института «Перспектива» в 2003-2004 гг. «Особенности построения интеллектуальной бортовой системы обработки научных данных физического эксперимента».

к.ф.-м.н.Л.С. Чесалин, lchesali@mx.iki.rssi.ru 333-30-67, Лакутина Е.В., Круковская Е.В.

Выездной семинар: "Современные и перспективные разработки и технологии в космическом приборостроении". г.Таруса, 25-27 марта 2003г. Тезисы докладов, с. 27; L. Chesalin, A.Fedorov, V. Lutsenko, G. Zastenker. On-Board Scientific Data Treatment Model. EGS-AGU-EUG Joint Assembly. Nice, France, 06 - 11 April 2003. p.458)

Завершение ОКР по созданию аппаратуры БТН-М1

В 2006 году в лаборатории №503 космической гамма-спектроскопии был полностью завершен ОКР по изготовлению, испытаниям и отработкам научной аппаратуры БТН-М1 для проведения научного эксперимента «БТН-Нейтрон» на Российском Сегменте Международной Космической Станции. Эта аппаратуры состоит из блока БТН-БД для регистрации нейтронов, гамма-лучей и заряженных частиц, который устанавливается на внешней поверхности служебного модуля «Звезда» (рис. 7.2), и блока БТН-МЭ для обеспечения энергопитания и управления прибором, который устанавливается внутри служебного модуля (рис.7.2). Аппаратура была создана в 2002-2006 годах, причем для блока детектирования БТН-МД использовался первый летный образец ЛО-01 прибора «ХЕНД», разработанного в ИКИ РАН в 1997-2001 годах для изучения нейтронного излучения Марса на борту космического аппарата НАСА «Марс Одиссей». Второй летный образец ЛО-02 указанного прибора уже более пяти лет продолжает успешно работать на околомарсианской орбите.



Рис.7.2. Детекторный блок БТН-МД (слева) и электронный блок БТН-МЭ (справа) аппаратуры БТН-М1

В октябре 2006 года аппаратура БТН-М1 была доставлена на борт МКС на космическом аппарате «Прогресс-58». В настоящее время проведены установка и тестовые включения внутри-корабельного блока БТН-МЭ. Во время выхода экипажа 14-ой экспедиции в открытый космос 23 ноября 2006 запланирована установка внешнего блока БТН-МД и тестовые включения аппаратуры БТН-М1 в полной сборке.

До конца 2006 года должна начаться программа научных измерений по эксперименту «БТН-Нейтрон». В этой программе будут получены синхронные данные о потоках нейтронов в широком энергетическом диапазоне от 0.4 эВ до 15 МэВ на околоземной орбите МКС (эксперимент «БТН-Нейтрон») и на околомарсианской орбите аппарата НАСА «Марс Одиссей» (эксперимент «ХЕНД»). Изучение этих данных позволит выполнить сравнительный анализ нейтронного альbedo верхней атмосферы Земли и поверхности Марса в условиях спокойного Солнца и во время мощных солнечных вспышек, изучить потоки нейтронного излучения в различных направлениях от активного Солнца. Кроме этого два прибора ХЕНД и БТН-М1 будут проводить непрерывный мониторинг космических-гамма-всплесков для определения небесных координат их источников методом межпланетной триангуляции.

Аппаратура БТН-М1 создана специалистами ИКИ РАН по заказу РКК «Энергия» им. С.П.Королева по программе МКС-Наука Федерального космического агентства. Совместные измерения в экспериментах «ХЕНД» и «БТН-Нейтрон» позволят экспериментально оценить нейтронную компоненту радиационного фона космического аппарата на всех участках межпланетного перелета Земля-Марс-Земля, знание о которой необходимы для планирования будущих марсианских экспедиций.

2007г.

**Космический эксперимент «БТН-Нейтрон» на Российском сегменте МКС:
завершение ОКР, летные испытания аппаратуры БТН-М1 и успешное начало
исследований фонового нейтронного излучения Земли**

С 2001 по 2007 годы в лаборатории №503 космической гамма-спектроскопии ИКИ РАН проводились работы по разработке и созданию аппаратуры БТН-М1 для реализации научного эксперимента «БТН-Нейтрон» на борту Российского сегмента МКС. Кроме Института космических исследований РАН, в этих работах принимали участие сотрудники Института машиноведения им. А.А.Благонравова РАН, Объединенного института ядерных исследований, РКК «Энергия» им. С.П. Королева и Центра подготовки космонавтов им. Ю.А.Гагарина

Целями этого эксперимента являются:

- исследование вторичного нейтронного излучения верхней атмосферы Земли под воздействием энергичных заряженных частиц в магнитосфере;
- исследование нейтронной компоненты солнечных вспышек;
- исследование нейтронной компоненты радиационного фона на борту МКС.

Особенностью проведения эксперимента «БТН-Нейтрон» на борту МКС является возможность синхронных измерений нейтронного излучения Марса в российском эксперименте ХЕНД на борту автоматической межпланетной станции НАСА «Марс Одиссей». Совместная обработка данных измерений с двух приборов на орбитах вокруг Земли и Марса создает уникальную возможность для стереоскопических измерений с различных точек Солнечной системы потоков нейтронов от солнечных вспышек, для сравнения вариаций радиационной обстановки на различных фазах солнечного цикла, и также для сравнения радиационных условий на околоземных и межпланетных космических аппаратах.

Для регистрации нейтронов в составе аппаратуры БТН-М1 используется второй лётный образец прибора ХЕНД, который был создан по заказу Роскосмоса для проекта НАСА «Марс Одиссей». Созданные дополнительно блоки аппаратуры БТН-М1 обеспечили сопряжение прибора ХЕНД со служебными системами МКС, его установку на внешней стороне служебного модуля «Звезда» и обеспечение теплового режима (рис. 7.3 и 7.4). Работы по созданию и отработкам аппаратуры БТН-М1 были выполнены в ИКИ РАН по контракту с РКК «Энергия» на основании контракта № 828 от 15.03.2002 г. в рамках проекта Роскосмоса «МКС-Наука».

В октябре 2006 года аппаратура БТН-М1 была доставлена на РС МКС на ТГК «Прогресс М-358». Космонавт М.В. Тюрин (экспедиция МКС-14) произвел установку и подключение блока БТН-МЭ к бортовым системам РС МКС в ноябре 2006г (рис. 7.5). Была также произведена подготовка блока БТН-МД к выносу в открытый космос. Он был установлен на штатное место на внешней поверхности МКС во время двух выходов в открытый космос космонавта России М. Тюрин и астронавта США М. Лопес-Алегрия 23 ноября 2007 года и 22 февраля 2007 года (рис. 7.6).



Рис.7.3. Детекторный блок БТН-МД предназначен для установки вне гермоотсека на внешней поверхности модуля «Звезда»



Рис.7.4. Блок электроники БТН-МЭ предназначен для установки внутри гермоотсека модуля «Звезда»



Блок БТН-МЭ закреплён за п. 244 с помощью 4-х растяжек, зафиксированных за элементы конструкции.

Рис.6.5. Блок электроники на штатном месте на борту МКС



ISS014E14536_1

Рис. 6.6. Астронавт М.Лопез-Алегррия во время установки детекторного блок БТН-МД на внешней поверхности служебного модуля «Звезда»

26 февраля 2007 года аппаратура БТН-М1 была включена в режим научных измерений. До 14 июня 2007 года аппаратура работала в режиме штатной эксплуатации с настройками «по умолчанию». Привязка времени производилась по командам ЦУПа. 14 июня 2007 года управление аппаратурой БТН-М1 и временная привязка данных были переключены к служебному Блоку Сервера Полезной Нагрузки (БСПН), и аппаратура была переведена в режим штатной эксплуатации с настройками, произведёнными по командам с Земли.

За весь период работы в феврале 2007 года аппаратура БТН-М1 функционирует штатно без замечаний, все параметры находятся в допустимых пределах. Научные данные

в сеансах связи с МКС поступают в базу данных наземного сегмента эксперимента «БТН-Нейтрон» в ЦУП-М и передаются в ИКИ РАН для обработки. Общий объем данных измерений составляет около 1,6 Мбайт в сутки.

По результатам измерений аппаратурой БТН-М1 построены карты нейтронного и гамма-излучения верхней атмосферы Земли на орбите МКС (пример карты излучения эпитепловых нейтронов представлен на рис. 7.7).

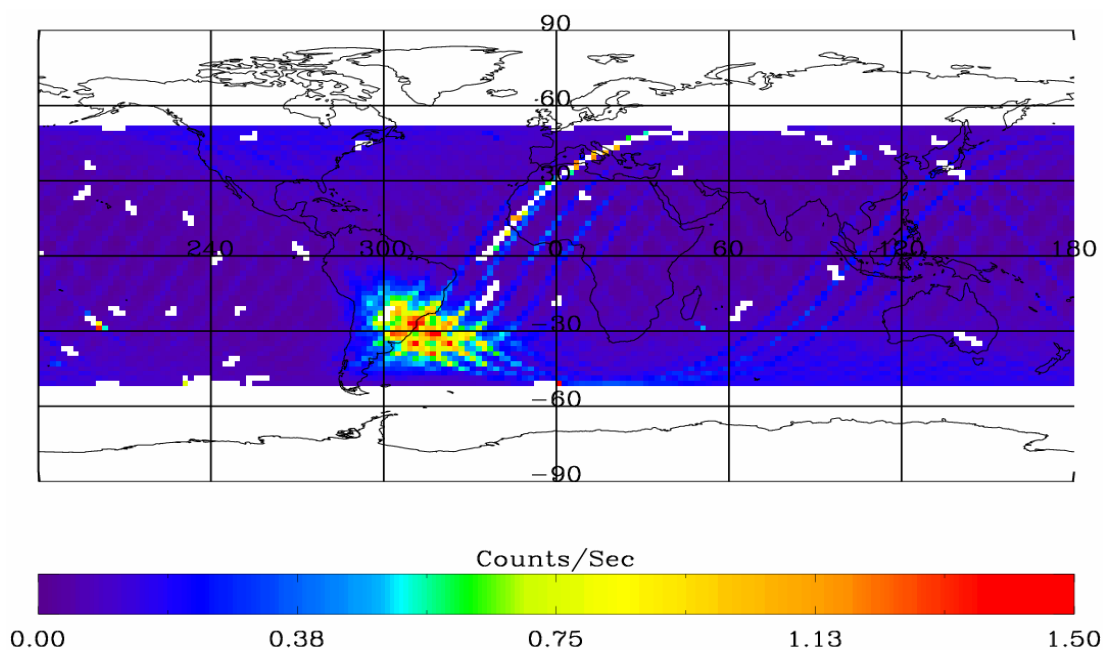


Рис.7.7. Карта излучения эпитепловых нейтронов на орбите МКС по данным эксперимента «БТН-Нейтрон»

На этих картах хорошо видно увеличение скорости счета нейтронов на высоких широтах и также в области Южно-Атлантической Магнитной аномалии. В этих районах происходит увеличение потока энергичных заряженных частиц в верхней атмосфере Земли, что приводит в возрастанию вторичного нейтронного излучения.

Измерение потока нейтронов на различных участках орбиты станции позволило выполнить первые оценки нейтронной компоненты радиационного фона на борту МКС и построить глобальную карту дозы от нейтронов (рис. 7.8).

За весь период наблюдений с февраля по ноябрь 2007 г. не были зарегистрированы проявления солнечной активности, и данные измерений характеризуют фоновую обстановку в период спокойного Солнца. Продолжение экспериментов «БТН-Нейтрон» на МКС и ХЕНД на аппарате «Марс Одиссей» в 2008-2013 годах позволит выполнить синхронные измерения мощных солнечных вспышек на фазе нарастания нового солнечного цикла из точек на околоземной и околомарсианской орбитах.

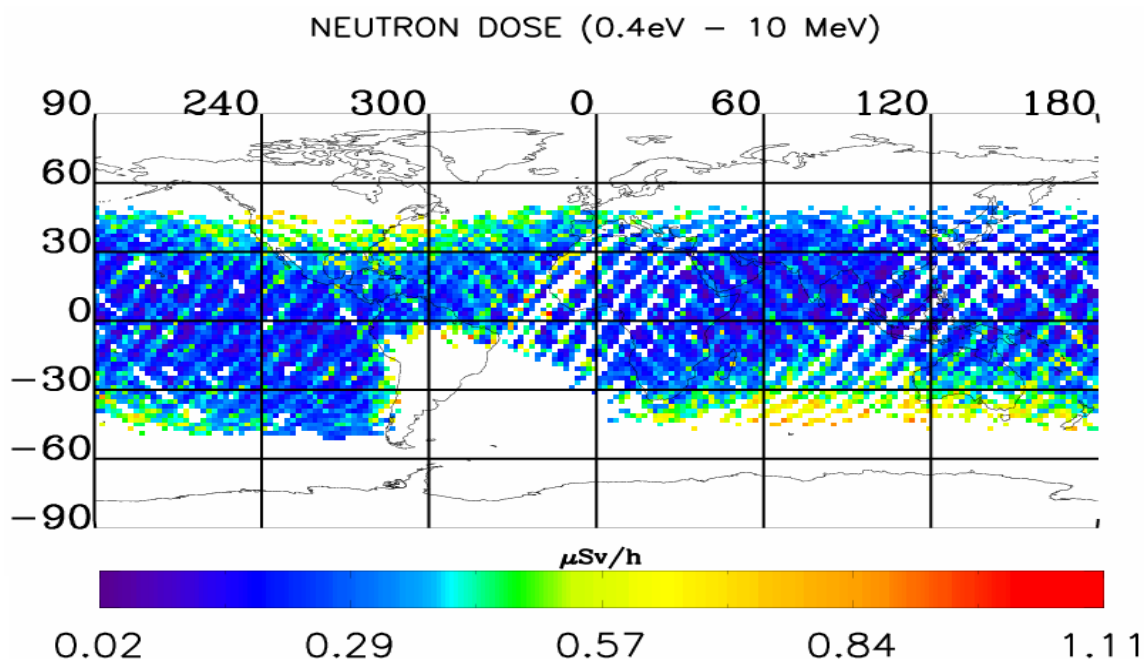


Рис.7.8. Карта скорости накопления нейтронной компоненты дозы по данным эксперимента «БТН-Нейтрон» за февраль – июнь 2007г. Исключен район Южной Магнитной Аномалии, который в настоящее время изучается в отдельном исследовании.

На начальном этапе эксперимента «Нейтрон-БТН» в 2007 году были получены следующие результаты:

- 1) Измерены спектральная плотность потока нейтронов вдоль орбите МКС в энергетическом диапазоне от 0.4 эВ до 10 МэВ.
- 2) Выполнена оценка нейтронной компоненты радиационного фона над атмосферой Земли на высоте орбиты МКС.
- 3) Проведены натурные испытания новых перспективных сцинтилляционных кристаллов в условиях космической радиации и получены выводы о возможности их использования для космических экспериментов по гамма-спектроскопии.

Технология использования данных, поступающих со спутниковых РЛС

В 2007 году в рамках работ по созданию и развитию Отраслевой системы мониторинга рыболовства (ОСМ), которые ведутся в ИКИ РАН совместно с другими организациями (в первую очередь с ФГУ КЦСМ, ФГУ «Нацрыбресурс», ЗАО «Транзас», ФГУ МРЦМ и др.) начиная с 1999 года, прошла опытную эксплуатацию технология использования данных, поступающих со спутниковых РЛС, для осуществления независимого контроля позиционирования судов. Тестирование технологии осуществлялось совместно с Камчатским центром связи и мониторинга. Проведенная опытная эксплуатация показала, что технология готова к практическому внедрению в ОСМ. В настоящее время с технологией ознакомлены пользователи ОСМ, в частности ФПС ФСБ РФ, которые дали предлагаемой технологии высокую оценку.

Научный руководитель разработки:

К.ф.м.н. Пыркков В.Н. 333-53-13 pyrkov@smis.iki.rssi.ru

0.5x0.5° по поверхности), сформированной в ИКИ РАН на основе спутникового мониторинга Земли (полосовых данных приборов SSM/I, программа DMSP).

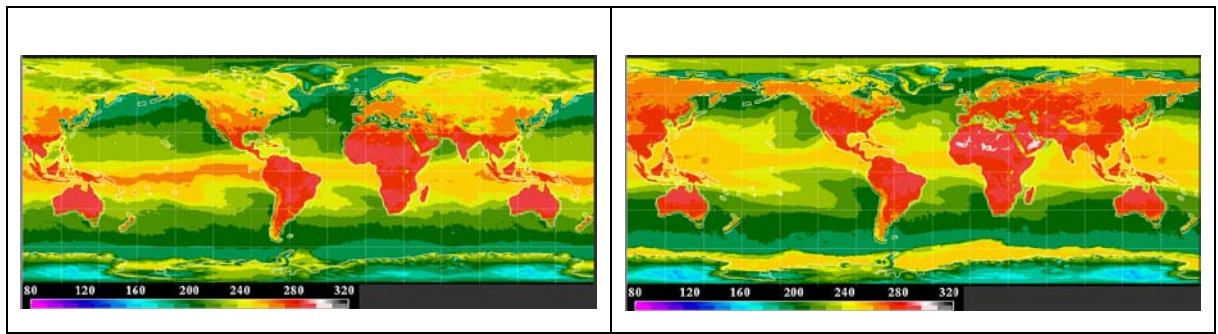


Рис.7.10.

Пространственное распределение влагозапаса тропосферы (интегрального по высоте количества водяного пара в тропосфере) хорошо согласуется с динамикой Эль-Ниньо, влияющего на структуру общей циркуляции атмосферы и развивающегося под ее влиянием, т.е. представляющего собой хороший пример существования прямых и обратных причинно-следственных связей в системе океан-атмосфера.

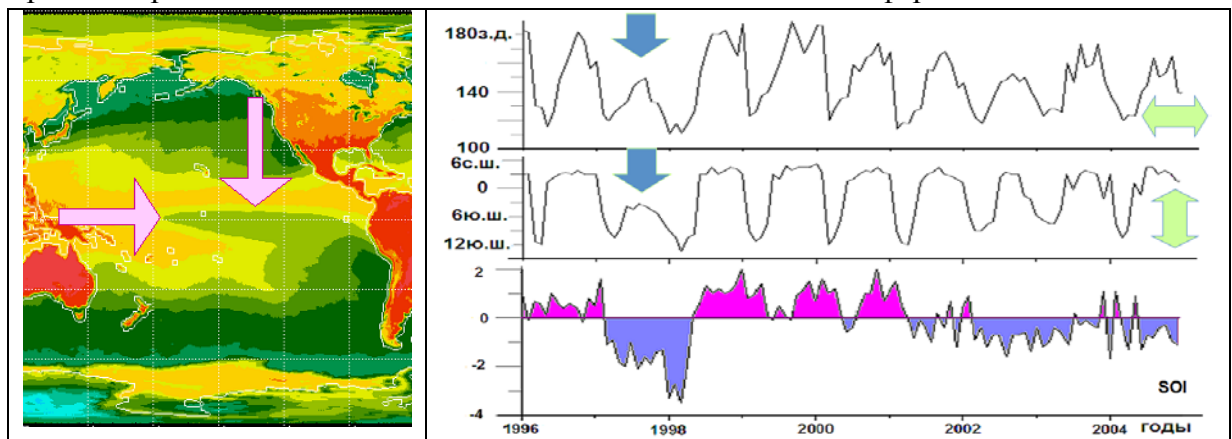


Рис.7.11.

Эль-Ниньо развивается в Тихом океане в экваториальном восточном зональном атмосферном потоке, но имеет более ранние проявления в динамике атмосферы средних широт - в возмущениях западного зонального течения. Глубина проникновения "языка" сухого прохладного воздуха из зоны Юго-Тихоокеанского центра действия на северо-запад заметно уменьшается в периоды сильного Эль-Ниньо и может служить предиктором развития и интенсивности этого катастрофического природного явления (для сравнения на графике приведен индекс Южного колебания).

Астафьева Н.М. Мониторинг и некоторые возможности прогноза явления Эль-Ниньо с использованием глобальных радиотепловых полей Земли в микроволновом диапазоне // Шестая всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 10-14 ноября 2008 г. Сборник тезисов конференции. С. 111.

Обнаружение вторичного загрязнения морской поверхности как следствия Керченской катастрофы по данным космических РСА

11 ноября 2007 года в результате штормового ветра и волнения моря в Керченском проливе и акватории Черного моря потерпели крушение 12 судов. Танкер «Волгонефть-139», перевозивший 4777 т мазута, разломился на две части, около двух тысяч тонн нефтепродуктов вылилось в море. Сразу после катастрофы сотрудниками лаборатории Аэрокосмической радиолокации отдела Исследования Земли из космоса ИКИ РАН был организован спутниковый мониторинг последствий катастрофы с помощью данных радиолокационного зондирования: ASAR Envisat, Radarsat, TerraSAR-X и ERS-2 SAR для определения масштабов загрязнений. Были выявлены районы, которые подверглись наибольшему загрязнению. Результаты обработки спутниковых данных сравнивались с результатами численного моделирования, выполненного сотрудниками ГОИН и с официальной информацией. Проведенные исследования доказали, что в море после шторма поступил не только мазут из танкера "Волгонефть-139", но и нефтепродукты из выброшенных на мель других судов, которые пытались спастись после шторма, сливая балластные воды, содержавшие нефтепродукты, а, возможно, и топливо бункера.

В течение весны-осени 2008 года в рамках оперативного спутникового мониторинга состояния и загрязнения вод прибрежной полосы российского сектора Азовского и Черного морей изучались вторичные загрязнения морской поверхности. Весенне-летний прогрев морской воды привел к всплыванию осевших на дно нефтепродуктов. К тому же, носовая часть танкера с остатками нефтепродуктов оставалась на месте катастрофы до 13 августа 2008 г., что также способствовало постоянным загрязнениям морской поверхности. В течение июня – августа 2008 г. была получена серия РЛИ, на которых отчетливо проявились пленки нефтепродуктов в районе катастрофы. Данные пленки, распространяясь под действием ветра и течения на несколько километров, являлись своего рода трассерами, позволившими изучать циркуляционные процессы в Керченском проливе. Наиболее информативные снимки и результаты их обработки представлены на сайте http://www.iki.rssi.ru/asp/dep_moni.htm.

В рамках экспедиционного проекта РФФИ 08-05-10081-к в сентябре 2008 г. были проведены подспутниковые наблюдения в Таманском заливе и на косе Тузла. Выявлены многочисленные загрязнения южной оконечности косы Тузла мазутом, выброшенным на берег после катастрофы.

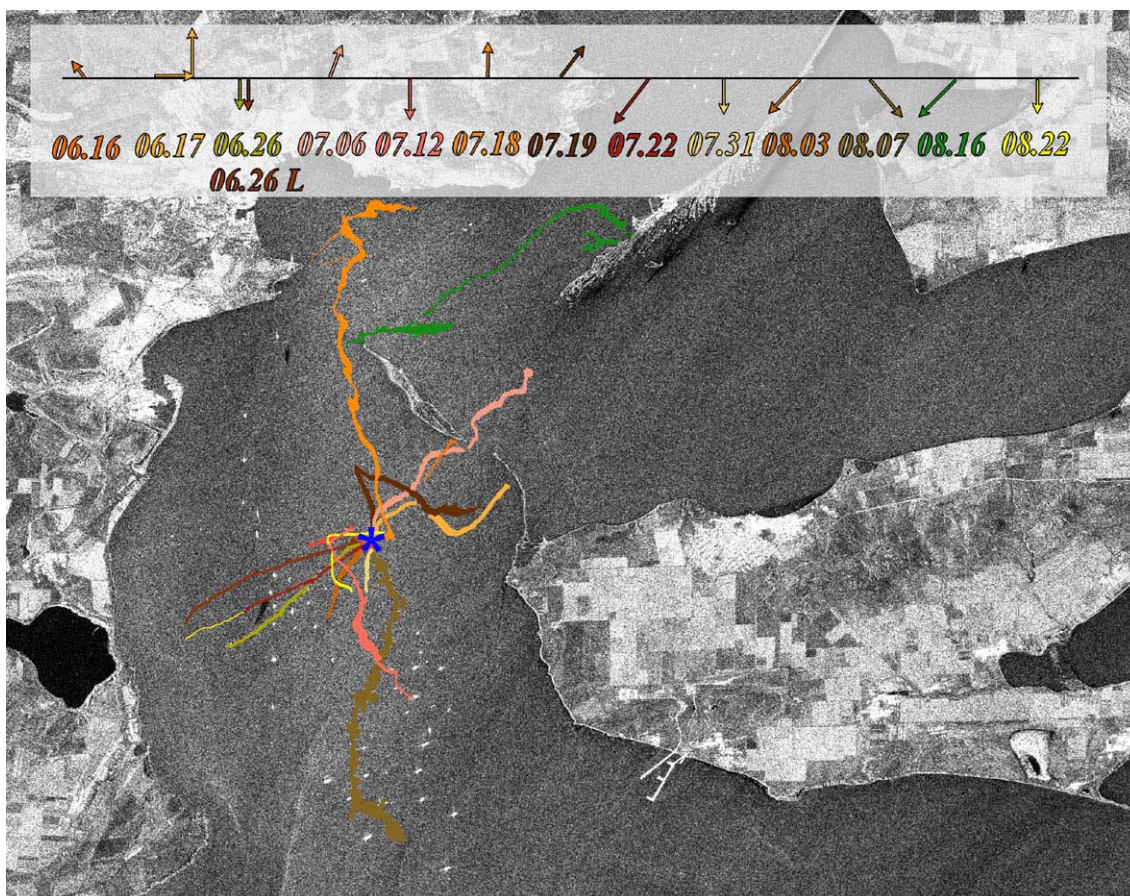


Рис.7.12. Обобщенная карта загрязнений в Керченском проливе в июне - августе 2008 года. Стрелками показана скорость и направление ветра на момент радиолокационной съемки

Лаврова О.Ю., канд. физ.-мат. наук, 333-42-56, olavrova@iki.rssi.ru

Lavrova O.Yu., Mityagina M.I., Karimova S.S., Storchkov A.Ya. Satellite monitoring of the catastrophic oil spill in the Kerch Strait // The Ninth Biennial Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC 2008), 2-6 December 2008, Guangzhou, China

Olga Lavrova, Marina Mityagina and Tatiana Bocharova. Satellite monitoring of sea surface state of Russia's coastal zone of the Black and Azov Seas. SeaSAR 2008. 21-25 January 2008, ESRIN, Frascati, Italy.

Лаврова О.Ю., Бочарова Т.Ю., Митягина М.И., Строчков А.Я. Спутниковый мониторинг последствий катастрофического разлива нефтепродуктов в Керченском проливе. Тезисы Шестой Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». ИКИ РАН. Москва, 10–14 ноября, 2008, с.194, 2008.

Создание специальных кодов и алгоритмов многопогорового декодирования

Впервые через 40 лет после появления единственных применяемых в цифровой технике двоичных кодов, известных как коды Рида-Соломона (РС), созданы специальные коды и алгоритмы многопогорового декодирования (QMПД) для таких двоичных кодов, которые позволяют обеспечивать достоверности коррекции ошибок, на 3 - 7 порядков более высокие при одновременно более быстрое на 2 - 4 и более порядков алгоритме восстановления данных по сравнению с кодами РС.

Результаты данного исследования имеют уровень открытия в области цифровой обработки.

Предложенные МПД оказываются хорошей заменой кодов РС практически во всех сферах применения малоизбыточных кодов, в частности, в сверхбольших специализированных видео- и аудио- базах данных, в том числе для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). При этом будет обеспечено гарантированное восстановление любых фрагментов таких баз при практически любой реальной недостаточно высокой надёжности носителей данных, используемых сейчас и в обозримом будущем.

По данной теме в 2008 г. опубликовано 8 работ, а также получен патент на полезную модель.

Влияние космической погоды на здоровых и больных людей

Выявлена магниточувствительность здоровых людей и пациентов, страдающих артериальной гипертонией и подвергавшихся лечению. (Общая база данных 143 человека). Магниточувствительностью считалась реакция повышения артериального давления на 30 мм Hg относительно характерной для данного индивидуума средней величины. Отношение нечувствительных к магниточувствительным у здоровых людей составило 40% к 60%. У гипертоников магниточувствительность составила 84%, в то время как нечувствительных было 16%. Больные гипертонией пациенты реагировали на геомагнитные бури с запозданием на 1–2 дня, в то время как здоровые люди реагировали кратковременным подъемом давления без запаздывания. Реакция «опережения» на одни сутки, наблюдавшаяся у нескольких здоровых людей, была связана с магнитными бурями, которым предшествовало внезапное начало, обусловленными приходом к Земле ударной волны от Солнца и возрастанием потока протонов. В это же время наблюдался рост ULF – индекса, характеризующего интенсивность (рост амплитуды) микропульсаций в диапазоне Pc5. Полученные результаты свидетельствуют, что реакцию больных на космическую погоду следует учитывать при разработке мер лечения и профилактики гипертонии. Информация о степени и характере индивидуальной чувствительности к внешним факторам актуальна также и для здоровых людей, функциональные обязанности которых связаны с постоянным напряжением внимания и высокой ответственностью – машинистов электропоездов, пилотов самолетов, авиадиспетчеров, операторов атомных станций.

Зенченко Т.А. к.ф.-м.н. и Т.К.Бреус, д.ф.-м.н., тел: 3333012, e-mail: breus36@mail.ru (соисполнители - ИТЭБ РАН, STIL-BAS -Болгария, ИФЗ РАН, ММА им. И. Сеченова РАМН)

Зенченко Т.А., Цагареишвили Е.В., Ощепкова Е.В., Рогоза А.Н., Бреус Т.К. К вопросам влияния геомагнитной и метеорологической активности на больных артериальной гипертонией. “Клиническая медицина”, 2007, №1, стр 31-35

Ozheredov V.A., Dimitrova S. Defining magnetosensitive people by forecasting based on Space weather conditions as a validation, Abst. 5-th European Space weather week, 17-21 Nov. 2008, p.61;

Ozheredov V.A., Breus, T.K. Gurfinkel Y.I., Application of forecasting procedures to the quest of revealing influence factors hierarchy, Fundamental Space Research, Sunny Beach, Bulgaria, 21-28 Sept.2008, p.310-311.

2009г.

**Разработка автоматического метода и технологии динамического картографирования наземных экосистем по данным спутниковых наблюдений.
Создание карты наземных экосистем Северной Евразии по данным среднего пространственного разрешения**

За отчетный период проведено усовершенствование технологии локально-адаптивной обучаемой классификации типов наземных экосистем по спутниковым данным. В частности, внедрено использование детальных баз данных априорных вероятностей встречаемости типов наземных экосистем. Это обеспечило возможность на этапе классификации по композитным изображениям MODIS в полной мере использовать тематические продукты, полученные с помощью специализированных алгоритмов выявления некоторых типов земного покрова. Созданные базы данных получены методами анализа временных рядов спутниковых наблюдений (выявление пройденных огнем территорий) и с помощью средств ГИС-анализа (границы зон тундры, степи, участки повреждения лесов насекомыми и др.), а также на основе экспертных знаний о пространственном распределении наземных экосистем.

Вычислительный комплекс локально-адаптивной обучаемой классификации был оптимизирован для многократной классификации исследуемой территории. Данная возможность необходима для эффективной организации работы по совершенствованию продукта картографирования путем экспертного поиска ошибок, модификации обучающих данных и повтора классификации. Удалось сократить затраты времени на классификацию путем выделения участков изменений и ограничения объема вычислений, что сделало возможным регулярное получение текущих версий продукта картографирования. Для управления классификацией и доступа к результатам вычислительный комплекс оснащен web-интерфейсом.

Завершена работа над первой версией карты растительности России с пространственным разрешением 250 м, полученной по данным прибора Terra-MODIS 2005 г. При классификации использованы очищенные от влияния облачного и снежного покрова помесечные композитные изображения. В качестве источников для обучения использованы карта наземных экосистем Северной Евразии, полученная по спутниковым данным прибора SPOT-Vegetation с пространственным разрешением 1 км, карта лесов СССР, циркумполярная карта арктической растительности и другие источники. Легенда новой карты состоит из 21 типа земного покрова, в том числе 8 типов лесной растительности.



Рис. 7.13. Карта растительности России по данным MODIS

Проведена экспериментальная оценка возможности картографирования многолетней динамики растительного покрова территории России. С использованием обучающих баз данных, подготовленных в рамках разработки карты растительности России 2005 г., было проведено ретроспективное картографирование растительности на основе классификации композитных изображений MODIS 2002 г. Исследование подтвердило принципиальную возможность повторения результата картографирования на многолетних временных сериях спутниковых изображений. В настоящее время ведется разработка методики дифференциации обнаруженных изменений по основным категориям, включая процессы повреждения, восстановления и замещения типов растительности, а также детектирования ложных изменений, связанных с вариациями условий спутниковых наблюдений.

Завершены исследования и разработка первого в России и в мире высокоскоростного декодера цифровых потоков для космических и спутниковых каналов с особо высоким уровнем шума на основе многопороговых алгоритмов декодирования (МПД), разрабатываемых в ИКИ РАН

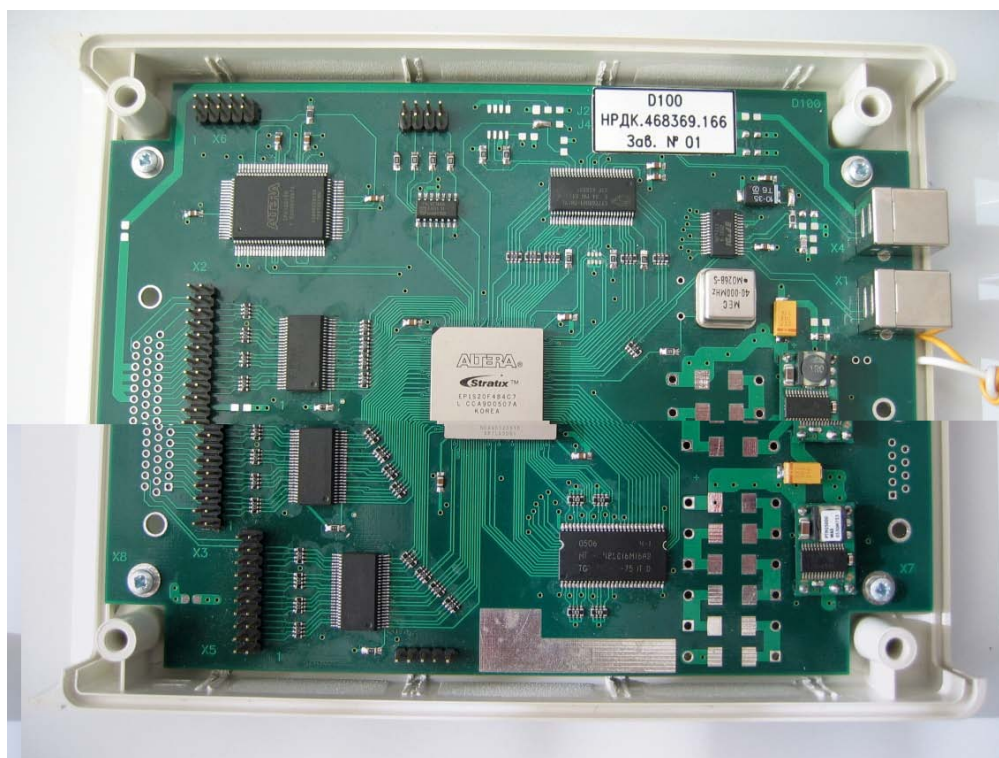


Рис.7.14. Высокоскоростной декодер цифровых потоков

Созданное устройство коррекции ошибок на скоростях более 1 Гбит/с позволяет решить все проблемы связи и на произвольно высоких скоростях передачи данных вплоть до 30 Гбит/с и более благодаря возможности применения новых запатентованных в 2007-2009 гг. в ИКИ РАН решений по этому важнейшему для космических исследований направлению.

Применение МПД декодеров, работающих на принципах, до сих пор не используемых за рубежом, позволяет многократно повысить к.п.д. использования очень дорогих спутниковых и космических каналов связи. Это эквивалентно одновременному запуску на околоземную орбиту сразу от 3-х до 8-ми космических аппаратов, не применяющих эффективное кодирование, которые будут эквивалентны всего лишь одному спутнику для ДЗЗ, содержащие такие системы помехоустойчивого кодирования с МПД алгоритмами, разрабатываемые в ИКИ РАН.

МПД алгоритмы непосредственно применимы и во всех цифровых каналах связи общего назначения с особо высокими требованиями к достоверности передачи данных.

По данной теме в 2009 г. опубликовано 18 работ, а также получен патент на изобретение. В.В.Золотарёв. «Способ декодирования помехоустойчивого кода». - Патент на изобретение с приоритетом от 21.06.2007, выдан в 2009 году.

Исследования по данной тематике поддерживаются грантом РФФИ № 08-07-00078. Руководитель темы д.т.н., проф., Лауреат премии правительства РФ по науке и технике Золотарёв В.В. Тел. +7-(495)-333-45-45 zolasd@yandex.ru , www.mtdbest.iki.rssi.ru .

2010г.

Разработка автоматической технологии выявления аномальных изменений состояния растительного покрова по спутниковым данным

В ИКИ РАН разработана автоматическая технология выявления аномальных изменений растительности на основе имеющихся уникальных многолетних архивов данных спутниковых наблюдений по территории России. Технология использована для анализа состояния лесов и сельскохозяйственных посевов в условиях экстремальной засухи лета 2010 года. Выявлены регионы с пострадавшими посевами и проведена оценка их площадей для всех административных районов России. Анализ спутниковых данных позволил оценить аномальные изменения состояния лесов под воздействием засухи, которые впервые за последние десять лет наблюдаются на территории России.

Разработана автоматическая технология выявления аномальных изменений состояния растительного покрова на основе использования многолетних временных рядов данных спутниковых наблюдений. В качестве индикатора состояния растительности используется определяемый по спутниковым данным вегетационный индекс NDVI, получаемый на основе данных прибора MODIS и степень его отклонения от среднего многолетнего поведения. В основу технологии легли разработки ИКИ РАН, обеспечивающие полностью автоматизированную обработку спутниковых данных и ведение их архивов. Они позволили создать в ИКИ РАН уникальные многолетние архивы спутниковых наблюдений по территории России, осуществить их обработку и построить многолетние «нормы» поведения растительности, которые и легли в основу разработанной технологии выявления аномальных изменений.

Указанная технология была использована для оперативного анализа состояния лесов и сельскохозяйственных посевов в Европейской части России в условиях экстремальной засухи лета 2010 года. Проводился еженедельный автоматизированный анализ информации с середины июня, когда были выявлены первые изменения посевов связанных с засухой, до конца сезона вегетации. В конце сезона вегетации была проведена оценка площадей пострадавших от засухи посевов во всех административных районах России. Полученные данные использовались для анализа ситуации на рынках зерна не только специалистами МСХ России, но и Департаментом сельского хозяйства Европейской комиссии.

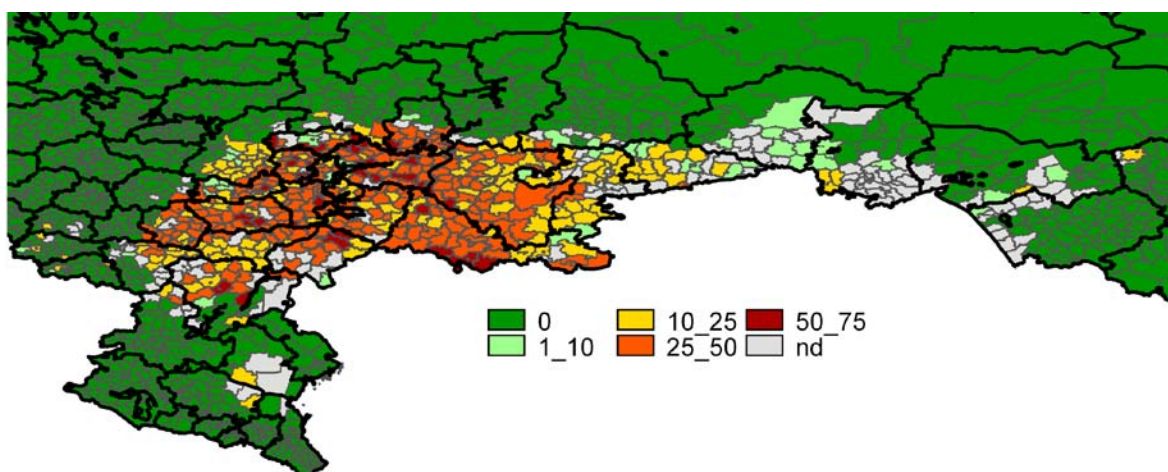


Рис.7.15. Результаты спутниковой оценки площади посевов (%), пострадавших от засухи 2010 года в разрезе административных районов

Следует особо отметить, что наблюдавшаяся засуха вызвала не только массовую гибель сельскохозяйственных посевов, но и привела к аномальным изменениям состояния лесов. Выполненный ИКИ РАН анализ спутниковых данных позволил выявить в ряде регионов Европейской части России изменения состояния лесов, впервые наблюдаемые на территории страны за период регулярных спутниковых съемок.

Для работы с оперативно обновляющейся информацией о состоянии растительности в различных регионах России в рамках информационной системы TerraNorte (<http://terranorte.iki.rssi.ru/>), которая создается и поддерживается ИКИ РАН создан раздел, доступ к которому можно получить по адресу <http://193.232.9.72/terranorte/index.sht>. Пользователи системы имеют возможность анализировать отклонения текущего состояния растительного покрова от его среднего за последнее десятилетие фенологического поведения.

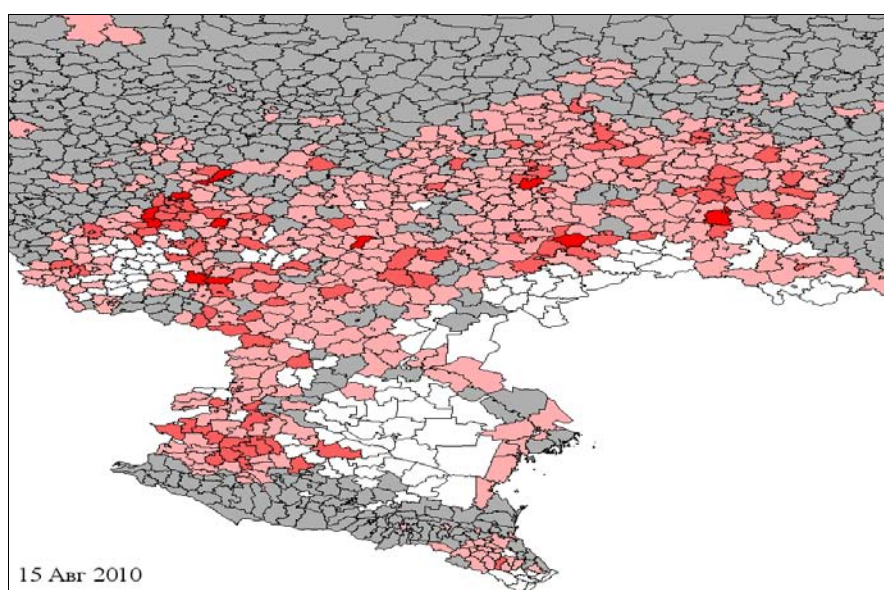


Рис.7.16. Выявленная по спутниковым данным зона аномального состояния лесов по состоянию на 15.08.2010. На карте показаны районы, в которых величина вегетационного индекса на покрытых лесом территориях, опустилась ниже среднемноголетнего значения на 10% (розовый цвет) и на 30% (красный цвет)

Обнаружение нового физического механизма эволюции нефтяных загрязнений (на примере катастрофического разлива нефти в Мексиканском заливе)

Разработан новый подход к созданию прогноза дрейфа и эволюции нефтяного пятна на основе данных спутникового зондирования, при котором определяющим фактором является учет мезомасштабной циркуляции. Составлен полностью подтвердившийся прогноз распространения гигантской «нефтяной» струи, образовавшейся после аварии в Мексиканском заливе при попадании нефтяного пятна в зону интенсивного вихревого диполя. Как и было спрогнозировано, загрязнение не достигло берегов Флориды и не попало в Гольфстрим, а будучи захваченным циклоническим вихрем, распалось на фрагменты и диссипировало.

При проведении оперативного комплексного анализа мультисенсорных спутниковых и метеорологических данных района аварии в Мексиканском заливе было выявлено, что при составлении прогнозов дрейфа нефтяных загрязнений, когда речь идет не о поверхностной пленке, а о пятне сырой нефти, в первую очередь надо учитывать не влияние ветра и волнения, что обычно закладывается в модели, а мезомасштабную циркуляцию в районе загрязнений.

Это открытие нашло наиболее яркое отражение при объяснении причин и составлении прогноза дальнейшего распространения гигантской «нефтяной» струи, которая образовалась 17 мая и распространилась из района утечки нефти в юго-восточном на 300 километров. Нашему коллективу удалось не только объяснить причины образования струи, но и сделать прогноз ее распространения, который полностью оправдался в дальнейшем. Нами было показано, что струя образовалась в результате попадания пятна нефтяного загрязнения в поле действия интенсивного и гигантского дипольного вихря общим поперечным размером 300 км. Анализ спутниковых данных позволил нам сделать точный прогноз, полностью оправдавшийся в дальнейшем, что «нефтяная струя» не вынесет загрязнения к западным берегам Флориды, или в Гольфстрим, а будет захвачена циклоническим вихрем, распадется на отдельные фрагменты и диссипирует.

Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Строчков А.Я. (ИКИ РАН), Костяной А.Г. (ИО РАН)

О. Ю. Лаврова, А. Г. Костяной. Катастрофический разлив нефти в мексиканском заливе в апреле–мае 2010 г. // Исследование земли из космоса, 2010, № 6, с. 67–72.

Лаврова О.Ю., зав.лаб. ИКИ РАН, 3334256, olavrova@iki.rssi.ru

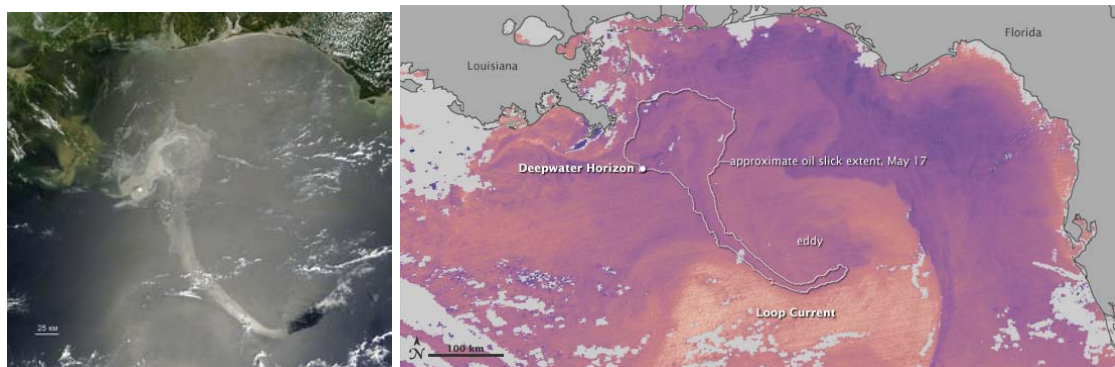


Рис.7.17.

Левая панель: Выброс гигантской нефтяной струи. Спутниковое изображение MODIS-Terra 17 мая 2010 г.

Правая панель: Температура поверхности Мексиканского залива по данным MODIS-Terra 18 мая 2010 г. Хорошо видна «плотня упаковка» диполей, в которую попало нефтяное загрязнение

2011г.

Автоматизированный метод картографирования растительного покрова России на основе данных дистанционного зондирования Земли со спутников

Разработан новый автоматизированный метод картографирования растительного покрова на основе данных спутниковых наблюдений спектрорадиометром MODIS. В основу метода положено использование предварительно очищенных от влияния облаков и других мешающих факторов многолетних временных серий данных спутниковых измерений спектрально-отражательных характеристик земного покрова с автоматическим распознаванием его типов на основе алгоритма локально-адаптивной классификации. Метод обеспечивает возможность унифицированного картографирования растительного покрова больших территорий без необходимости предварительной стратификации, что открывает потенциальную возможность его использования для создания карт растительного покрова любого, вплоть до глобального, географического охвата.

Использование метода позволило создать на основе данных спектрорадиометра MODIS новую карту растительного покрова России TerraNorte RLC с пространственным разрешением 250 м. Легенда карты включает в себя 22 тематических класса, 18 из которых характеризуют различные типы растительности, выделенные с учетом их жизненных форм, типов вегетативных органов и фенологической динамики.

Разработанный метод позволяет создать автоматическую технологию динамического спутникового картографирования и сформировать на ее основе временную серию ежегодных карт растительного покрова России за период с 2000 года по настоящее время.

Разработчики:

Институт космических исследований РАН

Барталев С.А., д.т.н., тел. +7 495 333-53-13, e-mail: bartalev@smis.iki.rssi.ru

Лупян Е.А., д.т.н., тел. +7 495 333-53-13, e-mail: evgeny@smis.iki.rssi.ru

Егоров В.А., к.т.н., тел. +7 495 333-53-13, e-mail: egorov@smis.iki.rssi.ru

Уваров И.А., к.т.н., тел. +7 495 333-53-13, e-mail: uvarov@smis.iki.rssi.ru

Плотников Д.Е., тел. +7 495 333-53-13, e-mail: dmitplot@smis.iki.rssi.ru

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН

Исаев А.С., академик РАН, тел. +7-499-743-0025, e-mail: isaev@cepl.rssi.ru

Ершов Д.В., к.т.н., тел. +7-499-743-0025, e-mail: ershov@ifi.rssi.ru



Рис.7.18. Временная серия карт растительного покрова России по данным Terra-MODIS

Публикации:

Барталев С.А., Егоров В.А., Ершов Д.В., Исаев А.С., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Уваров И.А. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 4. С.285-302.

Барталев С.А., Егоров В.А., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Уваров И.А. Распознавание пахотных земель на основе многолетних спутниковых данных спектрорадиометра MODIS и локально-адаптивной классификации // Компьютерная оптика, 2011. Том 35. №1. С.103-116.

Плотников Д.Е., Барталев С.А., Лупян Е.А. Признаки распознавания пахотных земель на основе многолетних рядов данных спутникового спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 1. С.330-341.

Уваров И.А., Барталев С.А. Алгоритм и программный комплекс распознавания типов земного покрова на основе локально-адаптивной обучаемой классификации спутниковых изображений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7, № 1. С.353-365.

Барталев С.А., Ершов Д.В., Исаев А.С., Лупян Е.А. Основные задачи и перспективы создания системы глобального спутникового мониторинга лесов // Лесоведение, 2011. № 6.

Прогноз величины наступающей магнитной бури

Характеристики магнитной бури и, в частности, геомагнитного возмущения определяются свойствами солнечного ветра и ММП, взаимодействующих с магнитосферой Земли. Развитие магнитной бури носит кумулятивный характер и занимает несколько часов после первого касания магнитосферы межпланетным возмущением. Это дает возможность увеличить заблаговременность прогноза максимальной амплитуды бури (по индексу Dst) до 4-10 часов, относительно стандартной, обусловленной разницей скоростей радиосигнала из точки либрации и скорости солнечного ветра (около часа). Алгоритм прогноза реализован в реальном времени на сайте ИКИ РАН www.spaceweather.ru/

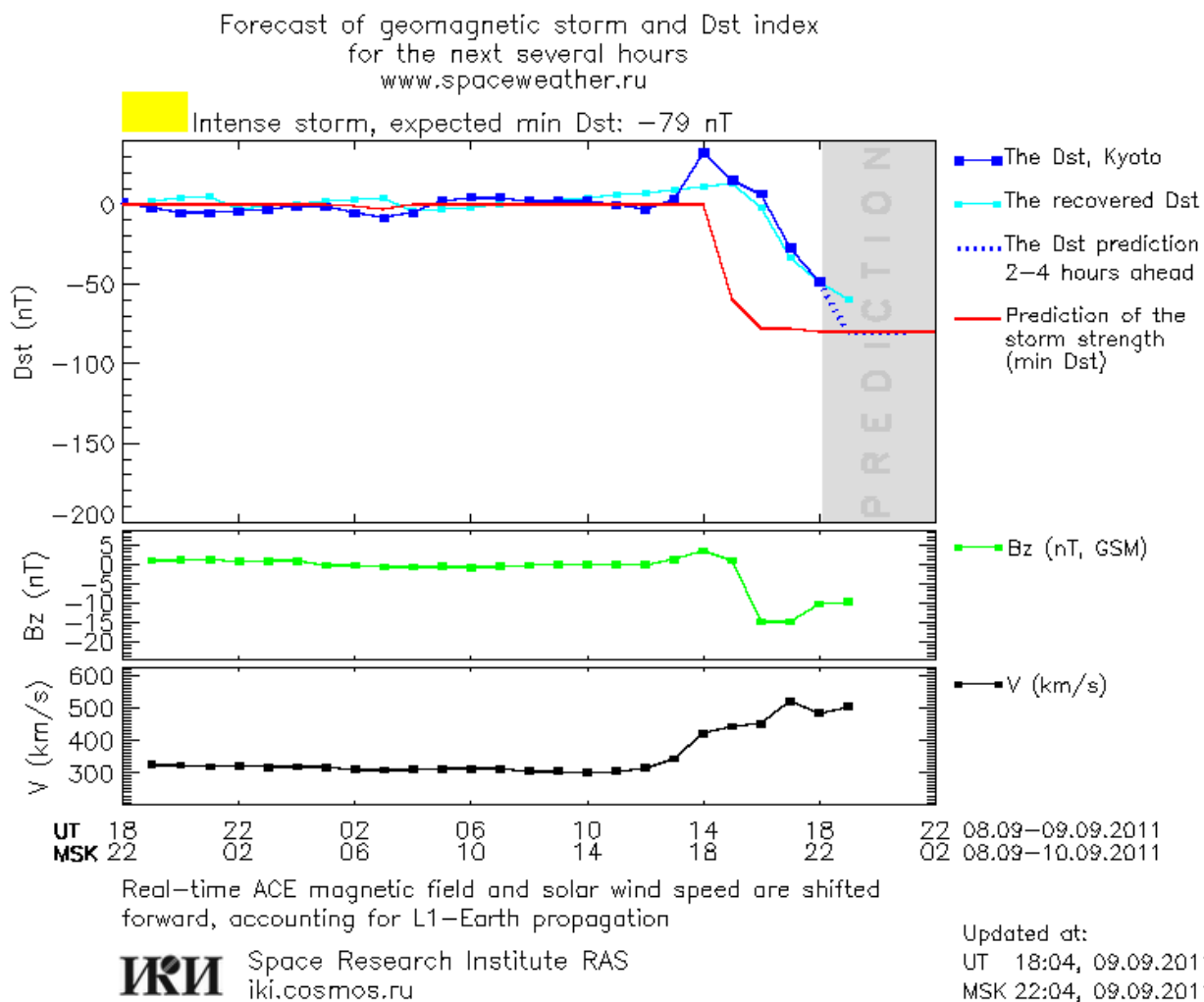


Рис.7.19.

А. А. Петрукович (д.ф.-м.н., apetruko@iki.rssi.ru) Т.В. Подладчикова (к.т.н.)

Эксперимент «Плазма-Ф» работает на орбите

18 июля 2011 г. был запущен высокоапогейный спутник Земли «Спектр-Р», на котором установлен комплекс научного эксперимента «Плазма-Ф». Этот комплекс включает в себя монитор энергичных частиц МЭП, энергоспектрометр плазмы БМСВ, магнитометр ММФФ, систему сбора научной информации ССНИ-2. Эти приборы были включены после 05.07.2011 г. и с тех пор (за исключением прибора ММФФ) непрерывно работают на орбите выдавая качественно новую научную информацию с рекордно высоким временным разрешением. Прибор ССНИ-2 обеспечивает гибкое управление потоками информации, а наземный научный комплекс (ННК) обеспечивает быстрое получение в ИКИ информации со спутника в сеансах связи.

Первые результаты работы комплекса «Плазма-Ф» уже опубликованы в статье Застенкер Г.Н., Зеленый Л.М., Петрукович А.А., Назаров В.Н., Чесалин Л.С. и др., «Загадки солнечного ветра», журнал «Российский космос», №10, 2011 г. стр. 26-31.