ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВТОРАЯ ОТКРЫТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

(Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)

Москва, 16-18 ноября 2004 г.

Материалы научной конференции

Содержание

ПЛЕНАРНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ ---------- **16**

О российской части программы научных экспериментов космического проекта «Сич-1М»

Арманд Н.А., Саворский В.П., Смирнов М.Т., Тищенко Ю.Г. ---------- *17*

Состояние и перспективы развития международной метеорологической глобальной спутниковой системы наблюдения Земли

Асмус В.В., Милехин О.Е., Успенский А.Б. ---------- *18*

Использование спутниковых данных в системе дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ

Беляев А.И. , Коровин Г.Н. , Лупян Е.А ---------- *20*

Использование спутниковых данных для исследования и мониторинга морей и океанов

Копелевич О.В., Лаппо С.С. ---------- *23*

Экологический мониторинг с российского сегмента международной космической станции

Котляков В.М., Десинов Л.В. ---------- *24*

Использование спутниковых траекторных измерений для изучения динамики Твердой Земли

Татевян С.К. ---------- *25*

Концепция федеральной системы мониторинга критически важных объектов и особо опасных грузов Российской Федерации

Урличич Ю.М., Безбородов В.Г., Романов А.А. ---------- *26*

Проблемы спутникового мониторинга Земли в России

Чернявский Г. М. ---------- *27*

СЕКЦИЯ Методы, алгоритмы и технологии спутникового мониторинга ---------- **33**

Обработка и использование полярно-орбитальных спутников FengYun

Алексанин А.И., Дьяков С.Е., Громов А.В., Наумкин Ю.В., Фомин Е.В. ---------- *34*

Анализ пространственной структуры спутниковых изображений атмосферы и океана методом вариограмм

Алексанина М.Г., Князева Е.В. ---------- *35*

Цифровые картографические модели загрязнений вокруг нефтепромыслов по материалам космической съемки

Алиева М.А. ---------- *36*

Локализованный спектральный анализ в геофизике

Астафьева Н.М., Раев М.Д., Комарова Н.Ю. ---------- *37*

Определение микрофизических параметров эффективной рассеивающей среды по данным, полученным двухпозиционными схемами зондирования

Бухарин А.В., Арумов, Г.П. ---------- *38*

Обработка космических изображений высокого пространственного разрешения, получаемых оптико-электронными КА ДЗЗ

Гомозов О.А., Еремеев В.В., Кузнецов А.Е., Лось В.В., Соловьева К.К., Сухов А.А. ---------- *39*

Ключевые объекты межрегиональных проблемно-аналитических и региональных научно-производственных блоков восточно-европейского и урало-сибирского комплексов системы космического мониторинга северных регионов (СКМ «СЕВЕР»)----------41

Кровотынцев В.А , Асмус В.В. , Беляев А.В. , Большаков В.Н. , Большаков Н.М. , Большаков Р.Г. , Виноградов А.Н. , Вылеток П.В. , Галкина Г.С. , Долгих Н.А. , Иешко Е.П. , Козин В.В. , Коковкин А.В. , Кутинов Ю.Г. , Магомедова М.А. , Муравьев В.В. , Перцев А.В. , Печенкин И.Г. , Прохоров А.Н. , Сухих В.И. , Шестоперов Г.С. ----------41

Использование космической навигационной системы для геофизических исследований

Матвиенко С.А., Агарков А.В., Бутенко Е.В.----------43

Применение океанографической ГИС ДВО РАН для исследования алгоритмов оценки температуры поверхности океана и скорости приводного ветра по данным AMSR-E

Митник Л.М., Голик А.В., Дубина В.А., Фищенко В.К., Митник М.Л.----------44

Основные направления решения проблемных вопросов создания современных космических систем дистанционного зондирования Земли

Пичхадзе К.М., Федоров О.С., Шостак С.В., Тихонов В.А., Власенко О.В. ----------45

Методика классификации природных объектов на многоспектральных космических изображениях на основе последовательного слияния информации

Попов М.А., Лялько В.И., Подорван В.Н., Сахацкий А.И. ----------46

Субпиксельная обработка как способ повышения пространственного разрешения в системах дистанционного зондирования

Селиванов А.С. ----------47

О целесообразности использования спутниковой навигационной системы “ГЛОНАСС” и приемника ДИП для мониторинга ионосферы Земли

Смирнов В.М., Гаврик А.Л., Корнеев П.А., Селезнев В.В.,----------48

Многолетние вариации эритемной ультрафиолетовой радиации в Иркутске по данным спутниковых измерений

Черниговская М.А., Тащилин М.А., Михалев А.В. ----------49

Роль дистанционных методов авиационного базирования -тепловой, видеоспектральной ультрафиолетовой съемок в комплексе с космическими средствами

Шилин Б.В. ----------50

Состояние и перспективы использования данных дистанционного зондирования высокого и сверхвысокого пространственного разрешения в космической диагностике техносферы

Шухостанов В.К., Цыбанов А.Г., Ведешин Л.А. ----------51

СЕКЦИЯ Технологии построения информационных систем спутникового мониторинга ----------52

Использование стандарта OpenGIS для построения систем работы с разнородными архивами данных

Андреев М.Ю., Лупян Е.А., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А. ----------53

Автоматизированная система архивации спутниковых данных ФГУП Госцентр «ПРИРОДА»

Анисимов Д.И. , Бурцев М.А. , Ефремов В.Ю. , Жабоедов Ю.С. , Ильин В.О. , Киенко Ю.П. , Мазуров А.А. , Прошин А.А. , Сельдин С.С. ----------55

Использование технологии построения информационных систем для доступа к спутниковым данным в центрах приема Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

Асмус В.В., Милехин О.Е. , Лупян Е.А. , Назиров Р.Р. ,Мазуров А.А. ,Флитман Е.В. , Прошин А.А., Бурцев М.А. , Ильин В.О. , Ефремов В.Ю. ----------56

Система автоматизированного сбора, обработки и распространения спутниковых данных для мониторинга сельскохозяйственных земель

Барталев С.А. , Бурцев М. А. , Ершов Д.В. , Ефремов В.Ю. , Ильин В.В., Лупян Е.А. , Мазуров А.А. , Мельник Н.Н. , Нейштадт И.А. , Полищук А.А. , Столпаков А.В. , Прошин А.А. , Темников В.А. , Флитман Е.В. --------57

Разработка информационной системы поддержки мониторинга состояния и динамики наземных экосистем Северной Евразии по данным спутниковых наблюдений

Барталев С.А., Бурцев М.А., Лупян Е.А., Прошин А.А., Уваров И.А.----------58

Современные возможности создания региональной системы космического мониторинга экологической обстановки и контроля хозяйственной деятельности

Барталев С.А., Князев Н.А., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Палатов Ю.А., Мазуров А.А., Флитман Е.В. ----------59

Блок работы со спутниковыми данными для проведения работ по комплексному мониторингу газо-аэрозольных эмиссий в Сибири

Бурцев М.А. , Куценогий К.П. , Куценогий П.К. , Мазуров А.А. , Прошин А.А. , Флитман Е.В. ----------60

Развитие программы дистанционного зондирования Земли в ГКНПЦ им. М.В. Хруничева

Глазкова И.А., Стефанский М.А. ----------61

Научно-технические предпосылки создания спутниковой системы контроля экологической, радиационной и химической обстановки

Князев Н.А., Втюрин С.А., Коробкин А.И., Кулешов Ю.П., Палатов Ю.А. ----------63

База данных стабильных ночных огней по спутникам DMSP

Коковин Д. , Жижин М. , Elvidge C. , Baugh K. , Kihn E. ----------64

Возможности практического применения космической радиолокационной информации для социально-экономического развития Российской Федерации

Кокушкин Ю.В., Затягалова В.В., Колгушкина И.В. ----------65

Использование результатов обработки данных наблюдений Земли из космоса в информационных системах различного назначения

Колодяжный А.А. ----------66

Вопросы создания регионального центра космического мониторинга окружающей среды на базе современных информационных технологий

Копылов В.Н.----------67

Дистанционный мониторинг территории Ненецкого АО

Лавриненко И.А., Большаков Р.Г.----------68

О результатах проекта «GMES-Russia»

Новикова Н.Н., Пермитина Л.И.----------69

Архив изображений Земли из космоса - Satellite archive browse and retrieval (SABR)

Поляков А. , Жижин М. , Мишин Д. , Коковин Д. , Elvidge C. , Kihn E. ----------71

Технологическая структура системы мониторинга рыболовства в Дальневосточном регионе

Проценко И.Г. , Резников В.Ю. , Андреев М.В. , Бабюк А.В. , Ермаков В.В. , Кошкарева Л.А. , Лупян Е.А. , Наглин Ю.Ф. , Прошин А.А. , Образцов Ф.В. ----------72

Организация оперативной поставки данных спутниковых наблюдений пожаров в систему мониторинга критически важных объектов и ресурсов

Прошин А.А., Романов А.А.-ст., Романов А.А.-мл., Толпин В.А. ---------- *73*

Информационная система космических данных для междисциплинарных научных исследований стихийных бедствий

Саворский В.П. ---------- *74*

Современное состояние и тенденции применения данных ДЗЗ и ГИС в агроэкономике

Сидоренко В.Н., Пересветов С.Б. ---------- *75*

Интеграция спутниковых архивов и проблемы доступа к информационным ресурсам спутникового экологического мониторинга

Филонов А.Н. , Кудашев Е.Б. , Левин В.А. ---------- *77*

СЕКЦИЯ Вопросы создания и использования приборов и систем для спутникового мониторинга состояния окружающей среды ---------- **79**

Цифровые авиационные съемочные системы на линейных ПЗС-детекторах

Аванесов Г.А., Василейский А.С., Зиман Я.Л., Полянский И.В. ---------- *80*

Компактный эшелле-спектрометр высокого разрешения с селекцией порядков на основе акустооптической фильтрации для исследований планетных атмосфер

Беляев Д.А., Виноградов И.И., Калинников Ю.К., Киселев А.В., Кораблев О.И., Родин А.В., Федорова А.А. --- *81*

Контроль качества и абсолютная калибровка информации спутниковых многоспектральных радиометров микроволнового диапазона

Бухаров М.В., Пегасов В.М. ---------- *82*

Коррекция геометрических искажений видеоданных с цифровых аэросъемочных камер, вызываемых угловыми колебаниями носителя по крену

Василейский А.С. ---------- *83*

Методика наземной геометрической калибровки съемочных камер на линейных ПЗС

Василейский А.С., Железнов М.М., Зиман Я.Л., Полянский И.В. ---------- *84*

Определение элементов фотограмметрической реконструкции изображений, получаемых цифровой аэрокамерой на линейных ПЗС

Василейский А.С., Железнов М.М., Зиман Я.Л., Полянский И.В. ---------- *85*

Методика геометрической калибровки аппаратуры ДЗЗ на линейных ПЗС-детекторах путем съемки звездного неба

Василейский А.С., Железнов М.М., Зиман Я.Л., Полянский И.В. ---------- *86*

Методика и программное обеспечение отработки алгоритмов геометрической коррекции изображений, получаемых цифровыми аэрокамерами

Василейский А.С., Железнов М.М., Зиман Я.Л., Полянский И.В. ---------- *87*

Оптимизация параметров орбитальной группировки космической системы мониторинга чрезвычайных ситуаций

Вишняков В.М. ---------- *88*

Программный комплекс численного моделирования лидарного зондирования газовых и аэрозольных образований в атмосфере

Втюрин С.А., Князев Н.А., Кулешов Ю.П., Мазуров А.А. ----------89

Аппаратурная реализация методов обнаружения пожаров из космоса

Гектин Ю.М., Акимов Н.П., Новиков М. В., Смелянский М.Б. ----------90

Выбор оптимального угла установки неориентируемых солнечных батарей КА, находящегося на круговой солнечно-синхронной орбите

Дмитриев Г.А. ----------91

Оптимальные и многопороговые декодеры для высокоскоростных систем ДЗЗ

Золотарев В.В.----------92

Методы и средства наблюдения и фотосъемки Земли экипажами пилотируемых космических аппаратов

Корзун В.Г., Жуков В.М. ----------93

Микроволновый сканирующий радиометр-поляриметр (МСРП) нового поколения

Кузьмин А.В., Поспелов М.Н., Хапин Ю.Б., Шарков Е.А. ----------94

Статический Фурье спектрометр видимого диапазона спектра для микроспутников

Лапчук В.П., Ивченко В.Н. ----------95

Измерения гравитационного поля Земли с помощью геофизического микроспутника

Матвиенко С.А., Агарков А.В., Григораш И.В.----------96

Калибровка и валидация данных микроволнового радиометра AMSR-E спутника Aqua

Митник М.Л., Митник Л.М. ----------97

Применение сигнально-кодовых конструкций типа турбо-коды в бортовых системах сбора и передачи информации данных дистанционного зондирования

Назаров Л.Е., Головкин И.В. ----------98

Метрологическое обеспечение предполетной радиометрической калибровки космических датчиков изображений видимого и ближнего ИК диапазонов длин волн

Панфилов А.С., Морозова С.П., Огарев С.А., Хлевной Б.Б., Саприцкий В.И.----------99

Интегрированная бортовая информационная система для технологического наноспутника ТНС-0

Панцырный О.А., Хромов О.Е.---------- 100

Исследование парниковых газов с помощью микроспектрометра высокого разрешения

Повераев М.В., Виноградов И.И., Гнедых В.И., Кораблев О.И., Киселев А.В., Родин А.В., Федорова А.А.---- 101

Об организации процесса проектирования интеллектуальных систем в обеспечение принятия оперативных решений при управлении КА дистанционного зондирования Земли

Соколов Н.Л., Бочаров Л.А., Удалой В.А.---------- 102

Орбиты спутников дистанционного зондирования Земли

Чернов А.А., Чернявский Г.М. ---------- 103

Особенности построения бортовой приемопередающей аппаратуры и командной радиолинии в стандартах CCSDS

Щербаков А.Ю.---------- 104

СЕКЦИЯ Дистанционные методы исследования атмосферных и климатических процессов---------- 105

Новые возможности дистанционных методов для задач метеорологии, климатологии и физики атмосферы

Борог В.В. , Крученицкии Г.М. , Перов С.П. ---------- *106*

Диагноз гроз по информации спутниковых радиометров микроволнового и ИК диапазонов

Бухаров М.В. , Алексеева А.А. ---------- *107*

Оценка параметров облачного покрова, выделение зон осадков по данным AVHRR ИСЗ NOAA регионального покрытия

Волкова Е.В., Успенский А.Б. ---------- *108*

О взаимосвязи характеристик озоносферы и океана по данным дистанционного зондирования

Гальченко А.А. , Перов С.П. ---------- *109*

Комплексный анализ геоэкстремальных явлений по данным длительных космических наблюдений

Головко В.А. ---------- *110*

Аномальная климатическая эволюция транспортных потоков энергии и влаги, идентифицируемая по космическим наблюдениям за изменяющимся взаимодействием полей облачности и радиации

Головко В.А. , Кондранин Т.В. ---------- *111*

Сравнительный анализ погрешностей регрессионных алгоритмов оценки влагозапаса атмосферы по данным многоканального радиометра AMSR-E спутника Aqua

Заболотских Е.В. , Митник Л.М. , Митник М.Л. , Бобылев Л.П. , Йоханнессенн О.М. ---------- *112*

Восстановление полей метеорологических элементов по спутниковым изображениям облачности

Иванов В.В. , Черепанов А.В. , Ромасько В.Ю. ,. Миськив С.И , Сухинин А.И. ---------- *113*

Применение новых карт спутникового диагноза параметров атмосферных процессов для использования в метеообеспечении авиации

Киселев А.Б. , Бухаров М.В. , Говоров Д.В. ---------- *114*

Особенности дистанционного зондирования Земли при исследовании глобальных и региональных изменений климата

Лялько В.И. , Нильсон С., Швиденко А.З., Сахацкий А.И. , Ходоровский А.Я. ---------- *115*

Восстановление оптических параметров атмосферы из данных спутниковых измерений

Мельникова И.Н ---------- *116*

Диагностика интенсивных атмосферных вихрей по данным многоволнового спутникового зондирования

Нерушев А.Ф., Тереб Н.В., Крамчанинова Е.К.---------- *117*

Объективный анализ полей «облачного ветра»

Пермяков М.С., Тунеголовец В.П., Маликова Н.П.---------- *118*

Электронная база многолетних данных глобального радиотеплового поля системы океан-атмосфера в контексте задач исследования вариаций климата планеты и атмосферных катастроф

Раев М.Д., Астафьева Н.М., Ермаков Д.М., Суслов А.И., Шарков Е.А. ---------- *119*

Новый механизм генерации атмосферных катастроф: возможности дистанционных методов

Руткевич П. Б. , Шарков Е.А. ---------- *120*

Исследования составляющих радиационного баланса Земли. Новый этап

Скляров Ю.А. , Бричков Ю.И. , Воробьев В.А. , Фейгин В.М. ---------- *121*

Об области применимости асимптотических приближений теории переноса излучения для дистанционного зондирования облаков с примесями и дымовых шлейфов

Сушкевич Т.А., Стрелков С.А., Владимирова Е.В., Максакова С.В., Куликов А.К., Мельникова И.Н. -------- *122*

Абсолютная калибровка алгоритма поляризационно скорректированной температуры с использованием наземных радиолокационных данных об интенсивности осадков

Феоктистов А.А. , Пахомов Л.А. , Федичев О.Б. , Мирошин А.А. , Павлюков Ю.Б. ---------- *123*

СЕКЦИЯ Дистанционные исследования поверхности океана и ледяных покровов ---------- 124

Оценки воздействия тропических циклонов на распределение концентрации хлорофилла А в некоторых районах Тихого океана

Акмайкин Д. А., Букин О.А., Пермяков М.С., Салюк П.А. ---------- *125*

Характеристики изменчивости спутниковых оценок макропараметров тайфунов по данным JMA и JWTC

Алексанин А.И., Попова Ю.Н. ---------- *126*

Использование радиотеплового излучения Солнца для зондирования ледяных покровов

Бордонский Г.С., Гурулев А.А., Крылов С.Д., Цыренжапов С.В. ---------- *127*

Исследование динамики морских волн в прибрежной зоне по данным радиолокационных наблюдений

Булатов М.Г., Раев М.Д., Скворцов Е.И. ---------- *128*

Анализ причин возникновения сбоев в распознавании снежного и ледового покровов по измерениям спутниковым микроволновым радиометром AMSU

Бухаров М.В., Кровотынцев В.А., Тренина И.С. ---------- *129*

Адаптивно-Обучающийся Морской Экологический Перцептрон (АОМЭП)

Васильев А.С., Коновалов М.Л. ---------- *130*

Мезомасштабная циркуляция в Черном море

Гинзбург А.И, Костяной А.Г.,. Зацепин А.Г., Шеремет Н.А. ---------- *131*

Сезонная и межгодовая изменчивость температуры поверхности Каспийского моря (спутниковые и натурные наблюдения)

Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А. ---------- *132*

Физические основы и возможности спутниковых СВЧ-радиометрических методов анализа теплового и динамического взаимодействия океана и атмосферы

Гранков А.Г., Мильшин А.А. ---------- *133*

Статистика проявлений пленок ПАВ в азиатских окраинных морях на изображениях РСА со спутников ERS-1/2 и Envisat

Даркин Д.В., Митник Л.М., Дубина В.А. ---------- *134*

О возможностях радиолокационной диагностики пленок на морской поверхности

Ермаков С.А. ---------- *135*

Натурные эксперименты по растеканию пленок нефтепродуктов и их радиолокационное зондирование

Ермаков С.А., Лаврова О.Ю., Макаров Е.В., Сергиевская И.А., Щегольков Ю.Б ---------- *136*

Исследование стихийных явлений, на примере цунами и тайфунов, в открытом океане по данным спутниковых наблюдений

Зайченко М.Ю., Куликов Е.А., Левин Б.В., Медведев П.П. ---------- *137*

Аппаратура и методика определения характеристик гравитационно-капиллярных волн по поляризационным изображениям морской поверхности

Константинов О.Г. ---------- *138*

Температурные фронты в южной части Индийского океана

Костяной А.Г., Гинзбург А.И., Франкиньюль М., Делиль Б. ---------- *139*

Проблемы усыхающих озер и внутренних морей

Костяной А.Г., Завьялов П.О., Лебедев С.А. ---------- *140*

Мониторинг Каспийского моря

Костяной А.Г., Лебедев С.А. ---------- *141*

О радиолокации изменчивости океана: Модель и сопоставление с данными наблюдений

Кудрявцев В., Акимов Д., Йоханесен Й., Шапрон Б. ---------- *142*

Микроволновые радиометрические исследования морской поверхности в прибрежной зоне Черного моря

Кузьмин А.В., Поспелов М.Н., Садовский И.Н. ---------- *143*

Роль аэрокосмического мониторинга в информационном обеспечении комплексных экологических исследований системы «водосбор-водоем»

Курбатова И.Е. ---------- *144*

Слики как индикаторы вихревой активности в прибрежной зоне

Лаврова О.Ю. ---------- *145*

Радиолокационный спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений в прибрежной зоне российских морей

Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г., Литовченко К.Ц. ---------- *146*

Исследование межгодовой и сезонной изменчивости уровня Каспийского моря и стока реки Волга по данным альтиметрии спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1

Лебедев С.А. ---------- *148*

Приближение спутниковых карт температуры поверхности воды (ТПВ) к картам ТПВ, построенным по данным контактных наблюдений

Люшвин П.В. ---------- *149*

Динамические явления в индонезийских водах: отпечатки на изображениях РСА со спутников ERS и Envisat

Митник Л.М. ---------- *150*

Рассеяние электромагнитных волн на морской поверхности в присутствии нефтяных пленок

Митягина М.И., Чурюмов А.Н. ---------- *151*

О возможности практической реализации существующих алгоритмов восстановления характеристик снежного покрова по данным микроволновых съемок из космоса для мониторинга водных ресурсов

Носенко О.А., Долгих Н. А., Носенко Г.А. ---------- *152*

Формирование яркостных и скоростных портретов океанских явлений в самолетных и космических РСА (состояние и перспективы)

Переслегин С.В., Достовалов М.Ю. ---------- *153*

Использование спутниковой информации в рыбохозяйственных исследованиях ФГУП «ТИНРО-Центр»

Самко Е.В., Булатов Н.В. ---------- *154*

О возможности диагностики поверхностных пленок в по изменению яркости поверхности

Сергиевская И.А. ---------- *155*

Комплексное использование разнотипных данных в задачах дистанционного зондирования океана

Смирнов М.Т., Ермаков Д.М. ---------- *156*

Комплексное использование сканерных данных для исследования Аральского моря

Станичный С. , Джениди С. , Станичная Р. , Соловьев Д. ---------- *157*

Спутниковые данные для исследования процессов в зоне Танжерского залива (Марокко)

Станичный С. , Джениди С. , Тигни В. , Абдельали Дж. Соловьев Д. , Станичная Р. ---------- *158*

Нелинейные модели поверхностных проявлений глубинных процессов в деятельном слое океана

Троицкая Ю.И., В.В.Баханов, В.И.Таланов ---------- *159*

СЕКЦИЯ Спутниковые методы в геологии и геофизике ---------- 160

Использование температурных данных, полученных по космическим изображениям для изучения взаимосвязи теплового поля с сейсмической активностью региона

Булаева Н.М., Кобзаренко Д.Н., Аскеров С.Я. ---------- *161*

Использование снимков датчика ASTER для решения геологических задач на примере тестовых полигонов в пределах Монголии

Глушкова Н.В., Рябинин А.Б., Дягилев Г.А., Наумов Е.А., Нагирняк М.С. ---------- *162*

Минерагенические закономерности как результат движения плит и мантийной конвекции (по космическим материалам)

Горный В.И. ---------- *163*

О необходимости создания системы и проведения комплексного космического и наземного мониторинга вулканической и сейсмической опасностей «спящих» вулканов Эльбрус и Казбек на Северном Кавказе

Гурбанов А.Г., Богатиков О.А., Корниенко С.Г., Ляшенко О.В. ---------- *164*

Автоматизированный анализ ориентационных характеристик данных дистанционного зондировании (программа «LESSA»)

Златопольский А.А., Малкин Б.В. ---------- *166*

Использование многозональной аэрокосмической видеоинформации при поиске нефтеконденсатных месторождений

Ковалев А.О. ---------- *167*

Использование дистанционных данных для мониторинга Димитровского нефтегазового месторождения Дагестана

Османов Р.Ш., Булаева Н.М., Аскеров С.Я., Магомедов Б.И. ---------- *168*

Проблемы создания информационной технологии мониторинга литосферно-ионосферных взаимодействий с целью предсказания землетрясений

Романов А.А., Куницын В.Е.---------- *169*

Современная блоковая структура Евразии по геолого-геофизическим и космогеодезическим данным

Рундквист Д.В., Гатинский Ю.Г., Арбузова Е.Е., Ряховский В.М., Тюпкин Ю.С.---------- *170*

Использование материалов космического зондирования при выделении перспективных для поисков эндогенных руд и коренных алмазов участков земной коры

Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д., Корчуганова Н.И. ---------- *171*

Модели описания геофизических процессов на основе данных спутникового мониторинга

Трухин В.И., Козодеров В.В., Кузьмин Р.Н., Ушаков С.А.---------- *172*

О характере связи полезных ископаемых с метеоритными структурами

Хрянина Л.П---------- *173*

Принципы и первый опыт создания геолого-геоморфологического каркаса ландшафтно-картографической основы системы космического мониторинга северных регионов (СКМ «Север»)

Шварев С.В. ---------- *174*

Автоматизированный программный метод векторизации – анализа ландшафтных и тектонических структур аэрокосмических фотоснимков

Щепин М. В. ---------- *176*

СЕКЦИЯ Методы дистанционного зондирования растительных и почвенных покровов ---------- 177

Применение данных дистанционного спутникового зондирования для слежения за состоянием сельскохозяйственных земель и посевов Иркутской области

Абушенко Н.А. , Тащилин С.А. , Лобыцин А.И. , Нефедьев Л.В. ---------- *178*

Определение параметров сельскохозяйственного производства по данным дистанционного зондирования

Барталев С.А. , Лупян Е.А., Нейштадт И.А. , Савин И.Ю. ---------- *179*

Методы преобразования спектрополяризационных изображений для усиления различий классифицируемых объектов

Беляев Б.И., Катковский Л.В., Хвалей С.В. ---------- *180*

О выборе диэлектрической модели при определении диэлектрической проницаемости связанной воды в грунтах

Беляева Т.А., Бобров А.П., Бобров П.П., Мандрыгина В.Н. ---------- *181*

Диэлектрические и излучательные характеристики почв, загрязненных нефтепродуктами и зольными выбросами ТЭЦ, в СВЧ диапазоне

Бобров П.П., Жиров П.В., Ивченко О.А., Кривальцевич С.В., Мандрыгина В.Н., Стасюк В.Д.---------- *182*

Реконструкция геофизических параметров состояния земных покровов по данным космических многоспектральных измерений высокого пространственного разрешения

Головко В.А. ---------- *183*

Применение спутниковых СВЧ-радиометрических методов в исследовании леса

Гранков А.Г., Мильшин А.А., Чухланцев А.А., Шелобанова Н.К. ---------- *185*

Метод оценки структуры и биомассы леса по данным лазерного сканирования и цифровой аэро- и космической съемки

Данилин И.М. , Медведев Е.М. ---------- *186*

Дистанционные методы в исследовании приморских экосистем Восточной части Малоземельской тундры

Елсаков В.В., Щанов В.М. ---------- *187*

Съемка MODIS/TERRA в мониторинге вспышек насекомых-вредителей

Ершов Д.В., Девятова Н.В. ---------- *189*

Состояние и перспективы организации спутникового мониторинга массового размножения вредных насекомых в лесах Сибири

Исаев А.С., Ершов Д.В. , Лямцев Н.И. , Лупян Е.А. , Кобельков М.Е. , Денисов Б.С. ---------- *190*

Роль данных дистанционного зондирования при создании цифровых карт землепользования в Азербайджане

Исматова Х.Р. ---------- *191*

Методы и результаты картирования изменений в лесном покрове Ленинградской области по снимкам Landsat

Кранкина О.Н. , Дуейн М.В. , Кохен В.Б. , Хили Ш. ---------- *192*

Методы использования разновременных данных Landsat-TM и ETM+ для выявления вырубок в лесах таежной зоны

Курятникова Т.С., Барталев С.А. ---------- *193*

Предварительная оценка возможностей использования спутниковых данных среднего разрешения Terra-MODIS и Envisat-MERIS для детектирования вырубок лесов

Лебедев А.А., Барталев С.А. ---------- *194*

Нейросетевые алгоритмы оценивания биофизических характеристик системы “почва-растительность” с использованием данных СВЧ-радиометрии и активной радиолокации

Назаров Л.Е., Чухланцев А.А. ---------- *195*

Анализ спутниковой инфраструктуры для осуществления мониторинга лесов в рамках европейского проекта GMES

Новикова Н.Н., Пермитина Л.И., Куревлева Т.Г. ---------- *196*

Изучение спектральных образов подстилающей поверхности в условиях степной зоны Казахстана

Северская С.М., Муратова Н.Р., Терехов А.Г. ---------- *197*

Космический контроль системы севооборота пахотных земель Северного Казахстана

Султангазин У.М., Муратова Н.Р., Терехов А.Г. ---------- *198*

К вопросу о влиянии запусков космических объектов с космодрома Байконур на состояние растительности сопредельных территорий по данным NOAA/AVHRR

Султангазин У.М., Муратова Н.Р., Терехов А.Г. ---------- *199*

Диагностика топографии северо-восточного побережья Каспийского моря в зоне сгонно-нагонных явлений на базе данных Terra / MODIS

Султангазин У.М., Муратова Н.Р., Терехов А.Г., Цычуева Н.Ю. ---------- *200*

Комплексная система мониторинга оценки лесопользования

Сухих В.И., Жирин В.М. ---------- *201*

Оценка дат ярового сева в Северном Казахстане по данным Terra / MODIS

Терехов А.Г., Муратова Н.Р. ---------- *202*

Космические методы при контроле биоопасности

Тронин А.А. ---------- *203*

Исследование сезонной изменчивости лесов Ермаковского района Красноярского края по спутниковым данным Terra/MODIS

Чернецкий М.Ю. , Шевырногов А.П. , Сухинин А.И. , Слинкина О.И. ---------- *204*

Перспективные направления СВЧ-радиометрического зондирования почвы и растительности из космоса

Чухланцев А.А. ---------- *205*

Автоматизированный программный метод создания векторизованной тематической карты лесных массивов по аэрокосмическим фотоснимкам

Щепин М.В. ---------- *206*

Использование космической съемки для анализа и мониторинга антропогенных воздействий на бореальные леса

Ярошенко А.Ю., Турубанова С.А., Потапов П.В. ---------- *207*

СЕКЦИЯ Спутниковый мониторинг лесных пожаров ---------- **208**

СЕМИНАР GOFC/GOLD СЕТИ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОЖАРАМИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ "СЕТЬ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПОЖАРАМИ В СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ: МЕТОДЫ, ПРОДУКТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ" ---------- **208**

Анализ эффективности спутниковых методов обнаружения лесных пожаров

Абушенко Н.А., Алтынцев Д.А., Семенов С.М. ---------- *209*

Программный комплекс для визуального обнаружения очагов лесных пожаров с использованием спутниковых данных NOAA/AVHRR и EOS/MODIS

Алтынцев Д.А., Абушенко А.Н., Тащилин С.А. ---------- *210*

Применение теории распознавания образов для обнаружения пожаров. Детерминистский и вероятностный подходы

Алтынцев Д.А., Семенов С.М., Тащилин С.А. ---------- *211*

Структура совместной обработки данных от среднеорбитальных и высокоорбитальных космических систем в целях мониторинга лесопожарной обстановки

Артамонова Ю.В. ---------- *212*

Оперативный космический мониторинг пожаров на территории западного Казахстана

Архипкин О.П., Спивак Л.Ф., Сагатдинова Г.Н. ---------- *213*

Валидация спутниковых данных MODIS

Афонин С.В., Белов В.В., Энгель М.В. ---------- *214*

Валидация результатов выявления и оценки площадей, поврежденных пожарами лесов по данным спутникового мониторинга

Барталев С.А. , Беляев А.И. , Егоров В.А. , Ершов Д.В. , Коровин Г.Н. , Коршунов Н.А. , Котельников Р.В. , Лупян Е.А. ---------- *215*

Оценка площади повреждений наземных экосистем Северной Евразии пожарами в 2000-2003 годах по спутниковым данным инструмента SPOT-Vegetation

Барталев С.А., Егоров В.А., Лупян Е.А., Уваров И.А. ---------- *216*

Организация хранения данных спутникового мониторинга лесных пожаров

Галеев А.А. , Ершов Д.В. , Лупян Е.А. , Мазуров А.А. , Тащилин С.А. , Прошин А.А. , Флитман Е.В. ---------- *217*

Анализ временных серий спутниковых данных SPOT-Vegetation для детектирования поврежденной пожарами растительности Северной Евразии

Егоров В.А., Барталев С.А. ---------- *219*

Оперативная работа с данными в информационной системе дистанционного мониторинга пожаров МПР РФ

Ершов Д.В. , Ефремов В.Ю. , Ильин В.О. , Крашенинникова Ю.С. , Ильин В.О. , Лупян Е.А. , Мазуров А.А. , Прошин А.А. , Флитман Е.В. ---------- *221*

Использование данных спектрорадиометра MODIS для регистрации и учета лесных гарей

Ершов Д.В., Панова О.В. ---------- *222*

Сопоставление результатов детектирования пожаров и оценок их характеристик по данным MODIS и BIRD

Жуков Б. , Эртель Д. , Лоренц Е. , Зиман Я.Л. , Чизар И. ---------- *223*

Повышение точности определения координат очагов лесных пожаров за счет компенсации стабилизационных колебаний космического аппарата

Зубков И.А., Платонов В.В., Скрипачев В.О., Школьников В.В. ---------- *224*

Оценка информативности признаков для выделения пожаров по данным спутников NOAA (AVHRR)

Круглов М.В., Алексанин А.И. ---------- *225*

Мониторинг лесных пожаров с использованием данных спектрорадиометра MODIS

Лагутин А.А., Белоусов В.Н., Никулин Ю.А., Бугаев В.В., Осадчий К.И., Синицин В.В., Фролова Е.А. -------- *226*

Ландшафтная основа региональной системы мониторинга лесных пожаров и интерпретации данных дистанционного зондирования

Марченко Н.А. ---------- *227*

Построение карт распределения эмиссий парниковых газов в атмосферу за счет лесных пожаров по данным дистанционного спутникового зондирования

Ресельс И.П. ---------- *229*

Пространственно-временная динамика лесных пожаров в Восточной Сибири

Соловьев В.С., Козлов В.И. ---------- *230*

Космический мониторинг пожарной опасности в лесах Восточной Сибири

Сухинин А.И. , МакРей Д. , Пономарев Е.И. ---------- *231*

Пространственно-временная динамика пожаров в зоне доминирования лиственницы

Харук В.И. , Рэнсон К.Дж. , Двинская М.Л. ---------- *232*

Оценки горимости леса Северной Евразии по метеорологическим данным

Шерстюков Б.Г., Разуваев В.Н., Гройсман П.Я., Найт Р.В., Инлое Дж.Г. ---------- *233*

Detection of forest fires in China through the ENVISAT-AATSR sensor

Calle A., Sanz J., Romo A., Casanova J.-L. ---------- *234*

Forest fire detection and monitoring by means of an integrated MODIS-MSG system

Casanova J.-L., Calle A., Romo A., Sanz J. ---------- *235*

Estimating burned area from AVHRR and MODIS: validation results and sources of error

Loboda T.V., Csiszar I.A. ---------- *236*

Evaluation of MODIS fire products in Northern Eurasia using ASTER and ETM+

Csiszar I.A., Loboda T.V., Morisette J. T., Giglio L. ---------- *237*

Quantifying fire emissions from Siberia: an application of satellite-based fire monitoring

Soja A. J.; Stackhouse P.W. Jr. ; Sukhinin A.I.; Shugart H.H.; Conard S.G.; W. and Randy Cofer; ---------- *238*

ПЛЕНАРНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ

О российской части программы научных экспериментов космического проекта «Сич-1М»

Арманд Н.А., Саворский В.П., Смирнов М.Т., Тищенко Ю.Г.

Фрязинское отделение Института радиотехники и электроники РАН
141190, Московская обл., Фрязино, пл. акад. Введенского, 1
Тел.: (095) 526-92-68, 702-9588; E-mail: tishchen@ire.rssi.ru

Основной задачей разрабатываемой Программы научных экспериментов российско-украинского космического проекта «Сич-1М» является дальнейшее развитие средств и методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Благодаря большому набору различных приборов дистанционного зондирования, возможности наблюдений одного и того же элемента поверхности различными приборами активного и пассивного зондирования, планируется реализовать широкий комплекс научных и прикладных исследований.

Основные задачи

- разработка и развитие методов и средств ДЗЗ, предназначенных для получения данных различного пространственно-временного масштаба о физическом состоянии атмосферы, суши и Мирового океана в интересах науки и народного хозяйства;
- обработка и хранение экспериментальной информации, валидация данных, получаемых в результате обработки космической информации.

В результате реализации Научной программы будут получены новые и дополнены имеющиеся ряды данных о состоянии объектов окружающей среды, пространственно-временной изменчивости их характеристик, уточнены и развиты модельные представления о процессах и явлениях, происходящих в атмосфере и на земной поверхности, разработаны предложения по модернизации и развитию системы сбора, обработки, хранения, обмена и распределения космических данных и сопутствующей информации, калибровки и валидации экспериментальных данных.

Для обеспечения оперативности и полноты информации в Центре обработки и хранения космической информации ИРЭ РАН (http://ire.rssi.ru/cpssi) создается WWW сервер, который будет содержать информацию о развитии и реализации Научной программы.

Состояние и перспективы развития международной метеорологической глобальной спутниковой системы наблюдения Земли

Асмус В.В., Милехин О.Е., Успенский А.Б.

НИЦ «Планета», Росгидромет
123242, Москва, Б. Предтеченский, 7
E-mail: asmus@planet.iitp.ru

В докладе рассмотрены современное состояние и перспективы развития международной глобальной спутниковой системы наблюдения Земли гидрометеорологического назначения. Составные элементы указанной космической наблюдательной системы (группировки среднеорбитальных и высокоорбитальных КА) создаются странами – спутниковыми операторами (Россия, США, Европейское сообщество, Япония, Китай, Индия). Координация работ по эксплуатации и развитию космической группировки осуществляется Всемирной Метеорологической Организацией (ВМО) и специальным международным органом – Координационной Группой по метеорологическим спутникам (КГМС), созданной в 1972 г. Членами КГМС являются Национальные Метеослужбы и Космические Агентства стран – спутниковых операторов.

Представлено краткое описание создаваемой отечественной группировки метеоспутников (полярно-орбитальных серии «Метеор-3М» и геостационарных серии «Электро»), в том числе, приведены данные о целевой аппаратуре и ее информационных характеристиках, о состоянии работ по подготовке наземных сегментов приема, обработки и распространения данных. Представлены современное состояние и планы развития зарубежных спутниковых систем наблюдения Земли, включая оперативные полярно-орбитальные спутники серии NOAA, NPOESS (США), METOP (Европа), геостационарные ИСЗ серии Meteosat (Европа), GOES (США), MTSAT (Япония), FY-3 (КНР). Выполнен сравнительный анализ и рассмотрены тенденции развития целевой информационной аппаратуры перспективных зарубежных ИСЗ (многоканальные сканеры оптического и СВЧ-диапазонов спектра, усовершенствованные ИК и СВЧ-атмосферные зондировщики, аппаратура активного зондирования).

Для расширения круга пользователей и увеличения информационного потенциала глобальной наблюдательной системы важным является обеспечение регулярного доступа к данным измерений экспериментальных спутников наблюдения Земли серии ERS (Европа), спутника ENVISAT (Европа), американских спутников серии EOS (Terra, Aqua). Решение о доступе к указанным данным Национальных Метеослужб для выполнения различных исследовательских проектов принято на уровне ВМО и согласовано КГМС. Приводятся

сведения об измерительной аппаратуре указанных спутников и обсуждаются области применения получаемых данных.

В докладе приводятся примеры спутниковых информационных продуктов, производимых на регулярной основе НИЦ «Планета» Росгидромета и используемых для решения задач гидрометеорологии, мониторинга окружающей среды, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Данной продукцией оперативно обеспечиваются более 60 потребителей федерального и регионального уровней.

Использование спутниковых данных в системе дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ

Беляев А.И. [1], Коровин Г.Н. [2], Лупян Е.А. [3]

[1]ФГУ «Авиалесоохрана»
141200, Пушкино, Московской области, ул. Горького, 20
Тел.: (095) 993-31-25; E-mail:aviales@space.ru
[2]Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
Тел.: (095) 332-68-77 E-mail: korovin@cepl.rssi.ru
[3]Институт космических исследований РАН
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
Тел.: (095) 333-53-13 E-mail: evgeny@smis.iki.rssi.ru

Доклад посвящен вопросам использования спутниковых данных в системе дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ (ИСДМ МПР РФ). Система создавалась в интересах службы авиационной охраны лесов России «Авиалесоохрана». Система создавалась при участии отраслевых институтов и организаций и институтов РАН. В создании системы принимали, в частности, участие ФГУ «Авиалесоохрана», ИКИ РАН, ЦЭПЛ РАН, ИСЗФ СО РАН, СПбНИИЛХ и др.

В докладе рассмотрены основные задачи, решаемые в системе с использованием спутниковых данных и результатов их обработки. К таким задачам относятся:

- предоставление оперативной информации о метеорологической и пожароопасной обстановке;
- предоставление оперативной информации о подозрениях на действующие пожары;
- получение оценок о последствиях действия лесных пожаров (в первую очередь о площадях пройденных огнем).

В докладе представлена архитектура системы сбора и обработки спутниковых данных, созданная в интересах ИСДМ МПР РФ. Описаны основные возможности данной системы. Представлены основные характеристики и возможности отдельных ее элементов, в частности систем оперативной автоматизации сбора, обработки, архивации и представления данных. Описана действующая структура системы, основанная на оперативном получении и использовании информации, получаемой из российских и зарубежных центров приема, обработки и архивации спутниковых данных. На основе опыта эксплуатации ИСДМ МПР РФ проводится анализ роли информации, полученной на основе спутниковых данных в решении конкретных прикладных задач. В докладе также осуждаются методы обработки спутниковых данных и технологии их использования, которые необходимо создать для повышения эффективности работ по оперативному обнаружению и тушению лесных пожаров, а также оценке последствий их действия.

Научный план международной партнерской инициативы в области наук о Земле в регионе Северной Евразии NEESPI

Исаев А.С.[1], Барталев С.А.[2], Гройсман П.Я.[3], Георгиади А.А.[4], Диринг Д.[5], Шугарт Х.Х.[6]

[1] *Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
Тел.: (095) 332-68-77; E-mail: isaev@cepl.rssi.ru
[2] *Институт космических исследований РАН*
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; Ee-mail: info@smis.iki.rssi.ru
[3] Национальный центр климатических данных NOAA, Federal Building,
151 Patton Avenue Asheville, NC, USA 28801
Тел.: +1 (828) 271-43-47; E-mail: Pasha.Groisman@noaa.gov
[4] Институт Географии РАН
109017, Москва, Старомонетный пер., 29
Тел.: (095) 238-86-10; E-mail: galex@online.ru
[5] Центр космических полетов им. Годдарта NASA,
Greenbelt, MD 20771 USA
Тел.: (301) 614-66-71; E-mail: *Donald.W.Deering@nasa.gov*
[6] Университет шт. Виржиния
Charlottesville, VA, USA 22904-4123
Тел.: +1 (434) 924-7642; E-mail: hhs@virginia.edu

Международная партнерская инициатива в области наук о Земле в Северной Евразии NEESPI, начальные шаги по подготовке и реализации которой были предприняты Российской Академией Наук и Национальным Агентством по аэронавтике и освоению космического пространства NASA (США), представляет собой широкомасштабную интегрированную программу региональных научных исследований динамики наземных экосистем Северной Евразии во всем комплексе их взаимодействий с обществом, биосферой, атмосферой и гидросферой Земли, разработки методов мониторинга и прогнозирования изменений для поддержки принятия взвешенных и обеспеченных информацией решений по вопросам окружающей среды и климата в регионе и в целом на планете.

Основные направления программы NEESPI включают в себя исследования динамики наземных экосистем, биогеохимических циклов, циклов энергии и воды, землепользования, связей общества и экосистем, взаимодействия экосистем и климата, а также изучение процессов в холодных регионах и прибрежных зонах, атмосферных аэрозолей и загрязнений. В докладе дается научное обоснование и задачи программы NEESPI, а также приводится обзор ключевых элементов разработанного Научного Плана.

Ожидается, что исследования в рамках программы NEESPI позволят получить следующие важные результаты:

- Разработать интегрированную базу данных наблюдений по состоянию окружающей среды Северной Евразии, включающую широкий набор продуктов по данным дистанционного зондирования
- Развить математические модели, описывающие основные процессы на земной поверхности во всех их взаимодействиях, включая социальные аспекты
- Создать прототипы наборов глобальных и региональных моделей, учитывающих характерные для региона связи и процессы в наземных экосистемах Северной Евразии, которые позволили бы развить научное понимание, необходимое для прогноза будущих климатических и экологических изменений, а также информационно обеспеченных решений по землепользованию и политики в области охраны окружающей среды
- Разработать, в кооперации ученых и отраслевых партнеров, информационные системы для решения задач раннего предупреждения / управления / смягчения последствий опасных для общества ситуаций в связи с пожарами, наводнениями, засухами и другими чрезвычайными природными явлениями

Дополнительные детали о программе и Научном плане NEESPI могут быть получены на Web сайте по адресу http://neespi.gsfc.nasa.gov/.

Использование спутниковых данных для исследования и мониторинга морей и океанов

Копелевич О.В., Лаппо С.С.

Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский пр., 36
Тел.: (095) 124-7583; Факс: (095) 124-5983; E-mail: oleg@sio.rssi.ru

Современные спутниковые инструменты дают возможность определять основные параметры океана и атмосферы над океаном, требующиеся для контроля глобальных и региональных изменений, происходящих в системе атмосфера-океан в различных временных и пространственных масштабах. В их число входят параметры облаков и атмосферного аэрозоля, радиационный баланс на верхней границе атмосферы и на поверхности океана, поверхностная температура, скорость и направление ветра, топография поверхности, концентрация хлорофилла, первичная продукция, оптические характеристики воды; в 2008 г. планируется запустить спутниковую систему «Аквариус» для измерения поверхностной солености. Важнейшая задача, требующая решения, - развитие методов и средств для комплексного совместного использования разнородных спутниковых данных.

Спутниковые измерения дают возможность осуществлять долговременные квазинепрерывные наблюдения, охватывающие весь Мировой океан. Однако они имеют определенные ограничения и требуют дополнения и/или верификации данными натурных измерений. Привязка спутниковых съемок к реперным точкам судовых измерений позволяет получить по спутниковым данным поля океанологических и атмосферных характеристик с гораздо более высокой точностью, чем без такой привязки, а также верифицировать и усовершенствовать алгоритмы обработки спутниковой информации для дальнейшего использования. Наиболее эффективная система мониторинга основана на продуманном сочетании спутниковых и других видов измерений, в частности, судовых, с использованием комплексных расчетных моделей, ассимилирующих все доступные данные.

Важное значение имеет обеспечение морских экспедиционных работ спутниковой информацией в реальном времени, что дает возможность оперативно планировать судовые исследования, выбирая точки выполнения станций и отбора проб, исходя из океанологических и гидрометеорологических условий на момент проведения исследований.

Экологический мониторинг с российского сегмента международной космической станции

Котляков В.М., Десинов Л.В.

Институт географии РАН
119017, Москва, Старомонетный пер., 29
Тел.: 959-00-32; Факс: 959-0033. E-mail: igras@igras.geonet.ru

С января 2001 года, т.е. с первых дней нового века на российском сегменте Международной космической станции (МКС) выполняется программа "Ураган" – мониторинг земной поверхности для изучения природных ресурсов, охраны окружающей среды и слежение за динамикой природных и техногенных катастроф. Научное руководство программой "Ураган" осуществляет Институт географии Российской академии наук.

Программа состоит из цифровой фотосъемки с разрешением на местности до 5 м и видеосъемки. Информация сохраняется на жестком диске компьютера и при необходимости часть данных передается в ЦУП оперативно сразу после съемки. Съемка выполняют только российские космонавты, которые проходят обучение по основам наук о Земле и специальную подготовку в соответствии с программой съемок предстоящего полета. Основные задания определяются базовым бортовым журналом. Космонавты работают с постоянной поддержкой постановщиков эксперимента, получая необходимые консультации.

С 2004 г. в программе "Ураган" произошли изменения от решения сугубо научно-методических задач в сторону практических нужд управленческих органов разного уровня, предприятий государственного и частного сектора, научных и учебных центров.

Первые исследования программы "Ураган" по природным и техногенным катастрофам, включая наводнения, пожары, пульсирующие ледники, сели и лавины, эрозию почв, ситуации в портах и т.п. показали высокую эффективность космического мониторинга и необходимость сотрудничества с региональными организациями. С осенне-зимнего периода 2003-04 года программа исследований становится прикладной. В соответствии с общей стратегией эксплуатации МКС до 2015 г такая целевая программа рассчитана на 10-12 лет. Успех программы может быть обеспечен только при скоординированных исследованиях на орбитальном, воздушном и наземном "этажах" мониторинга. Учитывая большую длительность эксплуатации МКС и огромный опыт совместных исследований ученых и космонавтов, российский сегмент МКС может с успехом использоваться на протяжении, по крайней мере, 10 лет для мониторинга наземных экосистем и лесных пожаров Северной Евразии.

Использование спутниковых траекторных измерений для изучения динамики Твердой Земли

Татевян С.К.

Институт астрономии РАН
E-mail: statev@inasan.ru

В последнее десятилетие явно проявилась устойчивая тенденция проникновения теорий и методов космической геодезии во многие смежные научные направления: в геофизику, геологию, тектонофизику, метеорологию, атмосферные и планетные исследования. Особенно это проявляется в области изучения короткопериодических процессов, происходящих на поверхности и в теле Земли. Учитывая особенности технологии космической геодезии, прежде, чем подойти к изучению геофизических и геодинамических явлений, необходимо решить ряд чисто геодезических и небесно-механических задач. В первую очередь, это создание единой координатной системы, жестко связанной с Землей, и сеть пунктов-реперов, относительно которых будут проводиться все региональные и локальные измерения различного рода подвижек, их сравнение по амплитуде, периоду, направлению и другим параметрам. Эта задача может быть решена с требуемой сейчас точностью только с привлечением техники самой космической геодезии по данным наземных наблюдений специальных искусственных спутников Земли и внегалактических радиоисточников-квазаров. Большим преимуществом спутниковых методов измерений, особенно с использованием спутниковой Глобальной Позиционной Системы (GPS), является их высокое разрешение, позволяющее определять изменения координат пунктов наблюдения и параметров ориентации Земли на временных интервалах в 1 сутки с точностью около 1 см, что особенно важно для изучения приливных деформаций, вариаций уровня моря, естественных динамических процессов в атмосфере и контроля антропогенного воздействия на окружающую среду. Высокоточные траекторные измерения ИСЗ нашли широкое применение при решении многих фундаментальных задач в области наук о Земле, в том числе при определения мест подготовки сильных землетрясений, где необходимо иметь возможность выделить области с максимальными значениями скорости сдвиговых деформаций, которые проявляются на уровне единиц сантиметров.

Концепция федеральной системы мониторинга критически важных объектов и особо опасных грузов Российской Федерации

Урличич Ю.М., Безбородов В.Г., Романов А.А.

ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» (ФГУП «РНИИ КП»)
111024, Москва, Авиамоторная, 53
Тел.: (095) 509-12-01

В докладе даны предпосылки и обосновывается создание системы мониторинга, цели и ее назначения как средства информационной поддержки базовых и оперативных управленческих решений высших органов исполнительной власти Российской Федерации, руководителей субъектов Российской Федерации, направленных на прогнозирование предупреждения и противодействие угрозам природного, техногенного и террористического характера. Предусматривается системное сопряжение и развитие информационно-управляющих систем, в т. ч. международное сотрудничество по проблеме мониторинга, включая обмен мониторинговыми данными.

Обосновываются принципы создания системы обеспечивающей работу пользователей в единой защищенной информационной сети, реализованной на основе методов построения VPN-сетей, методически и структурно взаимоувязанной организации данных, стандартизации технологии, методов и средств информационного взаимодействия и унифицированного доступа к данным и информационным ресурсам системы. Обеспечивается максимальное типизация и унификация проектных решений и программно-аппаратных средств.

Одной из функций создаваемой системы является сбор информации и подготовка информационных продуктов для выработки рекомендаций по ликвидации последствий катастроф.

Проблемы спутникового мониторинга Земли в России

Чернявский Г. М.

ФГУП «Научный Центр космических информационных систем и технологий наблюдения»,

Важнейшим фактором устойчивого развития Российской Федерации является ряд взаимосвязанных проблем по использованию природных ресурсов, защищенности от масштабных угроз техногенного и природного характера, охраны окружающей среды,

Мировая практика свидетельствует, что наиболее эффективным средством информационного обеспечения при решении данных проблем являются спутниковые системы дистанционного зондирования Земли.

В США функционирует национальная система спутников мониторинга окружающей среды КРОЕ88, услугами которой пользуются во многих странах, и реализуется программа ЕОЗ. К числу наиболее значимых космических программ наблюдения Земли также относят: европейскую программу мониторинга и обеспечения безопасности Земли СМЕ8, канадскую космическую программу на базе КА КАВАК8АТ, японскую программу наблюдения Земли на базе КА АВЕО8, индийскую систему дистанционного зондирования Земли 1К.8. В международном сообществе обсуждаются инициативы создания Глобальной системы наблюдения Земли (ОЕО88),

Интересы страны в обеспечение национальной безопасности обуславливают активное участие России в усилиях мирового сообщества, направленных на наблюдение и познание Земли, как системы обеспечивающей устойчивое развитие Земной Цивилизации.

Вместе с тем из-за низкого уровня финансирования работ по ДЭЗ, выполняемых в соответствие с Федеральной космической программой, а также допущенных системных просчетов и архаичных конструкторских решений к настоящему времени фактически прекратила существование орбитальная группировка отечественных КА ДЗЗ. На орбите функционирует лишь КА «Метеор-3М» № 1 в ограниченном объеме.

Сегодня на этапе формирования проекта Федеральной космической программы (ФКП) по ДЗЗ на 2006-2015г.г представляется весьма актуальным сформулировать ее концептуальные положения.

В сложном экономическом положении России при росте отставания космической деятельности от целого ряда стран мира необходимо определить фундаментальные и прикладные задачи ДЗЗ, которые подлежат решению в ближайшее десятилетие. Предпочтительно, чтобы содержание последних имело отраслевую ориентацию, а именно, -

на МПР, Минсельхоз, Росгидромет, ФСКН, Роскартографию, Роснедвижимость.

Целесообразно уточнить структуру ФКП, ликвидировать многотемье. Весьма актуальна и интеграция космических средств ДЗЗ. Важным является масштабность систем и комплексов ДЗЗ. В случае чрезмерного усложнения возможна деструкция системы; при упрощении имеет место риск потери атрибута эмерджетности и способности системы выполнять целевые функции.

Структура и функции орбитального сегмента систем ДЗЗ в зависимости от их целевых задач определяются комплектом многодиапазонных бортовых измерителей, конструкцией КА и баллистическим построением этих КА.

В докладе обсуждается вариант интегрированной спутниковой макросистемы мониторинга Земли отраслевой ориентации, который надлежит поэтапно реализовать в 2006-2016 г.г. В системе используется некоторое количество мало массогабаритных К А на солнечно-синхронных орбитах и комплект аппаратуры наблюдения с разрешением (м): детальным (<2), сверхвысоким (2-10), высоким (10-20), средним (50-200) при много спектральных съемках в оптическом и микроволновом диапазонах.

Атмосферные катастрофы: эволюция научных знаний и роль дистанционного зондирования

Шарков Е. А.

Институт космических исследований РАН ,
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
Тел.: (7-095) 333-13-66; E-mail: esharkov@iki.rssi.ru

Приводится критический анализ основных результатов аэрокосмических дистанционных исследований за последние 40 лет одного из наиболее разрушительных явлений природы – тропических циклонов. При этом приводится краткий исторический экскурс в научные и умозрительные концепции атмосферных катастроф, выработанные человечеством на протяжении двух столетий. Основное внимание в докладе уделено критическому анализу существовавших и предлагаемых в настоящее время научных концепций генезиса катастрофических вихревых систем в земной атмосфере. В первую очередь, речь идет о серьезном кризисе в концептуальном и историческом понимании физической роли тропического циклогенеза в формировании глобального массо и энерго-обмена в системе океан-атмосфера планеты Земля и установлении благоприятного для биологической жизни на планете умеренного парникового эффекта. В работе анализируются существующие и перспективные постановки целенаправленных аэрокосмических экспериментов, а также средства и методы накопления первичной информации (научные и административно-хозяйственные базы данных) методики обработки оперативной космической информации на основе принципиально новых концепций генезиза атмосферных катастроф, предлагаемых в настоящее время российскими исследователями.

Наиболее крупная и целенаправленная научно-техническая программа дистанционно-контактного типа на гражданских и военных аэроносителях была проведена в США в 1962-1983 гг. под названием "Stormfury" . Главной целью этой дорогостоящей миссии было исследование научно-технических возможностей подавления динамической активности индивидуальных тропических циклонов в акватории северной Атлантики. За время функционирования программы был собран значительный экспериментальный материал, однако основные задачи миссии были не выполнены, в первую очередь, из-за отсутствия адекватной физической природе тропического циклона научно-технической концепции.

Принципиально иные цели преследуют предложенные российские миссии "Зодиак" и "Геликс" (ИКИ РАН – ЦНИИМАШ). Концепция первого проекта заключается в использовании конверсионной ракетно-космической техники для одновременной доставки значительного количества измерительных зондов непосредственно в зону действия ТЦ. С ее

помощью измерительные зонды могут быть распределены по верхней границе исследуемой области атмосферы с тем, чтобы затем при спуске провести с требуемым разрешением по высоте измерения одновременно до нескольких десятков вертикальных профилей таких параметров атмосферы, как скорость ветра, температура, влажность, давление и др.

Концепция проекта "Геликс" базируется на необходимости рассмотрения крупномасштабного кризисного состояния как глобального явления, затрагивающего различные геофизические среды, начиная с океанической поверхности и тропосферы и кончая озоносферой и ионосферой. Таким образом, в перспективных проектах по изучению крупномасштабных катастроф необходимо предусмотреть проведение комплексных экспериментов с помощью приборов дистанционной диагностики, предназначенных для измерения характеристик различных геофизических сред (океаническая поверхность - приводный слой; тропосфера; стратосфера - озонный слой; ионосфера).

Приоритетные задачи, основные этапы, ведущие разработчики и принципы финансирования создания единой системы Многоцелевого космического мониторинга северных регионов (СКМ <Север>) на 2005-2007 годы

Алферов А.В., Амирханов А.М., Большаков В.Н., Дядюченко В.Н., Гранберг А.Г., Исаев А.С., Котляков В.М., Кузнецов О.Л., Левин Б.А., Леонов Ю.Г., Полищук Г.М., Савиных В.П., Садовничий В.А., Фролов К.В., Хабаров В.Ф., Чернявский Г.М., Чилингаров А.Н., Цатуров Ю.С., Шварев В.В.

Совет РАН по космосу, Координационный центр <Космос-Земле>,
Экспертно-методическая группа <Север> Совета <Космос-Земле>
119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект 14,
Тел.: 954-10-75; Факс 954-10-74; E-mail: voreshk@presidium.ras.ru

В рамках Федеральной космической программы России по Техническму заданию Президиума РАН и Росавиакосмоса начато формирования системы космического мониторинга северных регионов (СКМ <Север>) - пилотного проекта перспективной межотраслевой и межрегиональной Единой системы космического мониторинга природных ресурсов и окружающей среды России (ЕСКМ <Россия>).

Для обеспечения согласованного научно-методического руководства формированием и использованием СКМ <Север> организована Экспертно-методическая группа <Север> Совета <Космос-Земле>, имеющая президиум и программный комитет, в состав которого входят авторы настоящего доклада.

В докладе охарактеризованы цели создания и структура СКМ <Север>, утвержденные Президиумом РАН и Росавиакосмосом, согласованные с другими ведущими федеральными структурами.

Дан перечень приоритетных задач, которые должны быть решены с участием заинтересованных регионов в 2005-2007 годах .

Задачи сформулированы с учетом многолетнего опыта дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, накопленного в России и за рубежом, и результатов космических исследовании и мониторинга Земли В докладе подчеркнуто, что в отличии от действующих и проектируемых систем спутникового мониторинга Земли, в СКМ <Север> предусмотрено использование двух главных функциональных звеньев: ландшафтно-картографической основы (ЛКО)и информационно-технологической базы (ИТБ). ЛКО является ведущим звеном СКМ <Север>, формируемым как обновляемая природно-территориальная модель объекта мониторинга. Создание ЛКО позволит приступить к планомерному геосистемному космическому мониторингу (ГСКМ) окружающей природной среды. В результате станет возможным комплексная, поэтапная и покомпонентная достоверная оценка влияния

различных природных и техногенных факторов на состояние окружающей среды, что позволит иметь надежную базу оперативного и долговременного прогноза ее гео-, био- и антропогенной динамики и постепенно перейти к требуемому расчету геоэкологического и геотехнического риска.

В качестве ИТБ планируется использовать действующие и проектируемые спутниковые системы, методы и технологии с учетом требований разработчиков ЛКО.

В докладе предложена последовательность формирования ЛКО с использованием возможной и перспективной ИТБ, а также принципы финансирования создания СКМ <Север>.

СЕКЦИЯ
Методы, алгоритмы и технологии спутникового мониторинга

Обработка и использование полярно-орбитальных спутников FengYun

Алексанин А.И., Дьяков С.Е., Громов А.В., Наумкин Ю.В., Фомин Е.В.

Институт Автоматики и Процессов Управления ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Радио, 5
Тел.: (4232) 31-04-68; E-mail: sergdkv@satellite.dvo.ru

Установленный на полярно-орбитальных спутниках FengYun-1c, FengYun-1d радиометр MVISR поставляет изображения 1,1 км разрешения в десяти спектральных каналах, пять из которых соответствуют каналам NOAA/AVHRR, а из дополнительных каналов четыре являются видимыми, а один – ближним инфракрасным. Характеристики каналов MVISR позволяют использовать их для определения температуры морской поверхности, и концентрации хлорофилла.

К особенностям спутников относятся: пространственное рассогласование каналов, отсутствие процедур калибровки и фильтрации шумов ИК-каналов, отсутствие алгоритмов оценки концентрации хлорофилла.

В процессе проведенных исследований были получены следующие результаты.

1. Определены углы ориентации датчиков каждого канала и опробована методика географической привязки.
2. Попытка определения концентрации хлорофилла по методике, аналогичной применяемой при обработке данных радиометра SeaWifs, и сравнение полученных результатов с концентрациями хлорофилла, полученными по данным SeaWifs, показала возможность использования данных FY-1d для решения данной задачи.
3. Калибровка ИК-каналов производилась по методике, используемой при калибровке спутников NOAA KLM. Была проведена интеркалибровка с данными ИК-каналов спутников NOAA, установлены коэффициенты полинома, позволяющего получать температуру черного тела, определены параметры нелинейной коррекции.

Работа поддержана грантами РФФИ № 04-01-00683; 04-07-90350 и грантами ДВО РАН.

Анализ пространственной структуры спутниковых изображений атмосферы и океана методом вариограмм

Алексанина М.Г., Князева Е.В.

Институт Автоматики и Процессов Управления ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Радио, 5
Тел.: (4232) 31-04-68; E-mail: margeo@satellite.dvo.ru

Проблема анализа характерных размеров пространственных неоднородностей на спутниковых изображениях океана и атмосферы является актуальной задачей. Решение ее позволит глубже понять и количественно оценить характеристики процессов в океане и атмосфере.

Структурная функция – или вариограмма – один из способов описания пространственной корреляционной структуры данных (ПКСД). Сущность ПКСД состоит в проверке данных на наличие или отсутствие крупномасштабного пространственного тренда (внутренняя гипотеза); зависимости корреляционной структуры от взаимной пространственной ориентации данных (наличие или отсутствие пространственной анизотропии); определение эффективного радиуса корреляции – максимальное расстояние, на котором еще наблюдается зависимость между значениями в различных точках («характерный размер»).

Цель данной работы – исследовать применимость метода вариограмм к анализу пространственной структуры цифровых изображений атмосферы и океана, в частности, облачного покрова, льда и струйно-вихревых структур океана.

Были проанализированы фрагменты изображений видимого канала спутников NOAA\AVHRR зернистой облачности и морского льда в Охотском море. Исследования показали, что для полей зернистой облачности и мелких ледовых струйно-вихревых образований удовлетворяется «внутренняя гипотеза», и при некоторых условиях вариограмма позволяет оценивать характерные размеры объектов и расстояния между ними. Поля морского льда «внутренней гипотезе» не удовлетворяли, их нельзя считать даже слабо стационарными, и данный подход к их анализу не применим.

Работа поддержана грантами Президиума ДВО РАН и грантами РФФИ № 03-01-812 и № 04-01-00683.

Цифровые картографические модели загрязнений вокруг нефтепромыслов по материалам космической съемки

Алиева М.А.

АНАКА НАН Азербайджана,
Азербайджан, AZ 1106, Баку, пр. Азадлыг, 159
Тел.: (994-12) 462-93-87; Fax: (994-12) 462-17-38; E-mail: aflatun_hasanov@anasa.baku.az

В данной работе рассматриваются методы картографического экологического моделирования загрязнения Апшеронского полуострова в результате нефтепромысловой деятельности по материалам космической съемки и наземным данным. В настоящее время одним из перспективных направлений анализа пространственно-временных характеристик окружающей среды является цифровое картографирование с использованием данных дистанционного зондирования.

Первичный визуальный анализ космических снимков уже показывает катастрофичность положения на данной сравнительно географически небольшой территории – это большое количество озер вокруг нефтепромыслов. Но даже не это самое главное. Главное то, что нефтепромыслы вплотную окружены населенными пунктами в непосредственной близости без учета влияния радиационного фона нефтяных разливов, загрязненных озер и других водоемов. Если добавить к этой картине тот факт, что Апшеронская прибрежная зона считается рекреационной зоной, то естественно актуальной становится задача правильной и рациональной планировки и застройки населенных пунктов, пляжей и рекреационной зоны.

В этой ситуации аэрокосмические снимки предоставляют самую точную и реальную информацию о сложившейся ситуации, и, что не менее важно, эта информация представляется с заданной периодичностью и оперативно, что показывает перспективность применения материалов аэрокосмической съемки в ландшафтном планировании территорий. В этой ситуации важно то, что технологии обработки космических снимков совместимы с технологиями цифрового картографирования и представляют собой комплексный способ анализа экологической ситуации

В данной работе представлены две экологические модели: модель нефтяных озер и других водоемов, полученных в результате деятельности нефтепромыслов и модель буферных зон между жилыми кварталами и нефтепромыслами на фоне радиационной карты Апшеронского полуострова по материалам космической съемки.

Локализованный спектральный анализ в геофизике

Астафьева Н.М., Раев М.Д., Комарова Н.Ю.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-21-45, 333-43-01; E-mail: ast@iki.rssi.ru, mraev@asp.iki.rssi.ru

Геофизические процессы протекают в открытой нелинейной системе взаимосвязанных геосфер планеты, формируясь в результате большого набора природных процессов энергообмена и массопереноса, происходящих в широком диапазоне интенсивностей и с разными пространственными и временными масштабами. Сложность нелинейных неравновесных процессов в атмосфере отражается в структуре данных натурных наблюдений – и в данных долговременных наблюдений за изменчивостью гидрометеорологических параметров, и в структуре спутниковой информации. Для адекватного выявления свойств нелинейности, неоднородности и многомасштабности природных процессов необходимы нестандартные нетрадиционные методы анализа. Ряды натурных данных, как правило, неоднородны, имеют хаотическую структуру на относительно малых масштабах и нестационарны на масштабах, близких к длине реализации. Традиционно используемые методы классического спектрального анализа, основанного на математическом аппарате преобразования Фурье, оказываются недостаточными для изучения изменчивости природных процессов и их сложной внутренней неоднородной структуры.

Чтобы выявить локализованные спектральные характеристики атмосферных процессов, иерархическую структуру, глобальную и локальную автомодельность, используются методы локализованного спектрального анализа, основанного, на математическом аппарате вейвлет-преобразования. Вейвлет-преобразование состоит в разложении анализируемого множества по иерархическому базису, сконструированному из хорошо локализованной солитоноподобной функции посредством масштабных преобразований и переносов. Базис преобразования обладает свойством самоподобия; автомодельность анализируемого процесса проявляется соответствующими соотношениями для коэффициентов преобразования; каждая из функций базиса характеризует как частоту, так и ее локализацию во времени. В отличие от преобразования Фурье, вейвлет-преобразование проецирует одномерную реализацию на полуплоскость время–частота, что позволяет с одинаково хорошей точностью выделять разномасштабные составляющие и получать локализованные во времени спектральные характеристики (time-scale spectrum в отличие от single spectrum Фурье).

Возможности предлагаемых методик локализованного спектрального анализа, построенных, в основном, на базе вейвлет-преобразования с привлечением понятий теории нелинейных динамических систем, показаны на примерах изучения структуры временных рядов (данных гидрометеорологических наблюдений) и спутниковой информации, полученной микроволновыми комплексами SSM/I аппаратов серии DMSP.

Определение микрофизических параметров эффективной рассеивающей среды по данным, полученным двухпозиционными схемами зондирования

Бухарин А.В., Арумов, Г.П.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-31-33; E-mail: buhblih@mx.iki.rssi.ru , www.iki.rssi.ru/lidartps1

В настоящее время существует проблема интерпретации данных дистанционного зондирования, связанная с большим набором микрофизических параметров реальной зондируемой среды. В общем случае необходима априорная информация о дифференциальных сечениях рассеяния отдельной частицей и функции распределения частиц по размерам. Для этого, как правило, используются представления о модельной среде, состоящей из монодисперсных рассеивающих центров, имеющих заданные свойства индикатрисы рассеяния. Однако не существует прямых способов измерения величин, однозначно связанных с угловыми моментами индикатрисы рассеяния. Кроме того, эти моменты не всегда существуют даже в случае рассеяния на малые углы. В данной работе развивается другой подход. Этот подход определяет микрофизические свойства эффективной рассеивающей среды, которая производит такое же искажение и поглощение зондирующего пучка, как исследуемая среда. При распространении пучка в реальной среде его энергия частично переходит в энергию диффузного гало за счет рассеяния на частицах. Угловой размер гало может быть измерен лидаром с двухпозиционной схемой зондирования. При этом не требуется существования угловых моментов для индикатрисы рассеяния, так как угловой размер гало определяется по изменениям геометрических форм факторов полей зрения приемных каналов и зондирующего пучка. Набора измеряемых этим лидаром параметров достаточно для однозначного определения размеров и концентраций частиц эффективной среды, состоящей из монодисперсных частиц. При определении микрофизических свойств эффективной среды априорная информация о дифференциальных сечениях рассеяния и распределении частиц по размерам не используется.

Обработка космических изображений высокого пространственного разрешения, получаемых оптико-электронными КА ДЗЗ

Гомозов О.А., Еремеев В.В., Кузнецов А.Е., Лось В.В., Соловьева К.К., Сухов А.А.

Научно-исследовательский институт точных приборов,
127490, Москва, Юрловский проезд, 1
Тел.: (095) 181-20-12; E-mail: info@niitp.ru
Научно-производственная фирма Инфосистем-35,
127490, Москва, ул. Декабристов, вл. 51
Тел.: (095) 402-27-08; E-mail: ctc@comail.ru
Рязанская государственная радиотехническая академия,
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1
Тел.: (0912) 92-18-44; E-mail: rgrta@rgrta.ryazan.ru

До недавнего времени космическая съемка земной поверхности с высоким пространственным разрешением (2 м и менее) выполнялась с помощью фотографических спутников, а получаемая информация использовалась, главным образом, для решения задач специального визуального наблюдения. Поэтому основное назначение, как самих съемочных систем, так и программного обеспечения обработки было получение изображения, обладающего высокими фотометрическими характеристиками. Фотограмметрические задачи, как правило, решались с использованием обобщенных моделей съемочных систем (кадровой, щелевой или панорамной) и достаточно большого количества опорных точек.

Появление оптико-электронных космических аппаратов (КА) высокого пространственного разрешения («Аркон», «Ресурс-ДК», «Монитор-Э»), оснащенных высокоточными системами навигации и ориентации, выдвигает новые требования к методам обработки космической информации ДЗЗ.

В докладе рассматриваются основные принципы обработки изображений, которая способна обеспечить решение задач мелкомасштабного картографирования без использования опорных данных о местности и крупномасштабного картографирования с использованием их минимального количества.

В методологию обработки закладываются следующие основные решения:

– использование точной геометрической модели съемочной системы во взаимосвязи с системами навигации и ориентации КА;
– использование фотограмметрических параметров съемочной системы, получаемых по результатам наземной и полетных калибровок;
– использование измерений параметров движения и ориентации съемочной системы, получаемых в процессе съемки;

– использование точностных характеристик съемочной системы, систем навигации, ориентации и других систем КА.

Принятая методология позволяет последовательно решать следующие задачи:

– геодезической привязки космических изображений по орбитальным данным;
– трансформирования изображений в заданную картографическую проекцию по орбитальным данным и априорной оценки их геометрических характеристик;
– геодезического ориентирования одиночных изображений с использованием минимального числа опорных точек;
– ортотрансформирования изображений с использованием цифровой матрицы рельефа.

В НИИ точных приборов на протяжении ряда лет разрабатываются методы геометрических преобразований изображений. Эти методы совместно с НПФ «Инфосистем-35» и Рязанской радиотехнической академией реализованы в ряде программных продуктов – «ScanCatalog», «NormScan», «OrthoScan».

В программном комплексе (ПК) «ScanCatalog», предназначенном для каталогизации космических изображений, реализованы методы геодезической привязки изображений по орбитальным и картографическим данным, априорной оценки геометрических и радиометрических характеристик изображений.

ПК «NormScan» предназначен для структурного восстановления информации, радиометрической коррекции изображений, преобразования изображения в заданную картографическую проекцию (Гаусса-Крюгера, UTM, Lambert, Mercator) по орбитальным данным.

ПК «OrthoScan» предназначен для:

– геодезического ориентирования изображений с привлечением минимального числа опорных точек;
– ортотрансформирования изображений с использованием цифровых матриц рельефа;
– оценки точности ортоизображений.

Программные комплексы отработаны по информации, получаемой с КА «Аркон», а также модельной информации по КА «Монитор-Э», «Ресурс-ДК1». Подтверждена возможность решения координатных задач с одинаковой точностью по всему полю изображения при использовании минимального количества опорных топогеодезических данных.

В заключении отмечается положительный опыт по совместной разработке программных комплексов тремя организациями в системах программирования MS Visual C++, Borland C++ Builder и Delphi.

Ключевые объекты межрегиональных проблемно-аналитических и региональных научно-производственных блоков восточно-европейского и урало-сибирского комплексов системы космического мониторинга северных регионов (СКМ «СЕВЕР»)

Кровотынцев В.А. [1], Асмус В.В. [1], Беляев А.В. [2], Большаков В.Н. [3], Большаков Н.М. [4], Большаков Р.Г. [5], Виноградов А.Н. [6], Вылеток П.В. [7], Галкина Г.С. [8], Долгих Н.А. [9], Иешко Е.П. [10], Козин В.В. [11], Коковкин А.В. [12], Кутинов Ю.Г. [13], Магомедова М.А. [14], Муравьев В.В. [15], Перцев А.В. [16], Печенкин И.Г. [17], Прохоров А.Н. [18], Сухих В.И. [19], Шестоперов Г.С. [20]

[1] ГУ НИЦ «Планета» Росгидромета, Москва,
[2] Институт географии РАН, Москва,
[3] Уральское отделение РАН, г. Екатеринбург,
[4] Сыктывкарский институт леса Минобразования и науки, г. Сыктывкар,
[5] Ненецкий информационно-аналитический центр,
[6] Кольский научный центр РАН, г. Апатиты,
[7] Ямалтрансстрой, г. Лабытнанги,
[8] МГП «Геомонитор» Координационного центра «Космос-Земле», Москва,
[9] Центр космических наблюдений Роскосмоса, Москва,
[10] Карельский научный центр РАН,
[11] Тюменский государственный университет, г. Тюмень,
[12] Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар,
[13] Институт экологических проблем Архангельского НЦ УрО РАН, г. Архангельск,
[14] Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург,
[15] ГНЦ ВНИИ геосистем МПР России и РАН,
[16] НИИ аэрокосмических методов МПР России,
[17] Всероссийский институт минерального сырья им. Н.М Федоровского, МПР РФ,
[18] Департамент экологической политики МПР РФ,
[19] Международный институт леса,
[20] Московский государственный университет Минтранспорта и Минобразования и науки РФ

В докладе охарактеризованы методические и технологические принципы единого ландшафтно-картографического подхода к осуществлению геосистемного многоцелевого космического мониторинга (ГСКМ) в целях согласованного решения актуальных проблем гео-, био- и социально-экономической динамики окружающей природной среды, ее охраны и рационального использования.

Демонстрируются рабочие образцы базовых карт ландшафтно-картографической основы системы космического мониторинга северных регионов (СКМ «Север»), построенные для эталонной площади Веркола, расположенной на трассе проектируемой железной дороги Архангельск-Сыктывкар-Пермь.

Предложен состав ключевых методических объектов межрегиональных проблемно-аналитических блоков «Геодинамика» и «Биодинамика» ГСКМ европейского Севера России и сопряженных территорий Полярного Урала и Ямала.

Рассматриваются исходные данные ГСКМ региональных объектов Архангельской, Карельского, Кольского, Коми-республиканского и Ненецкого научно-производственных блоков СКМ «Север», выделенных с учетом актуальных федеральных и региональных задач геоэкологии и рационального использования природных ресурсов европейского Севера.

Обсуждаются вопросы использования и развития в рамках СКМ «Север» научного и технологического задела по спутниковому мониторингу окружающей природной среды в Урало-Сибирском регионе.

Использование космической навигационной системы для геофизических исследований

Матвиенко С.А., Агарков А.В., Бутенко Е.В.

Государственное конструкторское бюро «Южное»,
49008, Украина, г. Днепропетровск, Криворожская, 3
E-mail: info@yuzhnoye.com

Целью предлагаемого проекта является использование космической системы для дистанционного диагностирования Земли, повышения точности изучения гравитационного поля Земли (ГПЗ), контроля изменения его параметров во времени и сопоставление этих измерений с геологической, сейсмологической и погодной обстановкой на Земле. Использование комплексных измерений позволит создать глобальные и локальные модели ГПЗ высокого разрешения и точности. Изучение тонкой структуры гравитационного поля расширит возможности поиска полезных ископаемых, поможет в моделировании и исследовании сил, являющихся причинами смещения тектонических плит, возможных изменений структуры мантии, литосферных движений.

Сопоставление измерений подвижек поверхности Земли и измерений региональных и локальных характеристик гравитационного поля расширит возможности прогноза землетрясений и приливных деформаций, позволит уточнить связи различных систем координат, повысить контроль геоцентричности глобальной геодезической системы координат.

Перспективным на наш взгляд для проведения измерений гравитационного поля Земли является радиофизический метод, основанный на эффекте изменения частоты электромагнитного излучения в неоднородном гравитационном поле (эксперимент Паунда – Ребки). Используя высокостабильное электромагнитное излучение космических аппаратов, либо разместив на борту водородный стандарт частоты, по измерению разности частот сигналов излучаемого космическим аппаратом и принятого на поверхности Земли, можно с высокой точностью вычислить изменение гравитационного потенциала на поверхности Земли.

Применение океанографической ГИС ДВО РАН для исследования алгоритмов оценки температуры поверхности океана и скорости приводного ветра по данным AMSR-E

Митник Л.М., Голик А.В., Дубина В.А., Фищенко В.К., Митник М.Л.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43
Тел: 7-4232-312-131; E-mail: gis@poi.dvo.ru

Спутниковые микроволновые измерения позволяют оценивать температуру поверхности океана (ТПО) t и скорость приводного ветра W независимо от облачности. Важным этапом, обеспечивающим пользователей сведениями о погрешностях алгоритмов восстановления параметров и о связи погрешностей с региональными и сезонными особенностями, является их валидация. Алгоритмы восстановления t и W разработаны на основе численных экспериментов с моделью переноса микроволнового излучения в системе океан-атмосфера с использованием данных аэрологического зондирования и судовых гидрометеорологических наблюдений. Моделирование проводилось на частотах радиометра AMSR-E, установленного на спутнике Aqua (США) с учетом шумов радиометра. Эффективность алгоритмов оценивалась путем сравнения погрешностей восстановленных значений параметров, для чего использовалась корпоративная океанографическая ГИС ДВО РАН по северо-западной части Тихого океана. ГИС обеспечивает коллективный доступ к океанографическим данным, находящимся в ГИС и в интернете, а также к средствам их картографического отображения и аналитической обработки. С 2003 г. в ГИС накапливаются измеренные радиометром AMSR-E яркостные температуры уходящего излучения Земли на частотах 6,9, 10,7, 18,7, 23,8, 36, 5 и 89,0 ГГц на вертикальной и горизонтальной поляризациях, которые считываются с сервера космического агентства Японии JAXA в рамках соглашения с ТОИ. Данные контактных измерений ТПО и скорости ветра хранятся во внутренней базе данных ГИС, а также могут автоматически извлекаться с сайта NEAR-GOOS, на котором размещены измерения, выполненные с судов и океанографических буев. Различные варианты алгоритмов восстановления t и W встроены в виде отдельных программных модулей в блок аналитической поддержки ГИС. Технология исследования погрешностей алгоритмов включает следующие этапы: запрос пользователем квазисинхронных спутниковых и подспутниковых данных; выбор алгоритма; расчет и визуализация показателей качества алгоритма; расчет и визуализация восстановленных полей ТПО и ветра. Указанная технология позволяет также проводить коррекцию алгоритмов. В докладе приведены примеры применения ГИС к анализу алгоритмов восстановления полей t и W над северо-западной частью Тихого океана.

Основные направления решения проблемных вопросов создания современных космических систем дистанционного зондирования Земли

Пичхадзе К.М., Федоров О.С., Шостак С.В., Тихонов В.А., Власенко О.В.

ФГУП «НПО им.С.А.Лавочкина»,
E-mail: kchistov@laspace.ru

В докладе представлены основные направления деятельности Научно-производственного объединения им. С.А.Лавочкина по созданию интегрированной космической системы (ИКС) глобального дистанционного зондирования Земли, ориентированной на решение широкого круга задач в интересах различных потребителей.

ИКС разрабатывается как система коллективного пользования и включает в свой состав КА оптико-электронного и радиолокационного наблюдения. При этом основное внимание направлено на удешевление космической информации и повышение ее потребительских свойств (оперативность, пространственная и спектральная разрешающая способность, доступность).

В докладе излагаются основные направления повышения технических характеристик и потребительской привлекательности разрабатываемых НПО им. С.А.Лавочкина КА ДЗЗ, к основным из которых относятся:

– широкое использование последних достижений в сфере оптоэлектроники, вычислительной техники и композитных материалов, что позволяет снизить массу КА до 100–300 кг при сохранении функциональных возможностей КА типа «Иконос», «Квик Берд» с массой до 1000 кг;
– использование глубокой интеграции бортовых систем, обеспечивающих решение ряда задач не аппаратными, а программно-вычислительными способами;
– повышение эффективности целевого применения КС ДЗЗ за счет предоставления Заказчику возможности оперативного управления режимами работы целевой аппаратуры с наземных станций приема информации, что существенно повышает эффективность целевого использования информационного ресурса КА;
– расширение возможностей целевой аппаратуры высокодетального наблюдения за счет использования гиперспектральных оптико-электронных систем и радиолокационных комплексов, в составе которых используется АФАР, бортовые системы синтеза радиолокационных изображений в РМВ и т.д.;
– разработка космических комплексов на модульном принципе, обеспечивающем возможность автономной разработки модулей КА при условии выполнения требований по основным системным характеристикам, что позволяет на их основе создать новые КА при минимальных затратах и существенном сокращении сроков разработки.

Отмечается, что в настоящее время НПО им. С.А. Лавочкина разрабатывает ряд КА ДЗЗ различного назначения массой от 150 до 4500 кг, для запуска которых могут быть использованы РН легкого и среднего классов, в том числе и конверсионные.

Методика классификации природных объектов на многоспектральных космических изображениях на основе последовательного слияния информации

Попов М.А., Лялько В.И., Подорван В.Н., Сахацкий А.И.

Центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук Национальной академии наук Украины,
01601, Украина, Киев, ул. О. Гончара, 55-б
Тел.: (38 044) 246-81-66; E-mail: pop@casre.kiev.ua

Известно, что использование многоспектральных изображений позволяет повысить эффективность распознавания и классификации объектов. Однако при достаточно высоком спектральном разрешении возникает проблема, связанная с необходимостью обработки признаков (спектральных сигнатур) в пространствах высокой размерности. Обычный выход из положения состоит в том, что вначале понижают размерность пространства и уже в новом пространстве выполняют распознавание (классификацию).

В данной работе предложен иной подход к решению задачи классификации природных объектов на многоспектральных космических изображениях, суть которого состоит в том, что для каждого очередного объекта, который классифицируется, используется столько спектральных каналов, сколько необходимо, чтобы удовлетворить условию достоверности его классификации. Для этого на этапе обучения оценивается информативность каждого спектрального канала относительно заданного множества объектов различных классов и производится ранжирование спектральных каналов по величине информативности. При выполнении процедуры классификации объекта вначале задействуется наиболее информативный канал, далее, при необходимости, подключается информация следующего по величине информативности спектрального канала и т.д.

Введена критериальная функция информативности спектрального канала. Разработаны структура классификационного правила, а также процедура слияния информации разных спектральных каналов.

Описаны методика и алгоритм классификации объектов на многоспектральных изображениях. На основе методики создано программное обеспечение и соответствующее программное приложение InfoSpectr, которое разработано на основе пакета Visual Basic 7.0.

Приводятся результаты экспериментального исследования эффективности предложенной методики на примере классификации состояния лесов по снимкам, полученным с космического аппарата Landsat-5.

Субпиксельная обработка как способ повышения пространственного разрешения в системах дистанционного зондирования

Селиванов А.С.

ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» (ФГУП «РНИИКП»),
111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53
Тел/факс: (095) 273-59-43; E-mail: selivanov@rniikp.ru

Теоретическая частотно-контрастная характеристика всех оптических и оптоэлектронных приборов не ограничена в области пространственных частот. По мере увеличения пространственной частоты уменьшается глубина модуляции сигнала и отношение сигнал-шум в приборе наблюдения. Именно это отношение, согласно теоретико-информационному подходу, и является универсальным критерием оценки потенциальной разрешающей способности аппаратуры.

В цифровых системах передачи пространственная дискретизация разрушает структуру мелких деталей изображения, отфильтровывает те пространственные частоты, которые потенциально могут быть использованы для повышения разрешения.

Уменьшение шага дискретизации, в принципе, позволяет решить задачу, но в реальных технических системах, где выбор шага дискретизации является компромиссом между множеством параметров, такое решение может быть весьма затруднительным или вовсе невозможным. Поэтому надо искать внутренние резервы системы, которые заключаются, в частности, в наличии нескольких каналов передачи изображений в многозональных системах наблюдения.

В формировании геометрической структуры канальных сеток дискретизации скрыта возможность достижения «сверхразрешения», но только в ***синтезированном*** изображении.

Представим себе, что в четырехканальной системе на передающей стороне (т.е. в приборе наблюдения), сетки сдвинуты по горизонтали и вертикали друг относительно друга на 0,5 пикселя. А при синтезе на приемной стороне псевдоцветного изображения используется сетка с шагом в два раза меньшим, чем это необходимо для получения изображения в отдельном спектральном канале. И при этом обеспечивается геометрическое соответствие каналов между собой. Это позволяет воссоздать в синтезированном изображении геометрическую структуру, обеспечивающую в два раза большее пространственное разрешение, чем это определено исходным шагом дискретизации. Описанный алгоритм носит название «субпиксельной» обработки.

Моделирование показало, что описанный алгоритм может быть реализован на практике, однако в силу ограничений, связанных с реальными параметрами частотно-контрастных характеристик и технологическими допусками, в четырехканальной системе можно увеличить разрешающую способность не в два, а, примерно, в 1,5 раза, что является практически значимым результатом. Заметный эффект дает субпиксельная обработка даже двух спектральных каналов.

О целесообразности использования спутниковой навигационной системы “ГЛОНАСС” и приемника ДИП для мониторинга ионосферы Земли

Смирнов В.М., Гаврик А.Л., Корнеев П.А., Селезнев В.В.,

Институт радиотехники и электроники РАН,
141190, Московская обл., г. Фрязино, пл. Введенского, 1
Тел.: (095) 526-92-63; E-mail: vsmirnov@ire.rssi.ru

Создание высокоточных методов наблюдения за процессами, происходящими в атмосфере и ионосфере, является одной из важнейших задач в геофизике. Волновые движения, проникая в атмосферу и ионосферу, увеличивают свою интенсивность вследствие существенного уменьшения плотности нейтрального газа с ростом высоты. Слабые возмущения в пограничном слое атмосферы, вызываемые метеорологической активностью, антропогенным и сейсмогенным воздействием, могут приводить к заметным волновым явлениям и изменениям концентрации плазмы в ионосфере. Для наблюдения процессов в ионосфере и атмосфере перспективно использовать прецизионные радиополя, создаваемые навигационными спутниками. Причем, для решения этой задачи целесообразно использовать не кодовые измерения, а измерения по фазе несущей. Все приемники, осуществляющие кодовые измерения и измерения по фазе несущей на двух частотах, имеют высокую точность пространственного определения объектов и тем самым подпадают под возможные ограничения.

Приемник ДИП – доплеровский ионосферный профилометр – работает по спутникам российской навигационной системы Глонасс и позволяет проводить фазовые измерения на двух частотах. Данный приемник не решает навигационную задачу и, следовательно, не определяет координаты своего местонахождения. Приемник ДИП осуществляет измерения приращения фазы на заданном временном интервале. Интервал измерений задается пользователем приемника в диапазоне 0,1–1 секунда.

Результаты выполненных ранее измерений продемонстрировали работоспособность макета-образца дисперсионного приемника, предназначенного для определения параметров ионосферы по наблюдениям спутников системы Глонасс. В дальнейшем этот прибор может стать основой для развертывания сети прецизионных приемников сигналов спутников навигационной системы Глонасс на территории России.

Многолетние вариации эритемной ультрафиолетовой радиации в Иркутске по данным спутниковых измерений

Черниговская М.А., Тащилин М.А., Михалев А.В.

Институт солнечно-земной физики СО РАН,
664033, г. Иркутск, а/я 4026
Тел.: (3952) 56-45-16; E-mail: miketash@iszf.irk.ru

На основе данных спутниковых измерений солнечной эритемной ультрафиолетовой радиации (ЭУФР) прибором TOMS (Earth Probe), обработанных с помощью специально разработанного комплекса программ, проводится анализ временных вариаций ЭУФР за период 1979–1992, 1996–2003 гг. для г. Иркутска.

Результаты анализа многолетних однородных рядов измерений, выполненных и обработанных по единым методикам, позволяют установить климатические нормы вариаций различных временных масштабов (межсезонных, межгодовых, внутри цикла солнечной активности).

Обсуждаются возможные причины наблюдаемых временных вариаций приземной ЭУФР в г. Иркутске.

Роль дистанционных методов авиационного базирования - тепловой, видеоспектральной ультрафиолетовой съемок в комплексе с космическими средствами

Шилин Б.В.

Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург
E-mail: img@at1895.spb.edu

В настоящее время указанные выше методы дистанционного зондирования (ДЗ) имеют на космическом уровне ограниченное применение. Если для ультрафиолетовых систем это обусловлено сильным поглощением атмосферы, то для тепловых и видеоспектральных-гиперспектральных – только трудностями роста. Тем не менее, их перспективы очевидны.

Тепловая аэрокосмическая съемка успешно применяется при решении широкого круга задач. Космические съемки используются при решении задач мелкого масштаба (1:20 000 – 1:1 000 000) – NOAA. В последнее время находят применение системы среднего разрешения – TM и ASTER, но и они обеспечивают картографические масштабы не крупнее 1:50 000. Детальные задачи решаются аэросъемкой, позволяющей получать разрешения на местности от нескольких сантиметров. Однако при решении задач, где необходимо выделять небольшие по амплитуде и большие по площади температурные аномалии (над залежами углеводородов), при проведении тепловой аэросъемки трудно устранить помехи за счет суточного хода температуры поверхности, и здесь незаменимы космическая тепловая съемка с разрешением 20–30 метров.

Видеоспектральные-гиперспектральные системы видимого – ближнего инфракрасного диапазонов, все более активно используются на самолетах и спутниках. Видеоспектрометры позволили сделать «рывок» в области интерпретации данных ДЗ оптического диапазона, формируя полные образы объектов со спектральным разрешением до 2 нм и геометрическим – до нескольких сантиметров. При этом осуществляется переход от методов классификации к идентификации объектов и явлений по спектрам уходящего излучения. Появляется возможность выделения объектов, мало различающихся по спектральным характеристикам, например, геохимических аномалий над залежами углеводородов, стресс растительности на ранних стадиях заболеваний и т.п. Основная проблема видеоспектрометрии – создание библиотек эталонных спектров (коэффициентов спектральной яркости), сравнением с которыми результатов видеоспектральной аэросъемки будет определяться, например, вещественный состав горных пород.

Для космической видеоспектральной съемки главная трудность – сброс огромного количества информации, поэтому на авиационном уровне должны быть выявлены индикационные участки спектра для решения конкретных задач. Они и должны передаваться на станцию приема (возможна так же какая то предварительная обработка на борту).

Состояние и перспективы использования данных дистанционного зондирования высокого и сверхвысокого пространственного разрешения в космической диагностике техносферы

Шухостанов В.К., Цыбанов А.Г., Ведешин Л.А.

Отделение "Диагностика и безопасность техносферы" РАЕН, Москва
Тел.: (095) 254-70-32; E-mail: v-p@diatech.ru

В рамках проведения работ по наземной диагностике объектов техносферы на территории России, Испании и стран Ближнего Востока осуществлены проекты по космической диагностике трубопроводных систем, резервуарных парков, нефтехимических комплексов. Работа проведена на базе космических снимков высокого и сверхвысокого пространственного разрешения, полученных системами: Landsat, Ikonos, QuickBird, KFA-1000.

На основании работ по программной обработке и дешифрированию космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения показаны возможности получения информации по выявлению исследуемых объектов техносферы и локализации потенциально опасных площадных зон в районе нахождения объектов. В ряде случаев оценена степень точности полученной информации о выявленных потенциально опасных зонах.

Проведена систематизация полученной информации применительно к объектам техносферы по количественному и качественному выявлению промышленных объектов с помощью различных сенсоров указанных выше космических систем. Проанализированы спектральные характеристики сенсоров высокого и сверхвысокого пространственного разрешения и сделан вывод об ограниченности спектральных диапазонов сенсоров для задач диагностики техносферы.

По итогам проделанной работы сделан вывод о появлении практического и теоретического предела в использовании данных оптического диапазона высокого и сверхвысокого разрешения в космической диагностике объектов техносферы. Для перехода на качественно новый уровень развития космических диагностических технологий, наряду с применением вышеупомянутых космических систем, необходимо проведение исследований по гиперспектральной космической диагностике, итогом которых будет размещение в дальнейшем на космическом аппарате гиперспектрометра. С этой целью разработана программа проведения наземных исследований спектральных характеристик объектов техносферы различного назначения и в различных состояниях с помощью гиперспектрометра. Одним из итогов этих работ должно стать определение оптимальных спектральных интервалов отраженного солнечного излучения с целью идентификации и диагностики объектов техносферы.

СЕКЦИЯ

Технологии построения информационных систем спутникового мониторинга

Использование стандарта OpenGIS для построения систем работы с разнородными архивами данных

Андреев М.Ю., Лупян Е.А., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: yuri@smis.iki.rssi.ru

При построении системы доступа к данным различных систем мониторинга достаточно часто возникает задача построения картографических интерфейсов для удаленных пользователей. При этом во многих случаях требуется обеспечить работу пользователей с данными, которые получаются из различных источников и имеют разную структуру хранения. При этом сбор и обработка различных типов данных может происходить совершенно независимо, системы хранения данных могут находиться не только на разных серверах, но и в различных удаленных центрах.

Для решения подобных задач может использоваться один из стандартов организации OpenGIS (*http://www.opengeospatial.org*) – формат WMS (Web Map Service), позволяющий получать данные от различных картографических серверов, принимающих и обрабатывающих запросы по протоколу HTTP. Этот стандарт поддерживается различными программными пакетами, в частности утилитой mapserver, разработанной в Университете штата Миннесота (*http://mapserver.gis.umn.edu*). В этом случае mapserver сам составляет HTTP-запросы к различным серверам данных, которые умеют обрабатывать запросы в формате WMS, осуществляет их географическую привязку, масштабирование и накладывает их на карту. У пользователей таких интерфейсов возникает ощущение, что все данные, с которыми они работают, находятся в единой системе и у них не возникает никаких трудностей с их совместным отображением и сопоставлением. Естественно, что если бы системы хранения спутниковых данных и результатов их обработки имели модули, обеспечивающие работу в формате WMS, то в ряде случаев их интеграцию в различные информационные системы можно было бы осуществить просто на уровне интерфейсов пользователей.

В настоящем докладе описан пример такой интеграции. В нем представлен созданный на основе описанной технологии интерфейс удаленных пользователей к данным отраслевой системы мониторинга рыболовства (ОСМ). Данный интерфейс обеспечивает работу с данными мониторинга промысловых судов (позиционирование, отчетность, разрешения и т.д.) и с данными спутникового мониторинга промысловых районов (карты облачности температуры, льда и т.д.). При этом данные мониторинга промысловых судов хранятся в

специализированных автоматически обновляющихся БД на различных информационных серверах, а спутниковые данные – в архивах отраслевых центров приема и общеотраслевом архиве. Созданный интерфейс позволяет одновременно осуществлять работу с теми и другими данными. С демо-версией интерфейса можно ознакомиться по адресу *http://fms.iki.rssi.ru*.

Для реализации такой схемы был, в частности, разработан модуль, реализующий интерфейс доступа к отраслевым архивам спутниковых данных с использованием формата WMS. Также была решена задача интеграции web-интерфейса архива спутниковых данных с web-интерфейсом, обеспечивающим работу с различными данными ОСМ. При этом были использованы уже существующие системы хранения данных, программный интерфейс доступа и web-интерфейс архива спутниковых данных. Такой подход позволил достаточно легко создать систему, обеспечивающую работу с различными типами данных в едином интерфейсе. В докладе также обсуждаются возможности использования такого подхода для организации доступа к различным архивам спутниковых данных.

Автоматизированная система архивации спутниковых данных ФГУП Госцентр «ПРИРОДА»

Анисимов Д.И. [2], Бурцев М.А. [1], Ефремов В.Ю. [1], Жабоедов Ю.С. [2], Ильин В.О. [1], Киенко Ю.П. [2], Мазуров А.А. [1], Прошин А.А. [1], Сельдин С.С. [2]

[1] Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru
[2] ФГУП Госцентр «Природа»,
111394, Москва, ул. Полимерная, 10
Тел: (095) 301-14-41; E-mail: uppor@online.ru

В докладе описаны основные задачи и возможности автоматизированной системы архивации спутниковых данных ФГУП Госцентр «Природа», предназначенной для работы с данными прибора МСУ-Э, установленного на спутнике Метеор-3М.

Рассматриваемая информационная система обеспечивает автоматизированный прием, аннотирование и усвоение спутниковых данных в архив. Автоматизированная процедура архивации данных в системе создана на основе технологий, разработанных в ИКИ РАН. В докладе описаны основные возможности и особенности представляемой системы архивации данных.

Рассмотрены также основные блоки системы: блок автоматического аннотирования данных, блок ведения оперативного архива, блок, обеспечивающий работу с каталогами архивов локальных и удаленных пользователей, блок, обеспечивающий работу с долговременными архивами данных.

В докладе также представлены возможности расширения данной системы для работы с данными перспективных российских и зарубежных спутников.

Использование технологии построения информационных систем для доступа к спутниковым данным в центрах приема Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

Асмус В.В. [2], Милехин О.Е. [2], Лупян Е.А. [1], Назиров Р.Р. [1],Мазуров А.А. [1], Флитман Е.В. [1], Прошин А.А.[1], Бурцев М.А. [1], Ильин В.О. [1], Ефремов В.Ю. [1]

[1] *Институт космических исследований РАН,*
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru
[2] *НИЦ «Планета»,*
242123, Москва, Б. Предтеченский пер., 7
Тел.: (095) 252-37-17; E-mail: info@sputnik.infospace.ru

С 1997 г. Научно-исследовательский Центр космической гидрометеорологии НИЦ "Планета" совместно с Институтом Космических Исследований РАН (ИКИ РАН) активно ведет работы по автоматизации системы приема, обработки и представления спутниковых данных и обеспечению оперативного доступа к спутниковым данным на базе сети Интернет. В рамках выполнения этих работ была разработана технология построения информационных систем для доступа к спутниковым данным. При ее создании с самого начала основное внимание уделялось поиску гибких и масштабируемых решений, которые могли бы быть впоследствии использованы и в других центрах приема и обработки спутниковых данных. Для реализации таких решений в ИКИ РАН была разработана специальная технология. Настоящий доклад посвящен опыту использования данной технологии для построения информационных систем в базовых центрах приема и обработки спутниковых данных Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

В докладе представлены возможности информационной системы «Спутник» (*http://sputnik.infospace.ru*), которая развивается в НИЦ «Планета» с 1997 года. Система предназначена в основном для организации работы с различными архивами исходных спутниковых данных. В настоящее время в рамках этой системы реализован доступ к данным спутников Электро (ГОМС), NOAA, Ресурс, Океан-О и Метеор-3М. В докладе также представлены возможности системы, обеспечивающей доступ пользователей к информационным продуктам, полученным в результате обработки спутниковых данных. В докладе также на примере системы обработки данных прибора MODIS, установленного на спутниках TERRA и AQUA, представлены основные возможности создания полностью автоматизированных комплексов приема, обработки и представления спутниковых данных. Обсуждается опыт внедрения созданных систем обработки спутниковых данных в Западно-Сибирском (г. Новосибирск) и Дальневосточном (г. Хабаровск) центрах приема и обработки спутниковых данных.

Система автоматизированного сбора, обработки и распространения спутниковых данных для мониторинга сельскохозяйственных земель

Барталев С.А. [1], Бурцев М. А. [1], Ершов Д.В. [1], Ефремов В.Ю. [1], Ильин В.В.[1], Лупян Е.А. [1], Мазуров А.А. [1], Мельник Н.Н. [2], Нейштадт И.А. [1], Полищук А.А. [2], Столпаков А.В. [2], Прошин А.А. [1], Темников В.А. [2], Флитман Е.В. [1]

[1] Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru
[2] Главный вычислительный центр МСХ РФ,
117218, Москва, ул. Кржижановского, 15, к.1
Тел.: (095) 124-77-96; E-mail: info@gvc.ru

Современное состояние развития спутниковых средств и методов позволяет использовать их для решения различных задач, связанных с эффективным ведением земледелия. С появлением в последние годы спутниковых систем, имеющих достаточно высокое пространственное разрешение и обеспечивающих ежедневное поступление данных по любому району наблюдения, стало возможным создание принципиально новых технологий мониторинга сельскохозяйственных земель. Работы по использованию такой информации для решения различных сельскохозяйственных задач в настоящее время активно ведутся в различных организациях. Уже сегодня информация, полученная на основе спутниковых данных, может постоянно использоваться как для контроля сельскохозяйственной деятельности, так и для принятия оперативных управленческих решений. Однако для эффективного использования данной информации требуется также создание специальной системы, которая позволит пользователям получить доступ к данным и осуществить их анализ. Разработка такой системы была начата в 2003 году совместно Институтом Космических исследований РАН (ИКИ РАН) и Главным вычислительным центром МСХ РФ (ГВЦ МСХ РФ).

Настоящий доклад посвящен описанию основных задач, структуры и текущих возможностей данной системы. В нем описаны возможности получения данных из различных центов приема и архивации спутниковой информации. Описан блок автоматической обработки и архивации данных. Особое внимание уделено вопросам организации оперативного доступа пользователей к информации. В работе, в частности, представлены возможности информационного сервера системы (*http://www.agrocosmos.gvc.ru/satdata/in.htm*). На сервер оперативно поступают различные продукты, полученные в результате обработки спутниковых данных. В настоящее время на сервере можно получить информацию по Ростовской, Калужской, Ленинградской и Липецкой областям, а также по Краснодарскому краю. В докладе также представлены ближайшие перспективы развития данной системы.

Разработка информационной системы поддержки мониторинга состояния и динамики наземных экосистем Северной Евразии по данным спутниковых наблюдений

Барталев С.А., Бурцев М.А., Лупян Е.А., Прошин А.А., Уваров И.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел: (095) 333-53-13; E-mail: bartalev@smis.iki.rssi.ru

Бореальные экосистемы Северной Евразии, играющие ключевую роль в регулировании глобальных экологических процессов, представляют собой непрерывно изменяющуюся систему со сложными внутренними связями и закономерностями динамики. Разработка критериев и индикаторов устойчивого развития бореальных экосистем требует регулярно обновляемой информации об их состоянии и происходящих в них динамических процессах. Современный этап развития спутниковых методов наблюдения Земли открывает возможности построения систем мониторинга бореальных экосистем Северной Евразии на континентальном уровне. Институт Космических Исследований РАН в сотрудничестве с рядом ведущих институтов Российской Академии Наук выполняет разработку методов и систем спутникового мониторинга с целью получения законченных тематических информационных продуктов, отражающих состояние и динамику бореальных экосистем. В частности, разработана карта типов земного покрова Северной Евразии, создана система мониторинга лесных пожаров и оценки их последствий на континентальном уровне, разработаны методы мониторинга вырубок, ведутся разработки методов оценки состояния сельскохозяйственных земель. При этом широко используются данные спутниковых наблюдений, в частности, получаемые такими спутниковыми приборами, как SPOT-Vegetation, NOAA-AVHRR, Terra-MODIS, Landsat-TM и другими. Получаемые информационные продукты и базы данных, отражающие состояние и динамику бореальных экосистем, представляют большой содержательный интерес и должны стать доступными для использования широким кругом ученых и специалистов. В настоящем докладе представлена структура и базовые элементы создаваемой информационной системы, которая призвана обеспечить поддержку работ, связанных с организацией спутникового мониторинга бореальных экосистем Северной Евразии. Она позволит осуществлять систематизированное хранение данных спутникового мониторинга, обновление географических баз данных, удаленный доступ к информации исследователей, выполняющих работы в данной области.

Работы по созданию базовых элементов данной информационной системы проводятся при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проект № 04-07-90263-в).

Современные возможности создания региональной системы космического мониторинга экологической обстановки и контроля хозяйственной деятельности

Барталев С.А., Князев Н.А., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Палатов Ю.А., Мазуров А.А., Флитман Е.В.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел: (095) 333-53-13; E-mail: bartalev info@smis.iki.rssi.ru

В настоящее время спутниковые данные используются для решения различных задач, связанных с организацией контроля состояния окружающей среды. Однако для реального их использования в различных системах, решающих данные задачи, требуется интеграция спутниковых данных и результатов их обработки с другими данными, уже использующимися в системах мониторинга окружающей среды. Такая задача может, безусловно, быть решена различными способами. Например, в интересах конкретной системы мониторинга может быть создан специальный центр, обеспечивающий весь цикл работ со спутниковыми данными, что обычно требует достаточно больших затрат как на этапе организации такой системы, так и на этапе ее эксплуатации, и не всегда приводит к получению необходимой для организации квалифицированного контроля окружающей среды информации. В то же время, сегодня для решения прикладных задач созданы и быстро развиваются большие специализированные системы спутникового мониторинга, которые обеспечивают работу с данными практически по всей территории страны. Такие системы не только обеспечивают оперативную работу со спутниковыми данными, но еще обычно постоянно проводят работы по развитию методов и технологий их обработки. Это позволяет постоянно расширять их информационные возможности. Примерами таких систем являются система спутникового метеорологического мониторинга, система мониторинга лесных пожаров МПР РФ, система мониторинга чрезвычайных ситуаций, система мониторинга сельскохозяйственных земель и др. Такие системы могут предоставить пользователю уже не «сырые» спутниковые данные, а различную информацию, необходимую для решения конкретных задач. Объединяя ресурсы таких систем, можно получить достаточно много информации, необходимой для организации комплексного регионального мониторинга экологической обстановки и контроля хозяйственной деятельности.

Настоящий доклад посвящен описанию основных задач мониторинга окружающей среды, для решения которых активно используются спутниковые методы. В нем представлено большое число примеров различных информационных продуктов, полученных в результате обработки спутниковых данных, которые сегодня могут использоваться для решения различных региональных задач. В докладе проводится анализ возможностей оперативного получения информации, необходимой для организации регионального мониторинга из уже действующих специализированных систем. В нем также представлено краткое описание современных технологий, обеспечивающих интеграцию такой информации в уже действующие региональные системы мониторинга. Рассмотрена возможная архитектура построения системы спутникового мониторинга для решения задач конкретного региона.

Блок работы со спутниковыми данными для проведения работ по комплексному мониторингу газо-аэрозольных эмиссий в Сибири

Бурцев М.А. [2], Куценогий К.П. [1], Куценогий П.К. [1], Мазуров А.А. [2], Прошин А.А. [2], Флитман Е.В. [2]

[1] *Институт химической кинетики и горения Сибирского отделения РАН,*
630090, г. Новосибирск-90, ул. Институтская, 3
Тел.: (3832) 33-37-53; E-mail: koutsen@kinetics.nsc.ru
[2] *Институт космических исследований РАН,*
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru

Проведение комплексного газо-аэрологического мониторинга является сегодня актуальной задачей. Гетерогенная физика и химия атмосферы – бурно развивающееся в последнее десятилетие научное направление фундаментальных исследований. Эти исследования тесно связаны с такими проблемами, как: природа фотохимического смога, обусловленного эмиссией химически активных газовых примесей от естественных и антропогенных источников; газо-аэрозольных выбросов при лесных пожарах и от крупных промышленных центров; почвенно-эрозионные процессы; процессы региональных и глобальных переносов примесей атмосферными течениями с учетом их химической трансформации и взаимодействия с разнообразной подстилающей поверхностью; влияние газо-аэрозольных примесей на качество окружающей среды; различные биохимические циклы в биосфере; уровни загрязнения атмосферы, гидросферы, почвы и растительности; влияние на разнообразные атмосферные процессы; последствия изменения климата локального, регионального и глобального масштабов; здоровье человека и животных. Успешное решение всего комплекса проблем во многом определяется современным развитием системы комплексного мониторинга, который подразумевает пространственно-временные сопряженные наблюдения наземного и аэрокосмического базирования. Очевидно, что этот громадный объем информации невозможно эффективно и рационально использовать без развития современных информационных систем.

В настоящей работе описываются возможности блока, обеспечивающего работу со спутниковыми данными для решения задач комплексного газо-аэрологического мониторинга Сибири. Его основной задачей является сбор информации по территории Новосибирской, Томской, Кемеровской и Иркутской областей, Алтайского и Красноярского краев, которая поступает из различных центров приема и архивации спутниковых данных. Он также должен обеспечивать механизмы интеграции этой информации с различными данными, использующимися для комплексного газо-аэрологического мониторинга. Блок рассчитан, на работу с данными, полученными от следующих спутниковых систем: NOAA, Метеор-3М, Ресурс, Terra, Aqua, SPOT. Блок обеспечивает доступ локальных и удаленных пользователей к каталогам данных, продуктам их обработки и фрагментам исходных данных. В блоке также созданы базовые элементы интерфейсов, позволяющие пользователям проводить совместный анализ различных типов данных.

Блок создается при поддержке проекта РФФИ № 03-07-90371.

Развитие программы дистанционного зондирования Земли в ГКНПЦ им. М.В. Хруничева

Глазкова И.А., Стефанский М.А.

ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, Москва

ГКНПЦ им. М.В. Хруничева создается система дистанционного зондирования Земли «Монитор». Съемочная аппаратура, устанавливаемая на первом космическом аппарате (КА) «Монитор-Э», будет иметь следующие характеристики:

Панхроматическая съемочная аппаратура (ПСА):

– спектральный диапазон – 0,51–0,85 мкм;
– пространственное разрешение – 8 м;
– полоса захвата (обзора) – 90 (730) км;
– скорость передачи информации – 122,88 Мбит/с.

Съемочная аппаратура распределенного доступа (РДСА):

– спектральные диапазоны – 0,54–0,59; 0,63–0,68 и 0,79–0,90 мкм;
– пространственное разрешение – 20/40 м;
– полоса захвата (обзора) – 160 (890) км;
– скорость передачи информации – 61,44 /15,36 Мбит/с.

Сброс информации будет осуществляться на наземный комплекс приема и первичной обработки информации ГКНПЦ им. М.В. Хруничева и региональные пункты приема информации. Запуск спутника планируется в конце 2004 г.

Целью программы является обеспечение природноресусной информацией российских и зарубежных пользователей.

В настоящее время проведены динамические, тепловые и электрические испытания КА «Монитор-Э», на стадии завершения испытания летного изделия.

ГКНПЦ им. М.В. Хруничева распространяет информацию с индийских спутников IRS 1C/1D, которая по своим характеристикам близка к информации с «Монитор-Э».

Основные направления использования информации со спутников «Монитор-Э» и IRS 1C/1D для контроля чрезвычайных ситуаций:

– Создание карт возможного риска и прогнозных карт;
– Получение информации в режиме реального времени во время чрезвычайных ситуаций;
– Оценка ущерба.

Потребителям будут предоставляться продукты, полученные в результате обработки информации ДЗЗ до стандартных уровней от 1А до 2С, а также мозаики и цифровые карты.

Программа «Монитор» представляет собой систему, включающую в себя как орбитальную группировку КА, так и наземный сегмент. Заделы, которые созданы при разработке КА «Монитор-Э», выводят Россию на принципиально новые позиции в создании конкурентно способной космической техники, новой съемочной аппаратуры.

Научно-технические предпосылки создания спутниковой системы контроля экологической, радиационной и химической обстановки

Князев Н.А., Втюрин С.А., Коробкин А.И., Кулешов Ю.П., Палатов Ю.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-51-66; E-mail: nknyazev@iki.rssi.ru

Современный уровень научно-методического обеспечения дистанционного зондирования Земли из космоса и перспективы его развития предполагают возможность постановки и решения задач контроля из космоса химической обстановки (содержания газовых примесей в приземном слое атмосферы, в т.ч. при авариях) и радиационной обстановки с проведением спутниковых многоспектральных измерений, мониторинга экологической обстановки с использованием космической информации (КИ) с различных спутников. Научно-методические разработки предопределяют проектный облик создаваемой и перспективной спутниковой аппаратуры, исходные данные и требования к ее основным характеристикам. Приведены характеристики уже созданных и перспективных спутниковых приборов, по измерениям которых предполагается определять из космоса экологическую, радиационную и химическую (ЭРХ) обстановку.

Рассмотрены вопросы выбора спутниковой платформы для постановки целевой аппаратуры. Анализируются состав и орбиты космической группировки, способной при заданных характеристиках спутниковых приборов удовлетворить пространственно-временные требования к КИ широкого круга возможных пользователей системы космического мониторинга ЭРХ обстановки.

Уделено внимание вопросам приема, обработки и распределения КИ. Расширение потребителей КИ рассматриваемой системы предполагается решать на принципах доступности КИ на разных стадиях ее обработки с использованием сетевых услуг (Интернет-технологий) и локальных пунктов приема КИ. Сброс КИ на локальные пункты приема, в т.ч., возможно, мобильные, имеющие ограничения на размеры антенных устройств (частотный диапазон – 1,7…2,5 ГГц), предполагает предварительную обработку измерений на борту спутника с использованием бортового вычислительного устройства с реализацией как алгоритмов обработки данных целевой аппаратуры до определенного уровня, так и процедур сжатия спутниковых изображений.

Приведена структурная схема спутниковой системы контроля ЭРХ обстановки.

База данных стабильных ночных огней по спутникам DMSP

Коковин Д.[1], Жижин М.[1], Elvidge C.[2], Baugh K.[2], Kihn E.[2]

[1] ИФЗ/ГЦ РАН,
[2] NGDC NOAA,
Тел.: (095) 930-61-15; E-mail: jjn@wdcb.ru

По изображениям со спутников DMSP ночной стороны Земли в видимом диапазоне построены две базы данных стабильных ночных огней, видимых в 1993 и в 2003 годы. Для этого были отобраны безоблачные части изображений с лунной освещенностью менее 50%, на них с помощью адаптивного фильтра были выделены ночные огни и определены частоты повторяемости огней с порогом >10%. Результат представлен в виде изображений в формате geo-TIFF в прямоугольной проекции с размером пиксела 30 угловых секунд и слоев ГИС, доступных в интернет с картографического сервера по протоколу OpenGIS WMS.

Возможные приложения включают оперативное обнаружение пожаров, отключений энергоснабжения вследствие техногенных или природных катастроф, а также оценка макроэкономических и демографических показателей и выделение долгосрочных трендов.

Возможности практического применения космической радиолокационной информации для социально-экономического развития Российской Федерации

Кокушкин Ю.В., Затягалова В.В., Колгушкина И.В.

ФГУП «НПО машиностроения»
143966, Московская область, г. Реутов-6, ул. Гагарина 33
E-mail: npomas@dol.ru, тел. 307-91-94

Дистанционное зондирование Земли в настоящее время широко используется для решения практических задач.

Радиолокационный (РЛ) метод зондирования земной поверхности позволяет выявлять неровности подстилающей поверхности и ее детали. При этом проведение съемок возможно независимо от освещенности и облачности.

Рассмотрим некоторые практические задачи, для решения которых использование радиолокационной информации (РЛИ) может быть наиболее эффективно:

1. Определение ледовой обстановки:

1.1. на замерзающих морях,

1.2. при ледовых заторах на реках.

2. Использование РЛИ при весенних паводках и наводнениях.

3. Наблюдение за развитием селевой опасности в горной местности.

4. Обнаружение загрязнений нефтепродуктами морской поверхности.

5. Определение местонахождения судов на водной поверхности.

6. Обновление топографических карт, особенно в труднодоступных районах.

ФГУП «НПО машиностроения» в настоящее время создает космическую систему (КС) радиолокационного зондирования земной поверхности «Кондор-Э». Система позволит проводить круглосуточное всепогодное наблюдение земной поверхности и получать РЛИ высокого разрешения.

Практической эксплуатации КС «Кондор-Э» будет предшествовать этап летных испытаний, в ходе которых предполагается отработка технологий съемок, приема, обработки и передачи РЛ-информации потребителям.

В целях подготовки к использованию РЛИ с КС «Кондор-Э» и отработки технологий при летных испытаниях, ФГУП «НПО машиностроения» совместно с ведущими научно-исследовательскими организациями различных ведомств разрабатывает методики и технологии применения РЛИ для создания конечного информационного продукта в интересах этих ведомств, в том числе и по указанным выше задачам.

Приглашаем заинтересованные организации к сотрудничеству.

Использование результатов обработки данных наблюдений Земли из космоса в информационных системах различного назначения

Колодяжный А.А.

Институт космических исследований НАНУ-НКАУ,
03680, Украина, Киев-187, пр. Глушкова, 40
Тел.: (380-44) 266-30-08; E-mail: ok@space.is.kiev.ua

Одним из наиболее важных факторов влияния на расширение использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является обеспечение поиска, доступа и распространения данных и приложений на их основе. Потенциальные пользователи данных и приложений ДЗЗ сталкиваются с трудностями при определении того, какие данные имеются, как получить доступ к ним и как использовать для решения конкретных задач. Решению этих задач, а также вопросов совместимости представления информации с подходами, которые реализуются в рамках создания Глобального мониторинга для окружающей среды и безопасности (GMES), Глобальной системы систем наблюдения Земли (GEOSS) и др. посвящено создание Украинской сети аэрокосмических наблюдений Земли (УМАКС), которое осуществляется по заказу Национального космического агентства Украины (НАНУ).

Имеются различные уровни обработки и направления использования информации ДЗЗ, к которым относятся:

– создание тематических карт для непосредственного использования;
– использование результатов обработки данных ДЗЗ вместе с необходимой наземной информацией в информационных системах управления окружающей средой, природными ресурсами и др. для решения задач оценки состояния, прогнозирования и др.;
– представление обобщенной информации в виде тематических или территориальных атласов, электронных версий отчетов и др.

В Институте космических исследований НАНУ-НКАУ проводятся работы по всем перечисленным направлениям. Созданы информационные системы управления окружающей средой в бассейнах рек. На основе программного обеспечения Организации по продовольствию и сельскому хозяйству (FAO) «Динамический атлас» разработаны и широко распространялись доклады о состоянии окружающей среды Украины и бассейна Днепра, тематические атласы различной направленности и др.

Вопросы создания регионального центра космического мониторинга окружающей среды на базе современных информационных технологий

Копылов В.Н.

Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий,
628011, Ханты-Мансийск, ул. Мира, 151
Тел.: (34671) 59140; Факс: (34671) 59019; E-mail: kvn@uriit.ru, www: www.uriit.ru

В докладе представлены методологические и технические аспекты разработки и реализации аппаратно-программного комплекса центра ДЗЗ на базе современных технологий для решения задач космического мониторинга окружающей среды севера Сибири. Центр создан решением Правительства Ханты-Мансийского АО в составе Югорского НИИ информационных технологий (ЮНИИ ИТ) в г. Ханты-Мансийске и ориентирован на прием, обработку и использование данных ДЗЗ детального пространственного разрешения (1–10 м). Основу Центра составляет высокоинформативный комплекс приема и обработки информации на базе приемной антенны ТНА-9П производства РНИИ космического приборостроения. Комплекс может обеспечить прием, запись, каталогизацию и архивацию информации, поступающей с КА ДЗЗ в Х-диапазоне частот со скоростью до 320 Мбит/сек, то есть со всех существующих отечественных и зарубежных КА детального наблюдения.

Для обработки информации в ЮНИИ ИТ имеется уникальное оборудование для хранения и обработки больших и сверхбольших объемов данных. Его ядром являются два мощных суперкомпьютера производства Sun Microsystems. Суммарная пиковая мощность компьютеров составляет свыше 100 гигафлоп.

Для автоматизации обработки, каталогизации и хранения данных ДЗЗ, на суперкомпьютере Sun Fire 15000 установлены пакеты прикладного программного обеспечения ERDAS IMAGINE PRO for SUN и ENVI (UNIX). ENVI позволяет осуществлять обработку в мультипроцессорном режиме, что значительно сокращает время работы. Для разработки собственных программных модулей имеются средства разработчика ENVI IDL и Imagine Developers Toolkit. Работа в среде WINDOWS осуществляется с использованием лицензионного программного обеспечения ENVI, ERDAS IMAGINE Pro, ErMapper.

В докладе также представлены результаты применения данных ДЗЗ при решении задач мониторинга окружающей среды севера Западной Сибири и прилегающих районов. Рассмотрены перспективы развития Центра.

Дистанционный мониторинг территории Ненецкого АО

Лавриненко И.А., Большаков Р.Г.

ГУП НАО «Ненецкий информационно-аналитический центр»
Нарьян-Мар
E-mail: lavrinenko@gisnm.atnet.ru

Современные спутниковые системы наблюдения поверхности Земли в настоящее время позволяют осуществлять долгосрочный мониторинг экологического состояния локальных природно-хозяйственных комплексов. Спутниковая информация высокого разрешения дает возможность организовать оперативный мониторинг даже самых мелких элементов территории в пределах объектов недропользования, что для территории Ненецкого АО является актуальной проблемой. Это обусловлено обширностью территории и слабо развитой инфраструктурой, что затрудняет доступ и оперативный экологический контроль на большей части объектов недропользования.

В этой связи, на территории Ненецкого АО проводится работа по организации системы оперативного дистанционного контроля экологического состояния объектов недропользования и охраняемых территорий. К подобным объектам можно отнести месторождения, находящиеся в настоящий момент в стадии разработки (Харьягинское, Вал Гамбурцева, Варандейское и др.), а также окрестности г. Нарьян-Мар, как района, испытывающего высокую антропогенную нагрузку. С другой стороны, объектом контроля является группа арктических островов, входящая в состав Государственного природного заповедника «Ненецкий» и западное побережье острова Вайгач. Организация дистанционного мониторинга последних объектов актуальна в связи с перспективами разработки шельфовых месторождений в восточной части Баренцева моря.

В рамках данной работы проводятся дешифрирование и анализ материалов многозональных космических снимков, которые основаны на выявлении региональных и ландшафтных эталонов и экстраполяции данных на всю территорию объектов контроля спектрометрическими методами, в комплексе с систематическими полевыми работами в пределах ключевых участков. Экспедиционные работы, проведенные в 2003-2004 гг. сотрудниками НИАЦ на территории ряда месторождений, арктических островов ГПЗ «Ненецкий» и на западном побережье острова Вайгач, позволили получить оценку современного состояния обследованных территорий, выявить спектральные сигнатуры большого числа фоновых и антропогенно-нарушенных ключевых участков, которые используются для дешифрирования и подготовки тематических карт.

При организации системы дистанционного мониторинга в дальнейшем планируется ее расширение на такие объекты, как, оленьи пастбища, вся шельфовая зона, а в перспективе, на всю территорию округа.

О результатах проекта «GMES-Russia»

Новикова Н.Н., Пермитина Л.И.

Научный центр оперативного мониторинга Земли,
филиал федерального государственного унитарного предприятия
Центр космических наблюдений,
127490, Москва, ул. Декабристов, вл.51, стр. 25
Тел.: (095) 105-04-19; Тел./факс: (095) 404-77-45, E-mail: ntsomz@ntsomz.ru

В докладе приводятся основные результаты проекта “GMES-Russia”, выполненного в период с января 2003 г. по июнь 2004 г. по обеспечению решения приоритетных тематических задач в России в рамках европейского проекта GMES (Глобальный мониторинг окружающей среды и ее безопасность). Цель проекта – анализ схем обеспечения информацией, оценка возможностей структуры мониторинга и получения информации, определение требований к усовершенствованию системы мониторинга. Результаты проекта должны содействовать интеграции России в европейскую систему научных исследований по проекту GMES. Работы по проекту координировались профессором Йенского университета К. Шмулиус.

В проекте принимали участие:

FSU (координатор)	Университет им. Ф. Шиллера, Институт географии, факультет геоинформатики и ДЗ, Йена, Германия
НРЦГИТ	Новосибирский региональный центр геоинформационных технологий, Академгородок, Новосибирск, Россия
NIERSC	Международный центр изучения окружающей среды и ДЗ им. Нансена, Санкт-Петербург, Россия
ИАО	Институт атмосферной оптики, РАН, Томск, Россия
ЮНИИИТ	Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий, Ханты-Мансийск, Россия
НЦ ОМЗ	Научный центр оперативного мониторинга Земли Российского космического агентства, Росавиакосмос, Москва, Россия
ИСЗФ	Институт солнечно-земной физики, РАН, Иркутск, Россия

В работе показана инфраструктура мониторинга окружающей среды в России, представлены министерства, агентства и организации, участвующие в работах по мониторингу и использующие данные ДЗЗ. Определены основные требования потребителей к данным ДЗЗ для обеспечения эффективного мониторинга окружающей среды.

В работе отражено современное состояние дел в России в области мониторинга основных компонентов окружающей среды: воды, воздуха, лесов, земных ресурсов, экологических ситуаций. Все российские системы мониторинга рассматриваются как комплексные системы,

использующие данные различных уровней: космические, самолетные, наземные, аэрологические.

Проект “GMES-Russia” показал возможности информационной интеграции российских организаций с европейскими в рамках проекта GMES, что способствует развитию научного и практического сотрудничества между Европой и Россией.

Архив изображений Земли из космоса - Satellite archive browse and retrieval (SABR)

Поляков А.[1], Жижин М.[1], Мишин Д.[1], Коковин Д.[1], Elvidge C.[2], Kihn E.[2]

[1] ИФЗ/ГЦ РАН
Тел.: (095) 930-61-15; E-mail: jjn@wdcb.ru
[2] NGDC NOAA

SABR создавался как единый веб-интерфейс к архивам спутниковых данных Национального центра геофизических данных (NGDC NOAA) в Болдере, штат Колорадо, и объединяет данные со спутников с многодисциплинарными базами данных по окружающей среде и ГИС для интерактивной визуализации, поиска и заказа изображений со спутников, телеметрии и производных продуктов, которые хранятся в реляционных базах данных, на дисковых массивах и в роботизированной библиотеке магнитных лент в NGDC.

Через SABR в Интернет доступны архив сканированных фотоизображений DMSP с 1979 по 1992 гг., цифровые орбиты DMSP в видимом и инфракрасном диапазонах с 1992 г., глобальные и региональные «мозаики» DMSP орбит, оперативно обновляемые каждые 3 ч и архивируемые каждые 6 ч с 2001 г., а также телеметрия с параметрами околоземной среды со спутников DMSP и GOES.

Основные функции SABR включают: поиск изображений и продуктов в заданных координатах и интервале времени для определенного типа орбит, сенсоров и разрешения; отображение на карте наличия данных; просмотр временных рядов изображений; орбитальная навигация по изображениям; совмещение интерактивных ГИС-карт и изображений со спутников; OpenGIS WMS интерфейс к совмещенным картам и изображениям со спутников; интерактивные графики многоканальной телеметрии со спутников; параллельный поиск событий в базах данных по метеорологии и космической погоде и отображение спутниковых снимков; заказ данных с помощью “покупательской корзины” с просмотром метаданных и изображений для каждого элемента заказа; асинхронная обработка заказов архивных данных с роботизированной библиотеки магнитных лент с подтверждением выполнения по электронной почте.

Возможен удаленный доступ для клиентских приложений к орбитальным базам данных и изображениям SABR по технологии GRID с использованием веб-сервисов.

Технологическая структура системы мониторинга рыболовства в Дальневосточном регионе

Проценко И.Г. [2], Резников В.Ю. [2], Андреев М.В. [1], Бабюк А.В. [1], Ермаков В.В. [2], Кошкарева Л.А. [2], Лупян Е.А. [1], Наглин Ю.Ф. [1], Прошин А.А. [1], Образцов Ф.В. [2]

[1] *Институт космических исследований РАН,*
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru
[2] *ФГУП «Камчатский центр связи и мониторинга»,*
683003, Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 38
Тел.: (4152) 11-13-41; Факс: (4152) 11-03-49, E-mail: info@mail.kccm.ru

Доклад посвящен вопросам создания и развития системы мониторинга рыболовства в Дальневосточном регионе, созданной для контроля промысла в регионе. Система является частью общеотраслевой системы мониторинга и включает в себя три подсистемы: среда, объекты промысла, промысловый флот. Слежение за объектами этих трех подсистем имеют специфические особенности и очень важно при построении системы обеспечить программно-техническую совместимость трех подсистем. При создании данной системы необходимо было реализовать технологию ведения и поддержки единого информационного ресурса, для того чтобы обеспечить решение широкого круга задач.

Центральную часть системы составляют современные спутниковые технологии наблюдения. Базовыми источниками информации в системе служат метеорологические спутники NOAA, позволяющие, помимо снимков облачности и земной поверхности, после обработки данных зондирования морской поверхности получать карты температуры поверхности океана и ледовой обстановки; спутники NavStar (GPS), отвечающие за точное пространственное позиционирование судов; спутники Инмарсат, обеспечивающие обмен информацией между промысловыми судами и центром мониторинга.

В Дальневосточном регионе в систему входят центр мониторинга КЦСМ, обеспечивающий сбор данных, и коммутационный центр ИКИ РАН, отвечающий за транспортировку информации на информационные узлы пользователей системы мониторинга. В техническом плане система является совокупностью программно-технических средств и систем решения задач автоматизированного приема, обработки, хранения и распространения данных и включает в себя: телекоммуникационную систему, вычислительный комплекс, общесистемные и прикладные программные средства.

В докладе рассматриваются схемы и особенности построения различных элементов системы. Особое внимание уделяется вопросам использования спутниковых средств для решения задач мониторинга. Осуждаются технические решения, которые были отработаны в Дальневосточном регионе и легли в основу общеотраслевой системы мониторинга.

Организация оперативной поставки данных спутниковых наблюдений пожаров в систему мониторинга критически важных объектов и ресурсов

Прошин А.А., Романов А.А.-ст., Романов А.А.-мл., Толпин В.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru
ФГУП РНИИ КП

Доклад посвящен актуальному вопросу организации обмена данными между различными системами мониторинга. В докладе обсуждаются возможности решения таких задач на примере взаимодействия системы дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ и действующего макета системы мониторинга критически важных и опасных объектов. В докладе представлены варианты организации такого взаимодействия, которые обеспечивают интеграцию информации различных систем и получение на ее основе новых информационных продуктов, позволяющих решить задачи, выходящие за рамки отдельных отраслевых систем. В работе приведен пример организации такого взаимодействия, которое позволило избежать дублирования функций в разных системах и минимизировало работы по созданию интерфейсов, обеспечивающих обмен данными.

Отработка схемы интеграции данных различных отраслевых систем проводилась при поддержке проекта РФФИ № 03-07-90358.

Информационная система космических данных для междисциплинарных научных исследований стихийных бедствий

Саворский В.П.

Фрязинское отделение Института радиотехники и электроники РАН,
141190, Московская обл., г. Фрязино, пл. Введенского, 1
Тел.: (095) 702-95-88; E-mail: savor@ire.rssi.ru

В работе предложена и обоснована принципиальная архитектура информационной системы космических данных (ИСКД) для поддержки научных исследований стихийных бедствий (СБ). Предлагаемая архитектура основывается на выделении в составе ИСКД двух базовых подсистем (компонент): 1) проблемно ориентированной компоненты ИСКД, которая призвана обеспечивать восстановление геофизических параметров, описывающих состав и состояние исследуемых объектов, а также реконструировать пространственно-временную эволюцию этих описывающих параметров, 2) проблемно инвариантной компоненты ИСКД, обеспечивающей глобальный поиск и доставку исторических (т.е. уже включенных в состав архивов) наборов космических данных для районов, в которых произошли катастрофические или опасные природные явления заданного класса, а также подготовку оптимального (т.е. минимизированного по затратам и времени на его доставку) плана заказа на получение новых наблюдательных данных.

Основной целью в развитии ИСКД СБ является создание средств и способов поддержки междисциплинарных научных исследований районов с высокой вероятностью стихийных бедствий. Эта поддержка предусматривает поставку данных космических наблюдений и результатов их обработки, а также предоставление сопутствующих сервисов, облегчающих и способствующих усвоению передаваемых информационных продуктов.

В качестве первичного объекта для сбора космических данных обоснован выбор сейсмически и тектонически активного района Северного Кавказа. На последующих этапах развития в состав системы будут включены также данные по Камчатке и Прибайкалью. Наряду с этим в состав системы предполагается включить данные наблюдений паводков и наводнений, а также крупномасштабных лесных и степных пожаров.

Современное состояние и тенденции применения данных ДЗЗ и ГИС в агроэкономике

Сидоренко В.Н., Пересветов С.Б.

Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
119992, Москва, Ленинские горы, 2-гум. корп.
Тел.: (095) 9392675,(095) 9395725; E-mail: vladimir@econ.msu.ru, peresvetov@econ.msu.ru

В настоящее время можно выделить две основные тенденции применения ГИС и данных ДЗЗ в агроэкономике. Первая из них относится к решению макроэкономических задач, связанных с продовольственной безопасностью на уровне крупных регионов и на государственном уровне, а вторая затрагивает решение задач на микроуровне, т.е. на уровне отдельных сельхозпроизводителей (точное земледелие и др.). Остановимся более детально на первой из них. Так, на государственном и региональном уровне решением указанных задач, как правило, занимаются соответствующие подразделения государственных статистических служб, создавая системы мониторинга сельскохозяйственного назначения государственного уровня на основе данных ДЗЗ и ГИС. В настоящее время такие системы есть практически во всех развитых странах.

Пионером в этой области были США, начавшие подобные работы в середине 60-х годов 20-го века. Основные работы по созданию методики оперативного мониторинга и прогнозирования урожайности велись в лаборатории LARS университета Пэдью штата Вашингтон. В настоящее время Национальная статистическая служба Министерства сельского хозяйства США активно использует данные ДЗЗ и ГИС для прогнозирования урожайности, как в самих США, так и в странах-конкурентах на мировом рынке сельхозпродукции.

В Европейском сообществе подобные работы начались в 1988 г. по программе MARS (Monitoring Agriculture with Remote Sensing) в Объединенном исследовательском центре Европейской комиссии (г. Испра, Италия), которая в настоящее находится в промышленной эксплуатации. Основой системы является Crop Growh Monitoring System (CGMS) - система мониторинга развития сельхозкультур. Надо отметить, что специфика сельхозугодий в Европе по сравнению, например с США или Россией (множество участков сравнительно небольшой площади) приводит к необходимости использования снимков высокого разрешения и соответственно к повышению операционных расходов. В настоящее время объявлена программа присоединения к проекту MARS всех заинтересованных стран.

На постсоветском пространстве наиболее продвинулся в создании общенациональной системы космического мониторинга сельскохозяйственного назначения Казахстан (ИКИ РК). Для прогноза урожайности применяется модифицированная модель WOFOST. В начале

2004-го г. принята государственная программа космического мониторинга, в рамках которой предусмотрен космический мониторинг основных зерносеющих областей Казахстана. На Украине система прогнозирования урожайности культур и мониторинг условий вегетации и оценки потерь на основе рационального совмещения традиционных систем сбора и наблюдения с материалами разномасштабных систем дистанционного зондирования создается центром «ГИС Аналитик» совместно с отделом прогнозирования методами ДЗЗ Института статистики Госкомстата Украины.

В Российской Федерации в конце 2003-го г. ГВЦ Минсельхозпрода сдал в опытную эксплуатацию систему получения данных ДЗЗ через Интернет «Агрокосмос», которая позволяет с использованием ГИС получать и отображать на карте индексы NDVI по отдельным экспериментальным территориям (Ленинградская, Ростовская, Калужская, Липецкая области, Краснодарский край) и некоторую другую информацию. Система разработана совместно с Институтом космических исследований РАН. В целом надо признать, что, не смотря на наличие очень интересных и перспективных разработок, использование данных ДЗ и ГИС в интересах сельского хозяйства в Российской Федерации находится на начальном этапе.

Интеграция спутниковых архивов и проблемы доступа к информационным ресурсам спутникового экологического мониторинга

Филонов А.Н. [1], Кудашев Е.Б. [1], Левин В.А. [2]

[1] *Институт космических исследований РАН,*
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
Тел.: (095) 333-12-34; E-mail: kudashev@iki.rssi.ru
[2] *Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН,*
690041, Владивосток, ул. Радио, 5
Тел.: (4232) 31-04-26; E-mail: director@iacp.vl.ru

Расширение исследований изменений природной среды и климата, задачи улучшения прогноза и уменьшения ущерба от стихийных и техногенных явлений вызывают интерес к проблемам доступа к данным космических наблюдений и интеграции региональных спутниковых архивов в общеевропейскую распределенную систему обмена данными. При решении задач информационной поддержки космического экологического мониторинга оказывается перспективным переходить от разработки информационных систем, ориентированных на индивидуальные разделы науки, от традиционного накопления данных одного конкретного проекта, данных одной космической миссии – к интеграции спутниковых данных междисциплинарных исследований Земли из космоса. Усилиями Европейского космического агентства в последние годы успешно развивается информационная система INFEO (Information about Earth Observation), объединяющая архивы мировых поисковых систем наблюдения за Землей. INFEO предоставляет пользователям специализированные интерфейсы доступа к данным, обеспечивает долговременное хранение данных и позволяет производить поиск коллекций данных. Технологии электронных библиотек поддерживают интеграцию архивов спутниковых данных, расположенных в различных частях земного шара. В ИКИ, ИРЭ и ИАПУ ДВО РАН с участием Института леса СО РАН и МГУ выполнен ИНТАС ИРИС проект: «Интеграция российских информационных ресурсов аэрокосмического дистанционного зондирования Земли». Разработка обеспечивает научному сообществу возможность распределенного доступа к каталогам региональных и международных центров экологического мониторинга с целью проведения региональных исследований характеристик окружающей среды из космоса. Региональный аспект исследований окружающей среды важен как для понимания связей между изменениями региональных компонент и их последствиями на глобальном уровне, так и для поведения системы Земля в целом. Значительно сократится время доступа к данным орбитального мониторинга природной среды, т.к. каталоги региональных спутниковых архивов доступны для распределенного поиска через главный узел системы

INFEO. Проект способствует интеграции данных о состоянии окружающей среды, обеспечивает возможность коллективной работы со спутниковыми данными, многопользовательский доступ к каталогам региональных и международных спутниковых архивов. Поддерживается поиск данных единым запросом одновременно в каталогах региональных центров мониторинга России и во всех спутниковых архивах международной системы обмена космической информацией. Разрабатываемая электронная библиотека предоставит широкому кругу исследователей свободный доступ к результатам регулярного мониторинга природных и техногенных явлений, к спутниковым данным о территориально распределенных явлениях.

СЕКЦИЯ

Вопросы создания и использования приборов и систем для спутникового мониторинга состояния окружающей среды

Цифровые авиационные съемочные системы на линейных ПЗС-детекторах

Аванесов Г.А., Василейский А.С., Зиман Я.Л., Полянский И.В.

Институт космических исследований РАН, АНО "Космос-НТ",
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-52-34; E-mail: info@cosmos-nt.ru

Представлены совместные разработки АНО «Космос-НТ» и ИКИ РАН в области цифровых систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в видимом и ближнем ИК диапазонах электромагнитного спектра - цифровая топографическая авиационная стереокамера ЦТК-140 и универсальная многозональная камера ЦМК-70.

Авиационные цифровые камеры ЦТК-140 и ЦМК-70 представляют собой аппаратно-программные комплексы, предназначенные для проведения воздушной стереосъемки земной поверхности с целью создания топографических карт масштабов от 1:1000 и решения широкого круга прикладных задач. В частности, данные комплексы могут эффективно использоваться для оперативного мониторинга потенциально опасных объектов, газо- и нефтепроводов, ЛЭП, а также для оценки масштабов последствий различных техногенных и природных чрезвычайных ситуаций.

Использование камеры ЦТК-140 наиболее эффективно при проведении съемок больших территорий с высоты 3 – 7 км для изготовления топографических карт широкого масштабного ряда. Большой захват на местности (114% от высоты полета) и высокая детальность получаемых изображений (разрешение от 10 см) позволяют максимально использовать практический потолок аэросъемочных самолетов. Например, по оценкам специалистов Госцентра «Природа», для составления карт М 1:5000 допустимо использование цифровых изображений, полученных с высоты 6000 метров (эквивалентно 1:43 000 масштабу фотосъемки), что в два раза превышает общепринятые коэффициенты увеличения аэрофотонегативов. Камера ЦМК-70 имеет меньшее количество чувствительных элементов в строке, однако более универсальна по областям своего применения в силу наличия четырех спектрозональных каналов (RGB и ближний ИК), значительно меньшей массе и габаритам.

Аппаратура представляемых комплексов предназначена для эксплуатации на специализированных летательных аппаратах (ЛА), оборудованных аэрофотосъемочным люком, без дополнительных доработок механической и электрической схем ЛА. Представлены принципы работы, состав и основные технические характеристики комплексов, а также результаты натурных летных испытаний цифровых систем ДЗЗ на самолетах.

Компактный эшелле-спектрометр высокого разрешения с селекцией порядков на основе акустооптической фильтрации для исследований планетных атмосфер

Беляев Д.А., Виноградов И.И., Калинников Ю.К., Киселев А.В., Кораблев О.И., Родин А.В., Федорова А.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: dbelyaev@iki.rssi.ru

Предложена новая концепция эшелле-спектрометра для дистанционного исследования состава планетных атмосфер с высоким спектральным разрешением $\lambda/\Delta\lambda$=20000–30000. Использование акустооптического перестраиваемого фильтра (АОПФ) для предварительной селекции дифракционных порядков позволяет произвольно выбирать спектральные интервалы в пределах широкого диапазона чувствительности многоканального детектора и последовательно регистрировать их во времени. Гибкость электронной перестройки АОПФ и его высокое быстродействие обеспечивают высокое спектральное и пространственное разрешение, высокую чувствительность и точность метода для спутниковых измерений важных атмосферных газов, изотопных соотношений и малых составляющих. Радикальное уменьшение габаритов и массы (до 3–5 кг) прибора при полном отсутствии в его составе движущихся частей благоприятствует его использованию на микроспутниковых платформах.

Данный метод обладает большим потенциалом для построения вертикальных атмосферных профилей на основе солнечного просвечивания, для измерений рассеянного поверхностью планеты солнечного излучения и солнечного блика (для водной поверхности Земли). Основанный на предложенном принципе спектрометр SOIR (Solar Occultation InfraRed) принят для исследований атмосферы Венеры в проекте «Венера Экспресс» Европейского Космического Агентства (старт в 2005 г.). Несмотря на большое количество успешных марсианских миссий, локальные измерения атмосферы Марса еще никогда не проводились со столь высоким спектральным разрешением. Мониторинг парниковых газов CO_2 и CH_4, измерения изотопов H_2O в нижних слоях земной атмосферы и другие задачи могут эффективно решаться с использованием подобной аппаратуры, конкурентоспособной по отношению к фурье-спектрометрам высокого спектрального разрешения, в силу традиционно больших габаритов и массы, а также малого быстродействия последних.

Действующий лабораторный прототип спектрометра ближнего ИК диапазона 1–1,7 мкм включает эшелле-решетку 24,355 штр/мм Richardson Grating Laboratories, коллимирующий зеркальный объектив f=275 мм, InGaAs линейку (512 элементов) фотодетекторов Hamamatsu и АОПФ с интервалом частот управляющего ультразвукового сигнала 40-80 МГц. Получены спектры поглощения солнечного излучения в полосе CO_2 1,6 мкм, в полосе молекулярного кислорода O_2 1,27 мкм, а также спектр поглощения H_2O в лабораторном воздухе в окрестности 1,38 мкм. Достигнутое спектральное разрешение соответствует $\lambda/\Delta\lambda$=30000. В настоящий момент прорабатывается спектрометр диапазона 2,3–4,2 мкм. В докладе рассмотрены версии спектрометра диапазонов 1–1,7 мкм и 2,3–4,2 мкм, а также кратко обсуждаются научные задачи эксперимента SOIR миссии «Венера Экспресс».

Контроль качества и абсолютная калибровка информации спутниковых многоспектральных радиометров микроволнового диапазона

Бухаров М.В., Пегасов В.М.

Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии "Планета",
123242, Москва, Б.Предтеченский пер., 7
Тел.: (095) 255-05-14; E-mail: bukharov@planet.iitp.ru

Контроль качества и абсолютная калибровка данных, поступающих с многоспектральных спутниковых сканирующих радиометров микроволнового диапазона, являются необходимыми условиями успешности дистанционного зондирования параметров атмосферы и подстилающей поверхности Земли. Исследования в этом направлении особенно важны в начальный период ввода в эксплуатацию новых типов микроволновых радиометров, для которых с большой вероятностью возможны менее всего ожидаемые искажения данных и отказ в работе отдельных блоков.

В докладе рассматривается новая методика контроля качества и абсолютной калибровки данных, разработанная в НИЦ «Планета» для новых многоспектральных радиометров МИВЗА (модуль интегрального влажностного зондирования атмосферы) и МТВЗА (модуль температурно-влажностного зондирования атмосферы), впервые установленных на ИСЗ «Метеор-3М №1». Методика основана на проведении сравнительного анализа между теоретическими значениями яркостной температуры уходящего излучения системы «атмосфера - подстилающая поверхность», рассчитываемыми для разных пар спектральных каналов микроволновых радиометров, и фактическими значениями антенных температур или сигналов, регистрируемых при таких же условиях в этих же каналах. Применение методики позволило выявить искажения данных в ряде спектральных каналов радиометров, провести их коррекцию и преобразование в теоретические значения яркостных температур в тех случаях, когда искажения имели устойчивый характер.

В качестве иллюстраций приводятся примеры соотношений между рассчитанными теоретическими значениями яркостных температур для разных пар спектральных каналов радиометров МИВЗА и МТВЗА, и фактическими значениями антенных температур или сигналов до и после коррекции выявленных искажений, а также после их преобразования в теоретические значения яркостных температур.

Коррекция геометрических искажений видеоданных с цифровых аэросъемочных камер, вызываемых угловыми колебаниями носителя по крену

Василейский А.С.

Институт космических исследований РАН, АНО "Космос-НТ",
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-11-77; E-mail: asvas@wildcat.iki.rssi.ru

Автоматическая геометрическая коррекция изображений земной поверхности, получаемых цифровыми аэрокамерами на линейных ПЗС-детекторах, может проводиться с использованием выдаваемых гироскопическими датчиками точных данных об угловых элементах внешнего ориентирования, в моменты времени, соответствующие регистрации каждой из строк. При отсутствии или недостаточной точности таких данных предлагается проводить автоматизированную компенсацию влияния угловых колебаний по крену путем анализа самих изображений, получаемых камерой.

Разработанный метод решения такой задачи основан на оценке по методу наименьших квадратов величины взаимных сдвигов соседних строк изображений с субпиксельным уровнем точности. Для обеспечения высокой надежности оценки, величина сдвигов оценивается по набору фрагментов строк, а затем используется медианное значение. Полученный вектор величин взаимных сдвигов строк подвергается высокочастотной и низкочастотной фильтрации для исключения шумовых составляющих.

Реализующее предложенный метод специализированное программное обеспечение позволяет автоматически корректировать искажения, вызываемые угловыми колебаниями по крену и проявляющиеся в виде характерных искривлений первоначально прямолинейных участков границ объектов, что существенно упрощает процедуры автоматической интерпретации получаемых изображений и идентификации отдельных объектов на них.

Представленные примеры автоматизированной коррекции изображений, полученных как при летных испытаниях разрабатываемой в ИКИ РАН совместно с АНО "Космос-НТ" цифровой топографической камеры ЦТК-140, так и при численном моделировании процесса съемки, подтверждают эффективность разработанного метода и позволяют оценить геометрическую точность результатов коррекции.

Методика наземной геометрической калибровки съемочных камер на линейных ПЗС

Василейский А.С., Железнов М.М., Зиман Я.Л., Полянский И.В.

Институт космических исследований РАН, АНО "Космос-НТ",
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-22-78; E-mail: maxim@nserv.iki.rssi.ru

Формулируются задачи геометрической калибровки съемочных стерео и многозональных камер с фотоприемниками – линейными ПЗС. Перечисляются подлежащие определению параметры и требования по их точностным характеристикам.

Излагается предлагаемая методика калибровки, включающая проведение панорамной съемки исследуемой камерой и последующее измерение направлений на ряд изобразившихся на панораме контурных точек, съемка которых выполнена разными ПЗС-линейками в один и тот же момент времени.

Дается описание необходимого стенда и программы работ при проведении калибровки в соответствии с предложенной методикой.

Описываются используемые при решении задачи системы координат и алгоритм расчета искомых геометрических параметров.

Приводится пример геометрической калибровки многозонального съемочного устройства МСУ-100, разработанного для космического аппарата "Метеор".

Определение элементов фотограмметрической реконструкции изображений, получаемых цифровой аэрокамерой на линейных ПЗС

Василейский А.С., Железнов М.М., Зиман Я.Л., Полянский И.В.

Институт космических исследований РАН, АНО "Космос-НТ",
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-22-78; E-mail: maxim@nserv.iki.rssi.ru

Ставится задача определения элементов взаимного ориентирования строчных изображений с целью фотограмметрической реконструкции и последующей обработки получаемых цифровой аэрокамерой видеоданных для их последующего использования в топографических целях.

Говорится о возможности и препятствиях использования прецизионных гиросистем для определения искомых элементов.

Предлагается решать задачу на основе проведения одновременно с основной аэросъемкой регистрации с высокой частотой кадровых изображений земной поверхности матричными ПЗС с небольшим числом чувствительных элементов и последующей фотограмметрической обработки полученных снимков.

Представляется возможный вариант конструктивного совмещения в одной аэрокамере основных линейных и дополнительных кадровых ПЗС и циклограмма работы такой системы.

Описываются используемые при решении задачи системы координат и алгоритм расчета искомых элементов взаимного ориентирования, указываются ограничения при решении задачи на основе приведенного алгоритма.

Приводятся результаты моделирования и оценки точности предложенного метода решения задачи.

Методика геометрической калибровки аппаратуры ДЗЗ на линейных ПЗС-детекторах путем съемки звездного неба

Василейский А.С., Железнов М.М., Зиман Я.Л., Полянский И.В.

Институт космических исследований РАН, АНО "Космос-НТ",
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-11-77; E-mail: asvas@wildcat.iki.rssi.ru

Для проведения высокоточной автоматической геометрической коррекции видеоданных, получаемых при дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ), необходимо наличие информации о геометрической модели съемочной системы – элементах внутреннего ориентирования (ЭВО). Эта информация получается при наземной калибровке съемочной аппаратуры и ее точность во многом определяет качество результатов тематической обработки изображений.

Конструкция сканирующих съемочных систем на основе линейных ПЗС-детекторов делает невозможным прямое применение методов геометрической калибровки, разработанных для кадровой аппаратуры. В случае многоэлементных съемочных систем, содержащих несколько линейных детекторов, каждая ПЗС-линейка характеризуется своими ЭВО. Для проведения наземной калибровки съемочной аппаратуры ДЗЗ традиционно используют дорогостоящие прецизионные стенды, содержащие многостепенные высокоточные манипуляторы и имитаторы точечных источников излучения.

Предлагаемая методика позволяет осуществлять прецизионную геометрическую калибровку аппаратуры ДЗЗ на линейных детекторах путем съемки звезд – естественных точечных источников излучения с заведомо известными координатами. Используемый при этом стенд включает неподвижное массивное горизонтальное основание с посадочным местом для аппаратуры ДЗЗ. Ориентация системы координат (СК) посадочного места в геоцентрической СК определяется с высокой точностью с использованием разработанного в ИКИ РАН прибора астроориентации БОКЗ.

При калибровке съемочная камера располагается на основании таким образом, чтобы линейные ПЗС-детекторы были ориентированы в меридианальном направлении, а оптическая ось была направлена в зенит. Камера производит съемку звездного неба путем сканирования за счет суточного вращения Земли. На полученном изображении выделяются энергетические центры зарегистрированных звезд, и вычисляется время их регистрации. Затем по алгоритмам, аналогичным используемым в приборах БОКЗ, производится распознавание зарегистрированных звезд, а их координаты, выбранные из звездного каталога, пересчитываются в СК посадочного места. Совместная обработка полученных данных позволяет определить с высокой точностью ЭВО приемников излучения.

Методика и программное обеспечение отработки алгоритмов геометрической коррекции изображений, получаемых цифровыми аэрокамерами

Василейский А.С., Железнов М.М., Зиман Я.Л., Полянский И.В.

Институт космических исследований РАН, АНО "Космос-НТ",
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-11-77; E-mail: asvas@wildcat.iki.rssi.ru

При съемке земной поверхности цифровыми аэрокамерами на линейных ПЗС-детекторах в целях последующей геометрической коррекции и фотограмметрической обработки изображений используется навигационная информация, получаемая с приборов спутниковой навигации и гироскопических датчиков ориентации, и определяются элементы внешнего ориентирования (ЭВО) в моменты времени, соответствующие регистрации отдельных строк.

Для отработки алгоритмов геометрической коррекции и оценки геометрической точности восстановленных изображений в рамках работ по созданию семейства цифровых аэросъемочных камер – топографической стереокамеры ЦТК-140 и универсальной многозональной камеры ЦМК-70 разработано специализированное программное обеспечение, позволяющее численно моделировать процесс съемки. Исходными данными при этом служит геометрическая модель съемочной аппаратуры и информация об угловых и линейных ЭВО камеры в моменты времени, соответствующие регистрации отдельных строк изображения. ЭВО могут задаваться как реальными навигационными измерениями, так и в виде математической модели углового и линейного перемещения самолета. В качестве модели земной поверхности используется любое тестовое изображение соответствующего пространственного разрешения. Моделирующая программа генерирует изображения, которые могли бы быть получены съемочной системой при реальной съемке. Методика отработки алгоритмов геометрической коррекции предусматривает использование разработанного моделирующего программного обеспечения, реализующего представленные алгоритмы.

Использование получаемых модельных снимков в процессе отработки алгоритмов геометрической коррекции не только позволяет существенно сократить объем натурных экспериментов, но и обеспечивает возможность прямой оценки точности геометрически скорректированных изображений.

Оптимизация параметров орбитальной группировки космической системы мониторинга чрезвычайных ситуаций

Вишняков В.М.

ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» (ФГУП «РНИИКП»),
111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53
Тел.: (095) 273-93-09; Факс: (095) 273-59-43; E-mail: vishnyakov@rniikp.ru

Доклад посвящен вопросам минимизации технико-экономических характеристик космических систем высокопериодического мониторинга Земли за счет оптимизации орбитального построения систем и перехода на микро- и нанотехнологии создания КА ДЗЗ.

В докладе приводятся результаты компьютерного моделирования низкоорбитальных многоспутниковых группировок из идентичных по параметрам целевой аппаратуры спутников ДЗЗ. Основной задачей моделирования являлось определение минимально-необходимого количества КА в группировке и оптимальных параметров их орбит при обеспечении заданных требований ТТЗ к среднесуточной периодичности наблюдений. Решались и обратные задачи – минимизация периода наблюдений для данной широты местности и/или величины зоны обзора аппаратуры наблюдения при заданном составе орбитальной группировки, который, в свою очередь, определялся технико-экономическими ограничениями (допустимым объемом финансовых затрат на создание КА и их выведение).

Показано, что для решения задачи мониторинга зон чрезвычайных ситуаций на территории России с периодичностью повторных наблюдений до 10–15 раз в сутки возможно построение космической системы ДЗЗ в количестве 6–8 спутников, оснащенных широкозахватной аппаратурой наблюдения. При этом для решения так называемых «сезонных» задач (мониторинга лесных пожаров и др.) могут оказаться предпочтительными системы спутников, расположенных в неэквидистантных плоскостях орбит (т.н. нерегулярные группировки).

Проведен также анализ стоимостных характеристик создания космической системы мониторинга на основе спутников различных типов и массогабаритов. Построение системы ДЗЗ на базе микро- и наноспутников (массами, соответственно, менее 100 кг и менее 10 кг) в большинстве случаев оказывается экономически выгоднее, чем построение системы ДЗЗ на базе традиционных «больших» КА (типа «Ресурс–01», SPOT, ADEOS и др.).

Программный комплекс численного моделирования лидарного зондирования газовых и аэрозольных образований в атмосфере

Втюрин С.А., Князев Н.А., Кулешов Ю.П., Мазуров А.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная 84/32
Тел.: (095) 333-51-66; E-mail: 66nknyazev@iki.rssi.ru

Лидар дифференциального поглощения является одним из наиболее эффективных средств дистанционного контроля окружающей среды – обнаружения и определения физических характеристик загрязнений атмосферы, может и используется при решении задач газоанализа и аэрозольных образований при проведении мониторинга и в случае чрезвычайных ситуаций. Разработке программного комплекса численного моделирования лидарного зондирования и возможным вариантам его использования, в т.ч. для оптико-локационных систем космического базирования, уделено внимание в данном докладе.

Разработанное программное обеспечение предназначено для проведения моделирования лидарного зондирования газовых и аэрозольных образований на фоне помех естественного и антропогенного происхождения в атмосфере и позволяет оценить работоспособность существующих и технические характеристики перспективных лидарных систем наземного и космического базирования. Программный комплекс “Лидар” разработан на языке C++ в среде Borland C++ Builder™ для Windows™ совместимых платформ со структурой кода, позволяющей произвести быструю и качественную адаптацию под другие платформы. Универсальный расчетный алгоритм обеспечивает моделирование для любой из заданных схем зондирования с учетом большого числа задаваемых параметров лидарной системы, газовых облаков, облаков помехового газа и внешних условий, как в режиме одиночного расчета, так и в режиме сканирования по спектру. Учет характеристик атмосферы, целевых и помеховых газов, отражателей производится с использованием библиотеки файлов данных. Программа имеет большой набор возможностей по отображению исходных данных, спектров атмосферы, зондируемого газа и помехи, результатов моделирования.

Работоспособность программы подтверждена ее успешным использованием при подготовке и анализе результатов натурного эксперимента. В докладе представлены результаты численного моделирования наземного эксперимента, рассмотрены возможности использования программного комплекса “Лидар” для спутниковых оптико-локационных систем, оценки их проектного облика и выбора конкретных технических параметров проектируемой лидарной системы. Приведены примеры спутниковых лидаров и отдельные результаты их использования.

Аппаратурная реализация методов обнаружения пожаров из космоса

Гектин Ю.М., Акимов Н.П., Новиков М. В., Смелянский М.Б.

ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения», 111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53
Тел.: (095) 273-95-03; Email: niikpdzz@onlin.ru

Проблема раннего обнаружения очагов возгорания с низкоорбитальных КА с каждым годом становится все актуальней. Для России, с ее огромными лесными массивами, решение этой задачи имеет свои специфические особенности, связанные с требованиями по обеспечению глобальности обзора при сохранении достаточно высокой разрешающей способности. Несмотря на то, что характерные размеры зарождающихся очагов лесных пожаров и термальных выбросов промышленных объектов, как правило, не превышают нескольких десятков метров и сопровождаются сильной задымленностью, задача их обнаружения и классификации может быть успешно решена космическими средствами дистанционного зондирования, имеющими в своем составе несколько спектральных диапазонов наблюдения в ИК области спектра. Разработанные технологии обнаружения таких объектов из космоса были использованы при создании специализированной аппаратуры «Глобус-Р», которая в настоящее время изготавливается в ФГУП «РНИИ КП».

В разработанной аппаратуре применена современная элементная база (в частности, многоэлементные приемники излучения ИК диапазона), что позволило сделать качественный скачек – создать аппаратуру нового поколения, сочетающую в себе глобальность обзора, достаточно высокое разрешение и высокую температурную чувствительность. Аппаратура позволяет обнаруживать высокотемпературные источники размером 3х3 м. Аппаратура «Глобус-Р» имеет следующие технические характеристики:

Геометрия сканирования	многострочная, плоскостная
Количество спектральных диапазонов	3
Границы спектральных диапазонов, мкм	3,50–4,00, 10,5–11,5, 11,5–12,5
Полоса захвата, км	2000
Разрешение в надире с орбиты 835 км, м	200
Эквивалентная шуму разность измеряемых температур на уровне 300^0К (3,5–4,0/10,5–12,5 мкм), К	≤0,5/0,2
Форма представления сигнала	цифровая (10р)
Калибровка	по бортовым источникам
Масса, кг	≤35

Технические характеристики аппаратуры «Глобус-Р» позволяют использовать ее и для систем дистанционного зондирования широкого профиля (природоресурсных, метеорологических и т.д.), а информация может быть востребована различными ведомствами для мониторинга территории России при решения задач МЧС, ГО, геологоразведки, экологических служб и организаций и т.д. Аппаратура может быть дополнена спектральными каналами в диапазоне 0,5–0,9 мкм.

Выбор оптимального угла установки неориентируемых солнечных батарей КА, находящегося на круговой солнечно-синхронной орбите

Дмитриев Г.А.

ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел./Факс: (095) 429-98-11; E-mail: dmitriev@cpi.spase.ru

Мощность солнечной батареи (СБ) КА зависит от угла падения солнечных лучей на ее рабочую поверхность и может меняться при движении КА по орбите. Наибольшей эффективностью обладают ориентируемые СБ, наилучшим образом располагающиеся относительно солнечного потока в любой момент времени. Наибольшей конструктивной простотой отличаются схемы построения систем энергопитания КА, в которых СБ устанавливаются неподвижно относительно корпуса аппарата. В этом случае, однако, возникает задача определения постоянного, но оптимального, в смысле некоторого критерия, угла установки СБ. В работе использован минимаксный критерий, для которого наилучшим считается угол установки СБ, обеспечивающий максимизацию наименьшего за год средневиткового выхода энергии. Предполагается, что орбита КА круговая солнечно-синхронная, с заданным местным временем прохождения восходящего узла, КА в полете находится в режиме орбитальной ориентации: продольная ось по вектору абсолютной скорости, поперечная ось – по нормали к плоскости орбиты. Панели СБ плоские, односторонние, расположены за корпусом КА или впереди него так, что ось, вокруг которой они вращаются при монтировке на КА, коллинеарна его продольной оси. Таким образом, выбираемый оптимальный угол установки СБ – это угол, получаемый путем вращения СБ вокруг продольной оси КА. Выходная мощность с единицы поверхности СБ прямо пропорциональна косинусу угла между направлением солнечных лучей и нормалью к поверхности панели СБ, а при углах падения больше 60° и в тени Земли равна нулю.

Для оценки эффективности рассматриваемой схемы, прежде всего оценивается верхняя граница средневиткового съема энергии с СБ, реализуемая при непрерывной одноосной оптимальной ориентации СБ, вращающихся вокруг продольной оси КА. Решение получено в виде нормальных неполных эллиптических интегралов Лежандра второго рода $E(\varphi, k)$. Далее определяется максимальное значение средневиткового съема энергии для неориентируемых на витке СБ и находится оптимальный на витке угол установки СБ, обеспечивающий максимум средневиткового коэффициента мощности. Решение получено в аналитическом виде. Затем численно определяется угол установки неориентируемых СБ, обеспечивающий максимум минимального за год средневиткового коэффициента мощности. Рассмотрены примеры.

Оптимальные и многопороговые декодеры для высокоскоростных систем ДЗЗ

Золотарев В.В.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-23-56; E-mail: zolotasd@yandex.ru

Рассмотрены возможности алгоритмов помехоустойчивого кодирования при передаче цифровых данных. Показано, что при больших скоростях обмена достаточно эффективными являются лишь немногие алгоритмы, среди которых выделены многопороговые декодеры (МПД) сверточных кодов. Обсуждаются структура кодов, особенности проектирования и оценки эффективности кодирования.

Представлены характеристики МПД алгоритмов для ДЗЗ при их реализации на ПЛИС. При высоких требованиях к скорости обработки возможно достижение скоростей декодирования 100–500 Мбит/с и энергетического выигрыша более 7 дБ даже на простейших чипах. Это существенно превышает потенциально возможные уровни эффективности и производительности для других алгоритмов повышения достоверности. Оцениваются возможности МПД на микропроцессорах.

Проанализирована возможность реализации части процедур обработки принимаемых данных в задачах ДЗЗ в режиме off-line. В ряде случаев эффективные алгоритмы декодирования с невысокой производительностью могут, тем не менее, использоваться и в высокоскоростных системах ДЗЗ.

Представлен компьютерный мультфильм, иллюстрирующий большие возможности МПД по обеспечению высокого уровня достоверности передачи цифровых данных в условиях высокого уровня шума.

При реализации сжатия данных на передаче в 2,5–4 раза и последующем помехоустойчивом кодировании с выигрышем по энергетике 8–13 дБ, общая результирующая эффективность применения цифровой обработки данных для ДЗЗ может составить 15–80 раз по скорости передачи при одновременно существенно повышенном итоговом уровне достоверности. Столь значительного улучшения можно достичь как на основе уже известных в настоящее время достаточно простых алгоритмов кодирования источника данных и канала связи, так и после достаточно ограниченных дополнительных целевых исследований в этой важнейшей прикладной сфере.

Дополнительные сведения по характеристикам МПД алгоритмов представлены на тематическом веб-сайте ИКИ РАН: **www.mtdbest.iki.rssi.ru** .

Методы и средства наблюдения и фотосъемки Земли экипажами пилотируемых космических аппаратов

Корзун В.Г., Жуков В.М.

РГНИИЦПК им. Ю.А. Гагарина,
141160, Звездный городок Московской области
Тел.: (095) 526-50-52; Факс: (095) 526-26-12

Прогресс в области цифровых технологий позволил превратить классические портативные фото- и видеокамеры в сложные «интеллектуальные» автоматизированные оптико-электронные системы. Применение подобных средств существенно расширяет возможности экипажа пилотируемого КА при выполнении задач мониторинга Земли, в частности, обеспечивает решение проблемы оперативности доставки видеоинформации на Землю, а также реализацию первичной обработки цифровых изображений на борту орбитальной станции.

В докладе представлены результаты анализа опыта применения цифровых фотокамер для съемки объектов чрезвычайных ситуаций природного происхождения экипажами российского сегмента МКС. Наибольшие трудности связаны с фотосъемкой сюжетов с диапазоном яркостей, превышающих динамический диапазон матрицы ПЗС, сюжетов частично закрытых облаками и нескольких объектов в одном сеансе наблюдения. Показано, что для выявления дешифровочных признаков назревающей чрезвычайной ситуации необходима реализация предельно достижимых параметров цифровых портативных фотокамер по разрешению на местности и передаче градаций яркости.

Выполненный системный анализ метода охватывал схему операции, характеристики портативных средств наблюдения и фотосъемки, способы их применения, технические средства и методики подготовки космонавтов.

Рассмотрены пространственно-временная схема типовой операции визуально-инструментального наблюдения потенциально опасных объектов, влияние способов съемки и факторов различной физической природы на производительность и качество цифрового изображения. Предложен способ фотосъемки сюжетов с большим диапазоном яркостей.

Поставлены задачи: совершенствования способов фотосъемки, обоснования облика эталонной цифровой фотокамеры, совершенствования комплекса технических средств и методик подготовки космонавтов.

Микроволновый сканирующий радиометр-поляриметр (МСРП) нового поколения

Кузьмин А.В., Поспелов М.Н., Хапин Ю.Б., Шарков Е.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-43-02; E-mail: Alexey.Kuzmin@iki.rssi.ru

Представлен проект микроволнового сканирующего радиометра-поляриметра (МСРП), направленный на решение проблемы глобального мониторинга ключевых параметров, определяющих взаимодействие океана и атмосферы и эволюции климата: потоков тепла и импульса между океаном и атмосферой, вектора скорости ветра над океаном, интегрального содержания водяного пара в атмосфере над сушей и морем, глобального распределения интенсивности осадков. Существующие радиометры не решают этой проблемы в целом. Так, например, сканеры SSM/I и AMSR не дают возможности определять направление ветра. Сканер WindSat в основном определяет вектор ветра. Кроме того, современные радиометры не измеряют такой важной характеристики как влажность атмосферы над сушей. Многолетние исследования в области микроволновой радиометрии позволили коллективу авторов представить проект, в котором сканирующий радиометр решает комплекс задач, связанных с взаимодействием океана и атмосферы. Радиометр МСРП обладает рядом преимуществ по сравнению с существующими аналогами. В частности, поляриметрические измерения обеспечат восстановление скорости и направления ветра над морской поверхностью. Спектральные измерения в линии поглощения водяного пара 22,235 ГГц позволят с более высокой точностью восстанавливать интегральное содержание водяного пара над поверхностью не только океана, но и суши.

Статический Фурье спектрометр видимого диапазона спектра для микроспутников

Лапчук В.П., Ивченко В.Н.

Кафедра астрономии и физики космоса
Киевского Национального университета им. Тараса Шевченко
03022 Киев, пр. Глушкова, 2
Тел.: (044) 2664457; E-mail: lapchuk@univ.kiev.ua

Основное преимущество спектральных приборов на основе интерферометров определяется простым уравнением связи разрешающей способности R и телесного угла Ω приёма света: $\Omega \cdot R = 2\pi$, что означает ~100 кратный выигрыш в световом потоке по сравнению с дифракционными приборами. Использование матричных фотоприёмников для регистрации пространственно развернутой интерферограммы позволяет построить светосильный и компактный Фурье спектрометр видимого диапазона спектра без подвижных частей и связанных с этим проблем.

Разработанный спектрометр на базе статического интерферометра Майкельсона состоит из двух склеенных прямоугольных призм из кварцевого стекла КВ. Размер входного окна интерферометра 28x28 мм. Полупрозрачное покрытие, нанесенное на диагональную грань одной из призм, обеспечивает коэффициент деления светового потока 50±7% с потерями света не большее 10% в диапазоне 420-780 нм. Диэлектрические зеркала имеют коэффициент отражения лучше 98%. Для развертки интерферограммы одно зеркало интерферометра наклонено на угол ~9'. Нулевой порядок смещен к краю кубика интерферометра, так, чтобы регистрировать одностороннюю интерферограмму. Для переноса изображения интерферограммы на ПЗС используется объектив РО500-1. Представлены результаты исследования характеристик Фурье спектрометра видимого диапазона с R=700 и линейной 2048 элементной ПЗС камерой.

В настоящее время разрабатывается малогабаритный статический Фурье спектрометр с построением изображения, функционально совмещенный с ПЗС камерой, который может найти применение, как для исследований оптических характеристик атмосферы, так и для решения задач ДЗЗ с борта микроспутников

Измерения гравитационного поля Земли с помощью геофизического микроспутника

Матвиенко С.А., Агарков А.В., Григораш И.В.

Государственное конструкторское бюро «Южное»,
Украина, 49008, Днепропетровск, ул. Криворожская, 3
Тел.: (38-0562) 420022; E-mail: info@yuzhnoye.com

ГКБ «Южное» совместно с Днепропетровским национальным университетом занимается разработкой молодежного геофизического микроспутника. Целью данного проекта является исследование гравитационного поля Земли.

Измерения скорости и высоты орбиты космического аппарата будут проводиться с использованием лазерно-локационных станций. Для обеспечения проведения измерений на космическом аппарате устанавливаются уголковые отражатели. Внешнетраекторные измерения лазерно-локационным методом дают возможность определения скорости космического аппарата с точностью до 10 см/с, а высоты орбиты с точностью до 8 см.

Для компенсации негравитационных возмущений (влияния атмосферы, давления солнечного света и др.) на борту космического аппарата будет установлен блок акселерометров, который будет измерять негравитационные ускорения космического аппарата. Полученные данные по негравитационным ускорениям будут учитываться при обработке результатов измерений. Кроме того, для компенсации инструментальных погрешностей определения ускорения силы тяжести будет использоваться юстировочный полигон, значения ускорения силы тяжести на котором определены с максимально возможной точностью. По результатам анализа отклонений измеренных значений от эталонных вводится необходимая поправка. Прогнозируемое значение точности определения ускорения силы тяжести составляет порядка 25 мГал.

Калибровка и валидация данных микроволнового радиометра AMSR-E спутника Aqua

Митник М.Л., Митник Л.М.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Балтийская, 43
Тел.: (4232) 312-854; Факс: (4232) 312-573; E-mail: maia@poi.dvo.ru

В 2002 г. в США и в Японии были запущены спутники Aqua и ADEOS-II, в состав аппаратурных комплексов которых входили многоканальные сканирующие радиометры AMSR-E (Aqua) и AMSR (ADEOS-II). Радиометры измеряют яркостные температуры восходящего излучения земли $T_Я(f)$ на частотах f = 6,9, 10,65, 18,7, 23,8, 36,5 и 89,0 ГГц на вертикальной и горизонтальной поляризации в полосе шириной 1600 км (ADEOS-II) и 1450 км (Aqua). Коническое сканирование ведется под углом 55°. Результаты обработки данных зондирования выставляются на нескольких сайтах в сети Интернет в виде полей $T_Я(f)$, параметров океана (температура поверхности t, скорость приводного ветра W, сплоченность ледяного покрова C) и атмосферы (паросодержание атмосферы V, водозапас облаков Q, интенсивность осадков R), восстановленных из $T_Я(f)$ с использованием различных алгоритмов. ТОИ ДВО РАН использует данные AMSR-E и AMSR для анализа различных погодных систем, построения полей t, W и C. Оценка параметров проводится с помощью глобальных и региональных алгоритмов, разработанных на основе моделирования переноса микроволнового излучения в системе океан-атмосфера (*Radio Sciences, 2000, vol. 38*). Для оценки качества калибровки экспериментальные значения $T_Я(f)$ сравнивались с расчетными, полученными при низких значениях V, в отсутствии облачности и ветра. В докладе приводятся результаты этого сопоставления для разных витков, свидетельствующие о необходимости коррекции калибровки и/или расчетной программы. Отличия экспериментальных значений от расчетных со временем снизились после корректировки. Погрешности восстановления параметров океана были оценены путем сопоставления восстановленных значений t и W с показаниями океанологических буев. Ошибки в значениях паросодержания атмосферы были найдены при сопоставлении спутниковых определений V с показаниями радиозондов. Соответствующие базы данных были предоставлены космическим агентством Японии JAXA.

Применение сигнально-кодовых конструкций типа турбо-коды в бортовых системах сбора и передачи информации данных дистанционного зондирования

Назаров Л.Е., Головкин И.В.

Институт радиотехники и электроники РАН,
Московская обл., г.Фрязино, пл. Введенского, 1
Тел.: (095) 526-92-68; E-mail: nazarov@ire.rssi.ru

Актуальной является проблема высокоскоростной и надежной передачи общего информационного потока от бортовых систем сбора данных дистанционного зондирования Земли по радиоканалам на наземные приемные пункты.

Основные требования, предъявляемые к данным системам передачи, заключаются в реализации алгоритмов формирования-приема ансамблей сигналов средствами цифровой вычислительной техники, обеспечивающих передачу данных в режиме реального времени при работе высокоинформативных средств зондирования (например, при съемке земной поверхности многозональными сканерами в оптическом и инфракрасном частотных диапазонах), и в реализации оптимальных байесовских правил приема сигналов устройствами приема.

В докладе приводятся результаты исследований сигнально-кодовых конструкций под общим названием «турбо-коды», открытых в последнее десятилетие и составляющих альтернативу известным ансамблям сигналов (включая сверточные коды и каскадные схемы кодирования) относительно вероятностно-энергетических характеристик и технической сложности реализации алгоритмов приема-формирования. Особенностью турбо-кодов является то, что они обеспечивают достижение практически предельных вероятностных характеристик Шенноновской пропускной способности при вполне умеренной сложности реализации процедур их формирования-приема для широкого диапазона скоростей передачи в радиоканале. В докладе приводятся примеры реализации устройств формирования-приема турбо-кодов с использованием цифровых сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем.

Метрологическое обеспечение предполетной радиометрической калибровки космических датчиков изображений видимого и ближнего ИК диапазонов длин волн

Панфилов А.С., Морозова С.П., Огарев С.А., Хлевной Б.Б., Саприцкий В.И.

Всероссийский научно-исследовательский институт оптикофизических измерений,
119361, Москва, ул. Озерная, 40
Тел.: (095) 437-29-92; E- mail: morozova-M4@vniiofi.ru

Рассматривается состояние метрологического обеспечения радиометрической калибровки космических датчиков изображений (ДИ), определяющего их радиометрическую точность на предполетном этапе.

Составляющими метрологического обеспечения являются методическая, техническая и нормативная базы.

Так как точность предполетной радиометрической калибровки космических ДИ зависит, главным образом, от используемых метрологических средств, то представлены данные по российской радиометрической эталонной базе и используемым калибровочным установкам. Даны точностные характеристики технических средств и показаны перспективы их улучшения.

Использование современных средств передачи размера единицы спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) и максимальной тщательности проведения этих операций позволят уменьшить СКО воспроизведения СПЭЯ рабочим эталоном, входящим в состав установок, с 0,75 – 1,4 % до 0,2 – 0,4 %.

Дальнейшие перспективы связаны с проводимой во ВНИИОФИ разработкой черных тел на базе высокотемпературных фазовых переходов эвтектик и создания на их основе радиометрических эталонов с СКО воспроизведения радиометрических величин на уровне 0,01 – 0,1 %.

Интегрированная бортовая информационная система для технологического наноспутника ТНС-0

Панцырный О.А., Хромов О.Е.

ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» (ФГУП «РНИИ КП»),
111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53
Тел.: (095) 273-94-77; E-mail: tm016@rniikp.ru

В ФГУП РНИИ КП завершена разработка технологического наноспутника ТНС-0 массой 4,5 кг, предназначенного для отработки ряда инженерных задач в условиях реального полета. Наибольший интерес с точки зрения дальнейшей разработки аппаратуры малоразмерных космических аппаратов вызывает: проверка цифрового канала связи со спутником через систему общего пользования ГЛОБАЛСТАР; испытание нескольких типов фотоприемников для систем ориентации; исследование температурного режима и др.

Функции управления ТНС-0, сбора и формирования пакетов телеметрической информации осуществляет интегрированная бортовая информационная система (ИБИС) массой не более 130 г. ИБИС построен на основе микроконтроллера с встроенными оперативной и постоянной памятью, двумя каналами последовательного асинхронного обмена информацией, системой сбора и оцифровки аналоговой информации. ИБИС обеспечивает опрос до 12 аналоговых датчиков, осуществляет обмен информацией через интерфейс RS-232 с установленным на спутнике модемом ГЛОБАЛСТАР, формирует телеметрический кадр, обеспечивает управление энергопотреблением систем спутника.

Описанная система является прообразом более сложной системы с расширенными функциями, разрабатываемой для наноспутника ТНС-1 массой не более 10 кг, предназначенного, в частности, для отработки новой технологии получения и передачи данных дистанционного зондирования Земли.

Исследование парниковых газов с помощью микроспектрометра высокого разрешения

Повераев М.В., Виноградов И.И., Гнедых В.И., Кораблев О.И., Киселев А.В., Родин А.В., Федорова А.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: poveraev@iki.rssi.ru

Углекислота CO_2 как основной парниковый газ играет важнейшую роль в тепловом балансе тропосферы и формировании климата Земли. Особое беспокойство вызывает необратимое поступление двуокиси углерода в атмосферу за счет сжигания органического топлива. Возможные климатические последствия этого процесса интенсивно изучаются ведущими научными центрами всего мира и служат предметом серьезных политических дискуссий. В то же время имеющиеся экспериментальные данные о распределении CO_2 весьма ограничены.

Для проверки численных моделей и составляемых на их основе прогнозов, для оценки роли различных процессов и резервуаров в балансе двуокиси углерода необходимы точные и локализованные измерения ее концентрации в атмосфере. Измерения интегрального содержания CO_2 проводятся наземными станциями при помощи Фурье-спектрометров высокого разрешения, в то время как мониторинг содержания CO_2 при помощи космических средств пока не получил адекватного развития. Для спутниковых измерений предложен ряд методов, в том числе лидарные измерения и зондирование в тепловом ИК-диапазоне в полосе 15 мкм, однако этим методам присущ ряд недостатков.

Другой важной задачей является мониторинг CH_4. Метан, будучи сам по себе парниковым газом, выделяется в атмосферу, как в результате биогенных процессов, так и локально, в результате аварий газопроводных сетей. Измерения метана позволят определить его фоновое содержание, собрать важную информацию о состоянии ряда экосистем, отработать методику спутникового контроля крупных техногенных выбросов этого газа.

Мы полагаем, что наиболее перспективны спектроскопические измерения в ближнем ИК-диапазоне с высоким спектральным разрешением, позволяющим различить отдельные ненасыщенные линии в слабых полосах CO_2 (1,58 мкм) и CH_4 (1,65 мкм). Для повышения точности измерений введены два канала сравнения (0,76 мкм и 1,27 мкм), соответствующие полосам поглощения обильного атмосферного газа – кислорода O_2. При условии хорошего знания оптического пути относительная точность таких измерений может приближаться к отношению сигнал/шум спектрометра. В докладе представлена концепция миниатюрного прибора с разрешением $\lambda/\Delta\lambda \approx 20000$ для проведения таких измерений с различных, в том числе микроспутниковых, платформ.

Об организации процесса проектирования интеллектуальных систем в обеспечение принятия оперативных решений при управлении КА дистанционного зондирования Земли

Соколов Н.Л., Бочаров Л.А., Удалой В.А.

Центр управления полетами и моделирования
Центрального научно-исследовательского института машиностроения,
141070, Московская обл., г. Королев, ул. Пионерская, 4
Тел./Факс: (095) 586-84-34; E-mail: snl@mcc.rsa.ru

При управлении КА чрезвычайно важной задачей является принятие правильного и оперативного решения по воздействию на бортовые системы аппарата, особенно при возникновении нештатных ситуаций. Ошибочное или несвоевременно принятое решение может привести к срыву программы полета, а в ряде случаев и к более серьезным негативным последствиям.

Для принятия правильного решения персоналу управления необходимо оперативно оценить состояние бортовых систем КА, характеризующееся значениями более 100 телеметрических параметров, определить правильную последовательность командных воздействий на КА и установить факт их исполнения непосредственно в сеансах связи с аппаратом. Это является сложной задачей, особенно при жестких временных ограничениях.

Целью настоящей работы является исследование проблемы проектирования интеллектуальных систем по принятию оперативных решений в ходе управления КА дистанционного зондирования Земли.

Излагаются основные принципы проектирования интеллектуальных систем, особенности формирования и накопления базы знаний, приводятся примеры организации процесса принятия оперативных решений при управлении КА. Показано наличие большого резерва в оперативной оценке имевших место полетных ситуаций. При этом достигается возможность своевременного осуществления выдачи необходимых рекомендаций для принятия решений в процессе полета КА, что позволяет специалистам обеспечить эффективное управление в ряде нештатных ситуаций, имевших место в процессе эксплуатации различных КА дистанционного зондирования Земли.

Орбиты спутников дистанционного зондирования Земли

Чернов А.А., Чернявский Г.М.

ФГУП «Центр космических наблюдений»,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел./факс: (095) 429-98-11; E-mail: chernov@cpi.spase.ru

Представлена методика проектно-баллистического анализа космических систем дистанционного зондирования Земли, функционирующих на солнечно-синхронных кратных круговых орбитах полного покрытия. Сформулированы требования, предъявляемые к подобным системам, приведены соотношения для расчета основных параметров орбит КА ДЗЗ, рассмотрены вопросы, связанные с освещенностью точек съемки, определением времени старта КА на солнечно-синхронные орбиты, эволюцией параметров орбит КА под влиянием различного рода возмущений, а также оценкой запасов топлива, необходимых для стабилизации параметров орбиты около требуемых значений. Представленные материалы обобщают курс лекций, прочитанных авторами на кафедре «Космические информационные технологии» радиотехнического факультета МИРЭА и оформлены в виде учебного пособия, содержащего лекции и задачи с решениями.

Особенности построения бортовой приемопередающей аппаратуры и командной радиолинии в стандартах CCSDS

Щербаков А.Ю.

ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» (ФГУП «РНИИКП»),
111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53
Тел/факс: (095) 273-92-53; E-mail:miridian@rambler.ru

Современные бортовые командно-измерительные системы (КИС) отечественной разработки, имеют высокие тактико-технические характеристики, но обладают рядом особенностей.

- Структура сигнала КИС отечественной разработки отличается от зарубежной. В ней не учитываются рекомендации международной организации, занимающейся разработкой единых требований и стандартов для приемопередающей аппаратуры, Консультативного комитета по космическим системам передачи данных (CCSDS).
- К системам передачи данных разрабатываемых, с учетом рекомендаций CCSDS, предъявляются определенные требования по: диапазону рабочих частот, виду модуляции, способу кодирования, формату сообщений и т.д. Эти рекомендации направлены на обеспечение повышения надежности передачи данных, совместимости их с цифровыми системами обработки.
- Архитектура приемника строится исходя из вышеперечисленных требований к структуре сигнала. В канале связи действует небалансный фазоманипулированный (UQPSK) сигнал с подавленной несущей. Информационный обмен осуществляется единым цифровым потоком в пакетном режиме (Пакет Телеуправления и Пакет Телеметрии).
- Пакеты Телеуправления и Телеметрии имеют многоуровневое строение. Структуру каждого уровня также определяют положения CCSDS.

В докладе рассматривается структура радиочастотного сигнала, принцип организации канала связи командной радиолинии, а также архитектура бортового приемопередающего устройства “S” диапазона, разрабатываемого с учетом рекомендаций и требований CCSDS.

В условиях мировой интеграции, а также для повышения конкурентоспособности отечественных систем (в первую очередь – систем ДЗЗ), создание аппаратуры, работающей с учетом международных стандартов и требований, является актуальной и перспективной задачей.

СЕКЦИЯ

Дистанционные методы исследования атмосферных и климатических процессов

Новые возможности дистанционных методов для задач метеорологии, климатологии и физики атмосферы

Борог В.В. [1] , Крученицкии Г.М. [2], Перов С.П. [2]

[1] Московский инженерно-физический институт
(государственный университет),
115409, Москва, Каширское шоссе, 31
E-mail: borog@nevod.mephi.ru
[2] Центральная аэрологическая обсерватория,
141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Первомайская ул., 7
E-mail: sperov@per.nifhi.ac.ru

Для решения ряда актуальных задач, связанных с усовершенствованием методов прогноза магнитосферных и атмосферных процессов предлагается использовать комплекс наземной аппаратуры, в том числе широкоапертурный мюонный годоскоп ТЕМП большой площади с уникальными возможностями регистрации потока релятивистских протонов галактического космического излучения (ГКЛ) одновременно из 65025 пространственных направлений с угловым разрешением 1–2º. При прохождении возмущенных областей ММП и атмосферы поток ГКЛ становится не стационарным. Это позволяет по анизотропии ГКЛ и по динамике углового распределения вторичных атмосферных мюонов (во время эффектов Форбуша) следить за перемещением трехмерных структур солнечной плазмы, а так же исследовать физические механизмы воздействия солнечной активности на атмосферу и другие геосферы.

Установка ТЕМП позволяет так же проводить непрерывный мониторинг термодинамических характеристик тропо- и стратосферы, в том числе непрерывную регистрацию внутренних гравитационных волн, температуры и эффективной толщины слоя озона. Это дает возможность выполнить валидацию данных новых спутников типа EOS Chem, а также профилей температуры, получаемых из систем GPS и ГЛОНАСС, на новой методической основе.

Приводятся примеры использования годоскопа ТЕМП совместно с другими комплексами на территории Москвы и региона для получения информации прогностического характера.

Работа проводится при поддержке РФФИ (гранты 03-05-64790 и 04-05-79084), Министерства образования и науки РФ (грант Т02-14.0-2369).

Диагноз гроз по информации спутниковых радиометров микроволнового и ИК диапазонов

Бухаров М.В. [1], Алексеева А.А. [2]

[1]*Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии "Планета", 123242, Москва, Б.Предтеченский пер., 7*
Тел.: (095) 255-05-14; E-mail: bukharov@planet.iitp.ru
[2] *Гидрометеорологический научно-исследовательский центр России*

Даже редкие молниевые разряды гроз способны приводить к возникновению пожаров, гибели людей и животных, вследствие чего наблюдение за грозами является одной из практически важных задач метеорологии. Значительные пробелы в наземных наблюдениях гроз возникают на акваториях морей и в районах, где сеть наблюдения отсутствует или имеет низкую пространственную плотность. Поэтому разработка методов пространственно непрерывного картирования гроз по регулярно поступающей спутниковой метеорологической информации может обеспечить существенное сокращение таких пробелов.

В докладе рассматривается новая методика автоматизированного спутникового диагноза (распознавания и оценки интенсивности молниевых разрядов) гроз по синхронной информации радиометров микроволнового и ИК диапазонов, установленных на ИСЗ NOAA-16. Методика основана на учете метеорологических параметров облачности, града в облаках и интенсивности ливневых осадков, которые типичны для районов с грозами и вычисляются с помощью ранее разработанного комплекса новых методов количественного спутникового диагноза.

Используя разработанную методику, в НИЦ «Планета» в летний период 2004 г. начат опытный выпуск карт спутникового диагноза интенсивности гроз (в градациях: слабые, умеренные, сильные и очень сильные) на территории западной Европы, европейской части России, ее внутренних и окраинных морях. Предварительный анализ карт спутникового диагноза гроз показал, что они не противоречат результатам фактических наземных наблюдений и существенно дополняют их в тех районах, где сеть наблюдений отсутствует или является не достаточно плотной. В качестве иллюстраций приводятся примеры карт интенсивности гроз, автоматически диагностируемых по спутниковой информации при разных синоптических ситуациях.

Оценка параметров облачного покрова, выделение зон осадков по данным AVHRR ИСЗ NOAA регионального покрытия

Волкова Е.В., Успенский А.Б.

Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии (НИЦ "Планета"), 123242, Москва, Б.Предтеченский пер., 7
Тел.: (095) 255-21-37; Факс: (095) 200-42-10; E-mail: uspensky@planet.iitp.ru

Рассмотрен пороговый метод автоматической классификации данных измерений радиометра AVHRR ИСЗ серии NOAA, позволяющий детектировать облачность и определять ее количество, идентифицировать тип облачности и оценивать высоту верхней границы облачности (ВВГО), а также выделять зоны осадков в светлое время суток для периода май–октябрь. Пороговые значения предикторов рассчитываются как функции географической широты и долготы, высоты солнца, приземной температуры воздуха (T_a) или подстилающей поверхности (T_s) в данном пикселе. В качестве оценки T_a можно использовать результаты численного анализа или прогноза полей T_a, наблюдения на «ближайших» метеостанциях или среднеклиматические значения; в качестве T_s используются оценки, восстановленные по данным измерений СВЧ-радиометра AMSU-A ИСЗ NOAA.

Метод детектирует облачность отдельно над сушей и водной поверхностью. Ошибка восстановления количества облачности при сопоставлении с данными наземных метеонаблюдений в 85 % случаев составляет менее 2 октов.

Облачные пикселы классифицируются на 9 типов: «перистообразную», «кучевообразную, слоистокучевобразную», «высококучевообразную», «высокослоистообразную», «слоисто-дождевую», «слоистообразную», «мощную кучевообразную, кучеводождевую», «многослойную кучевообразную» и «многослойную слоистообразную». Визуальный анализ результатов классификации показывает удовлетворительное соответствие с реальной синоптической ситуацией.

Для каждого типа облачности рассчитывается оценка ВВГО. При этом используются барометрическая формула для политропной атмосферы, уравнение переноса длинноволнового излучения в атмосфере и вертикальные профили температуры и влажности в пунктах спутникового зондирования. В 90–95 % спутниковые оценки ВВГО попадают в диапазон среднеклиматических значений.

Метод выделяет 3 класса осадков: «слабые/умеренные (0,1–5 мм/ч)», «сильные (>5 мм/ч)» и «опасные (очень сильные, гроза, град)». Согласно сопоставлению с данными метеонаблюдений вероятность обнаружения осадков превышает 75 %.

О взаимосвязи характеристик озоносферы и океана по данным дистанционного зондирования

Гальченко А.А. [1], Перов С.П. [2]

[1]Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
[2] Центральная Аэрологическая Обсерватория,
141700, Московская обл., г. Долгопрудный,, ул. Первомайская, 3
E-mail: sperov@per.nirhi.ac.ru

На конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса» в 2003 г. были представлены результаты анализа характеристик озоносферы по данным лимбового зондирования с помощью аппаратуры CRISTA . В озоносфере на высотах от 20 до 50 км были обнаружены квазистационарные структуры в глобальных полях температуры и отношения смеси озона масштаба от сотен до тысяч км по горизонтали и от 5 до 30 км по вертикали. Целью настоящей работы было выяснение возможной связи между указанными структурами и характеристиками океанической поверхности. Для этого была использована информация о высоте поверхности уровня моря (спутник TOPEX Poseidon) и температуры поверхности океана. Была произведена попытка поиска пространственной корреляции между полями аномалий ОСО и температуры поверхности океана, а также между полями аномалий ОСО и уровня моря относительно среднеклиматических за август 1997 г. Этот период был выбран потому, что в это время наблюдалось сильнейшее в XX веке явление Эль-Ниньо.

Также приводятся некоторые результаты анализа атмосферных волновых структур в тропической и субтропической атмосфере.

Комплексный анализ геоэкстремальных явлений по данным длительных космических наблюдений

Головко В.А.

Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии (НИЦ "Планета"), 141700, Московская обл., г. Долгопрудный,, ул. Первомайская, 7
Тел.: (095) 483-31-25; E-mail: golovko@planet.iitp.ru

Проблема климатических изменений – одна из наиболее сложных и значимых проблем современности. Основу идентификации климатических изменений составляют результаты анализа длительных (более 30 лет) временных рядов наблюдений за основными геофизическими параметрами. К числу таких параметров относятся интегральная солнечная постоянная (ИСП), составляющие радиационного баланса Земли (РБЗ), характеристики облачного покрова и осадков, частота возникновения аномальных циклонических образований и квазипериодические природные явления. Глобальность и пространственная однородность наблюдений при этом достигается средствами космического мониторинга.

Основной интерес при анализе временных рядов геофизических параметров представляет выявление трендов и идентификация особенностей распределений экстремальных значений. Детектирование трендов является первым шагом на пути обоснования значимости климатических изменений. Поскольку все климатические временные ряды в той или иной степени автокоррелированны, любые попытки идентифицировать тренд без детального учета этого факта приводят к серьезным ошибкам. И хотя проблема детектирования трендов относится к числу классических проблем анализа временных рядов, значительный прогресс в этой области в последнее время был достигнут именно благодаря разработкам для климатологических приложений. Адекватный учет феномена дальнодействующих связей (более сильных, чем обычно рассматриваются в классических авторегрессионных моделях со скользящими средними) оказался особенно важен при анализе некоторых из рассмотренных климатологических рядов. Поэтому детальному исследованию процессов с дальнодействием методами спектрального анализа было уделено особое внимание. Для выявления взаимосвязи сигналов, воздействующих на изменение климата, рассматривались различные комбинации многомерных рядов наблюдений. В результате получены адекватные оценки трендов изменения ИСП, длинноволновой и коротковолновой составляющих РБЗ.

На основе имеющихся временных рядов был проведен комплексный анализ статистик экстремальных значений геофизических параметров. Наряду с методами, использующими традиционные распределения экстремальных значений (Fisher-Tippett, Gumbel и др.), рассматривались и более современные подходы, базирующиеся на «пороговом» виде обобщенного распределения Парето. Анализ данных осуществлялся двумя методами статистического моделирования – максимального правдоподобия и байесовских статистик. Полученные результаты позволили провести содержательную диагностику построенных моделей экстремальных значений для ИСП, длинноволновой составляющей РБЗ, осадков в юго-восточной Азии и частоты появления тайфунов в северо-западной акватории Тихого океана.

Аномальная климатическая эволюция транспортных потоков энергии и влаги, идентифицируемая по космическим наблюдениям за изменяющимся взаимодействием полей облачности и радиации

Головко В.А. [1], Кондранин Т.В. [2]

[1] *Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии (НИЦ "Планета"), 141700, Московская обл., г. Долгопрудный,, ул. Первомайская, 7*
Тел.: (095) 483-31-25; E-mail: golovko@planet.iitp.ru
[2] *Московский физико-технический институт (государственный университет)*

В отличие от традиционных подходов экспериментальной физики при изучении климатической системы Земли невозможно исследовать поведение отдельных ее компонентов путем наблюдений за повторяющимися реализациями одних и тех же процессов. В частности, невозможно в деталях воссоздать единую картину самых мощных и удивительных квазипериодических природных явлений (Эль-Ниньо, Ла-Нинья), связанных с аномалиями (замедлением и ускорением) циркуляции Уолкера, поскольку каждое такое явление и его последствия (влияние на ячейки Гадлея) уникальны. Единственный способ изучения и прогнозирования эволюции климатической системы заключается в слежении за множественными текущими процессами в условиях их сложного хаотического взаимодействия между собой. При этом, возможно самым непредсказуемым в поведении климатической системы является взаимодействие атмосферной воды с радиационным полем.

Большая изменчивость и многообразие форм содержания воды в атмосфере (водяной пар, жидкая и твердокристаллическая фазы в облаках) в существенной степени усложняют рассмотрение процессов ее взаимодействия с солнечным коротковолновым и тепловым излучением Земли. Наряду с парниковыми газами облака и водяной пар в атмосфере позволяют поддерживать хрупкий радиационный баланс Земли с приемлемой для жизни температурой на поверхности. До недавнего времени отсутствие длительных высокоточных рядов наблюдений за характеристиками облачности и радиации не позволяло сделать содержательный вывод о том, как водяной пар и облака могут повлиять на температуру и климат Земли.

Рассматривались два основных сценария эволюции климатической системы: 1) в будущем количество плотных облаков нижнего яруса будет уменьшаться, а высоких перистых облаков увеличиваться, что должно привести к существенной интенсификации глобального потепления; 2) в соответствии с гипотезой ИК «зрачка» по мере нагрева поверхности Земли перистые облака будут диссипировать, открывая дополнительный выход в космическое пространство тепловому излучению, что должно противодействовать глобальному потеплению.

На основе результатов анализа данных космических наблюдений за более чем тридцати-летний период можно заключить, что за последние 15 лет существенно усилилась циркуляция Гадлея-Уолкера. Это привело к небольшому увеличению облачного покрова в областях восходящих потоков и относительно большему уменьшению облаков и влажности над областями нисходящих потоков. В итоге несколько уменьшились влажность и количество облаков в тропиках. С уменьшением содержания водяного пара при меньшем количестве высоких перистых облаков в тропосфере больше тепловой радиации от поверхности уходило в космос без перепоглощения. В тоже время облака в меньшей степени экранировали тропики, так что большая часть солнечного коротковолнового излучения могла достигать поверхности Земли, не будучи отражена обратно в космическое пространство.

Сравнительный анализ погрешностей регрессионных алгоритмов оценки влагозапаса атмосферы по данным многоканального радиометра AMSR-E спутника Aqua

Заболотских Е.В. [1], Митник Л.М. [2], Митник М.Л. [2], Бобылев Л.П. [1/3], Йоханнессенн О.М.[3]

[1] *Научный фонд "Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена", E-mail: Elizaveta.Zabolotskikh@niersc.spb.ru*
[2] *Тихоокеанский океанологический институт дальневосточного отделения РАН, 690041, Владивосток, ул. Балтийская, 43; E-mail: mitnik@poi.dvo.ru*
[3] *Nansen Environmental and Remote Sensing Centre, N - 5006 Norway, Bergen, Thormøhlensgate 47; E-mail: ola.johannessen@nersc.no*

Микроволновый радиометр Advanced Microwave Scanning Radiometer (AMSR-E) на спутнике Aqua принимает уходящее излучение Земли на частотах f = 6,9, 10,7, 18,7, 23,8, 36,5 и 89,0 ГГц на вертикальной (В) и горизонтальной (Г) поляризациях, что позволяет проводить регулярные оперативные оценки влагозапаса атмосферы, водозапаса облаков, скорости приводного ветра, температуры поверхности океана и ряда других параметров независимо от времени суток и погодных условий. Для использования измерений AMSR-E в оперативной и исследовательской работе продолжается разработка и оценка эффективности новых алгоритмов восстановления параметров окружающей среды.

В данной работе обсуждаются результаты анализа погрешностей линейного (ЛР), логарифмического (НЛР) и нейронно-сетевого (НС) регрессионных алгоритмов оценки влагозапаса атмосферы над океаном Q. Коэффициенты всех регрессий настроены при использовании одного и того же массива экспериментальных гидрометеорологических данных и соответствующих им расчетных значений $T_Я(f)$, охватывающих все климатические зоны мирового океана.

При сопоставлении значений средней квадратической погрешности восстановления влагозапаса σ_Q получены следующие основные выводы:

– Восстановление Q с использованием $T_Я$ на частотах 18,7, 23,8, 36,5 ГГц на В и Г поляризациях (6-и канальные алгоритмы) сопровождается заметным снижением σ_Q по сравнению с 4-х канальными алгоритмами для всех видов регрессии.
– Погрешности максимальны для ЛР-алгоритмов.
– НС алгоритмы обеспечивают снижение σ_Q по сравнению с ЛР и НЛР-алгоритмами. Так, для 6-канальных алгоритмов с учетом реальных шумов AMSR-E σ_Q = 0,44 кг/м^2 для НС- и 1,1 кг/м^2 для НЛР-алгоритма. Максимальные погрешности (3 кг/м^2) примерно в 8–10 раз меньше, чем при использовании НЛР и ЛР-алгоритмов.

В докладе приведены примеры применения обсуждаемых алгоритмов к данным AMSR-E, полученным над Атлантическим и Тихим океанами.

Восстановление полей метеорологических элементов по спутниковым изображениям облачности

Иванов В.В. [1], Черепанов А.В. [1], Ромасько В.Ю. [1],. Миськив С.И [1], Сухинин А.И.[2]

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт по делам ГО и ЧС МЧС России,
[2] Институт леса СО РАН, 660036, Красноярск, Академгородок
Тел.: (3912) 49-40-92; E-mail: boss@ksc.krasn.ru

Для прогнозирования чрезвычайных ситуаций как природного, так и техногенного характера существенное значение имеет анализ и прогноз погодных условий на обозреваемой территории, т.к. и сами погодные условия в виде стихийных и опасных явлений, и их воздействие на протекание природных и техногенных ЧС в значительной мере определяют фактический материальный ущерб. В то же время в условиях разреженной сети метеорологических станций существенную помощь в анализе и прогнозе метеорологических элементов оказывает спутниковая информация.

Специалистами ОПОКИ создан автономный малогабаритный комплекс приема и визуализации спутниковых изображений КА NOAA формата APT, который может использоваться в подразделениях Гидрометслужбы для уточнения прогнозов погоды, в авиации при оценке условий полетов летательных аппаратов на различных эшелонах, в подразделениях авиалесоохраны для определения полей облачности и осадков. Программное обеспечение позволяет производить в интерактивном режиме тематическую обработку спутниковых изображений, в том числе:

- Восстанавливать поля метеорологических элементов в любой точке снимка:
  - температуру излучающей поверхности (земли, воды, верхней границы облачности и пр.),
  - высоту верхней границы облачности в километрах,
  - тип облачности и опасные явления погоды, связанные с облаками вертикального развития (грозы, ливневые осадки) в интересующем районе,
  - направление и скорость ветра у поверхности земли и на стандартных изобарических поверхностях в области вихря (циклона),
  - максимальное количество осадков из интересующей облачной системы за 90 минут;
- Прогнозировать максимальное количество осадков из облачной системы, проходящей через интересующий населенный пункт (территорию);
- Измерять расстояние от одной точки до другой с учетом геометрии Земли;
- Определять площадь интересующего географического или синоптического объекта.

Все вышеперечисленные метеорологические элементы рассчитываются по методикам, разработанным и рекомендованным для использования в прогностической работе подразделений Гидрометслужбы.

Применение новых карт спутникового диагноза параметров атмосферных процессов для использования в метеообеспечении авиации

Киселев А.Б. [2], Бухаров М.В. [1], Говоров Д.В. [2]

[1] *Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии (НИЦ "Планета"),*
E-mail: bukharov@planet.iitp.ru
[2] *ФГУ Главный авиационный метеорологический центр,*
119027, Москва, а/п Внуково, ФГУ ГАМЦ, здание КДП, Тел: (095) 578-06-47

Интенсивность воздушных перевозок предъявляет все большие требования к качеству метеорологического обслуживания, от которого в значительной степени зависит безопасность полетов. Проблемы, возникающие при использовании современных видов метеорологической информации, заключаются в следующем. Сеть наземных и морских наблюдений во многих районах отсутствует или обладает низкой пространственной плотностью. Прогнозы погоды, учитывающие эту информацию, в ряде случаев не соответствуют наземным и спутниковым наблюдениям. Спутниковые снимки, получаемые в видимом и ИК диапазонах, без дополнительной информации не позволяют оценить метеорологические параметры облачности и распознать опасные атмосферные явления.

Учитывая это, в НИЦ “Планета” разработан новый подход к оценке параметров атмосферных явлений и облачности по комплексу синхронной и пространственно совмещенной информации радиометров микроволнового и ИК диапазонов ИСЗ NOAA-16. Предварительный анализ показал, что спутниковая информация о кучево-дождевой облачности, максимальной высоте ее верхней границы, интенсивности гроз, граде, максимальных скоростях вертикальных восходящих движений и других диагностируемых параметрах не противоречит пространственно редким данным наземных измерений.

Большое значение для синоптика имеют описанные выше количественные характеристики зон активной конвекции. Используя их в совокупности с другими видами наблюдений, в теплое время года можно повысить качество прогнозирования таких опасных явлений погоды, связанных с конвекцией, как град и грозы, а в холодный период – более точно определять прогностическую видимость в снежных зарядах.

В качестве иллюстраций приводятся комплексы карт, подтверждающие более высокое качество прогнозов при использовании новых карт спутникового диагноза.

Особенности дистанционного зондирования Земли при исследовании глобальных и региональных изменений климата

Лялько В.И. [1], Нильсон С.[2], Швиденко А.З.[2] , Сахацкий А.И. [1], Ходоровский А.Я. [1]

[1] Центр аэрокосмических исследований Земли
Института геологических наук Национальной академии наук Украины,
01601, Украина, Киев, ул. О.Гончара, 55-б
Тел.: (38-044) 216-94-05; E-mail: casre@casre.kiev.ua
[2] Международный институт прикладного системного анализа (IIASA), Лаксенбург,Австрия,
Shlossplatz 1, A-2361 Laxenburg, Austria
Тел.: 43 2236807 497; E-mail: shvidenk@iiasa.ac.at

С начала XIX до конца XX в. произошло увеличение температуры Земли на 0,6–1,5 ºС (по данным различных авторов), связанное с возрастанием в атмосфере содержания CO_2 – на 30% и CH_4 – почти вдвое. Поэтому возник вопрос выявления распределения на Земле источников и стоков этих “парниковых” газов и разработки рекомендаций международного уровня для ослабления прогрессирующего глобального потепления.

Для реализации рекомендаций Киотского протокола и Иоганесбургского саммита 2002 г. по ограничению выбросов в атмосферу “парниковых” газов при хозяйственной деятельности необходима технология установления истинного распределения источников–стоков CO_2, CH_4 и др. газов-“утеплителей”, которая может быть основана только на использовании мультиспектральных космических съемок в мониторинговом режиме и наземного инструментального определения потоков этих газов в разных ландшафтно-климатических зонах и для различных видов растительности. Учитывая ослабевающую адсорбцию CO_2 тропическими лесами, особое внимание следует уделить бореальным лесам Евразии, которым предстоит принять на себя функции глобальных “легких” планеты.

На протяжении 2001–2004 г.г. сотрудниками ЦАКИЗ совместно с Международным институтом прикладного системного анализа (IIASA, Австрия) была выполнена компьютерная тематическая интерпретация космоснимков SPOT-Vegetation (за 1999 г.) и Landsat (за 1977–2000 г.г.) в пределах территории Центральной Сибири. Полученные результаты, совместно с данными определения потоков CO_2 в лесных и болотных сообществах, свидетельствуют об уменьшении площадей хвойных лесов, замене их лиственными лесами, кустарниково-болотными сообществами, что ведет к существенному уменьшению поглощения лесами углекислого газа и усилению “парникового” эффекта.

Следует уделить особое внимание созданию соответствующей сети по наземному экспериментальному определению потоков “парниковых” газов в системе “атмосфера–растительность”. Оценка изменения площадей и видового состава лесов с помощью методов ДЗЗ и установление потоков CO_2 позволят создать адекватные физико-математические модели прогнозирования изменения регионального и глобального климата Земли и выполнить с их помощью расчеты сценариев оптимального природопользования.

Восстановление оптических параметров атмосферы из данных спутниковых измерений

Мельникова И.Н

Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,
197110, Санкт-Петербург, Корпусная ул., 18
E-mail: Irina.Melnikova@pobox.spbu.ru

Аналитический метод интерпретации данных радиационных измерений основан на строгой теории многократного рассеяния радиации в случае облачных пикселей. Формулы, содержащие только значения отраженной интенсивности для двух направлений визирования, и известные функции, определяемые из геометрии измерений, были выведены для случаев одинаковых и разных зенитных углов солнца. Подробности метода и анализ погрешностей опубликованы.

Во многих работах ранее производились оценки оптической толщины в предположении консервативного рассеяния или параметра поглощения в предположении оптически бесконечно-толстого слоя. Но в случае истинного поглощения в атмосфере или ограниченного по толщине слоя проявляются значительные погрешности таких ограничивающих предположений. Одновременное восстановление двух важных параметров на всех длинах волн является важным усовершенствованием по сравнению с другими работами. Аналитический метод основывается на обращении известных асимптотических формул для оптически толстых слоистых облаков. Принимается модель горизонтально протяженного плоского слоя. Учтена слабая горизонтальная неоднородность облачного слоя.

В случае рассмотрения многоугловых и спектральных измерений процесс обработки данных производится для всех длин волн и пикселей независимо. В случае интерпретации измерений только для одного направления визирования обрабатываются соседние пиксели, для которых различаются как углы визирования, так и углы солнца.

Данные дистанционных измерений отраженной интенсивности прибором POLDER с борта спутника ADEOS, прибора AVHRR с борта спутников NOAA и прибора СРРБ на борту спутника «Метеор-3» были использованы для восстановления оптической толщины, альбедо однократного рассеяния.

Разработанный метод позволяет оперативно определять оптические характеристики облачной атмосферы.

Диагностика интенсивных атмосферных вихрей по данным многоволнового спутникового зондирования

Нерушев А.Ф., Тереб Н.В., Крамчанинова Е.К.

Институт экспериментальной метеорологии,
249038, г. Обнинск, пр. Ленина, 82
Тел.: (08439) 71421; Факс: (08439) 40910; E-mail: nerushev@obninsk.org

Разработаны два независимых метода определения важнейших параметров интенсивных атмосферных вихрей, необходимых для прогноза их движения, подготовки штормовых предупреждений, оценки возможного ущерба и т.д. Методы основаны на использовании данных дистанционного зондирования в УФ и микроволновом спектральных диапазонах и применимы для атмосферных вихрей, имеющих четко выраженные структурные параметры – глаз, облачную стену глаза, зоны штормовых (скорость приводного ветра $17{,}5 < V_s < 33$ м/с) и ураганных ($V_s > 33$ м/с) ветров. К таковым можно отнести тропические циклоны (ТЦ) и полярные мезоциклоны (Polar Lows). Методы опробованы на данных зондирования ТЦ Атлантики и Тихого океана 1998 и 1999 годов радиометром SSM/I (Special Sensor Microwave/Imager) и озонным картографом TOMS.

Диагностика ТЦ по данным зондирования в микроволновой области спектра основана на связи характерных черт радиояркостного изображения ТЦ и их радиояркостных температур на разных частотах с искомыми структурными параметрами ТЦ. На основе сравнения результатов обработки данных зондирования с данными независимых наблюдений оценена точность определения параметров ТЦ. Знание структурных параметров ТЦ позволяет восстановить сглаженное пространственное распределение модуля скорости приводного ветра V_s во всей области действия ТЦ. Приведены примеры восстановления сглаженной пространственной структуры V_s в активных зонах ТЦ Атлантики в течение нескольких дней их жизни.

Диагностика ТЦ по данным зондирования в УФ области спектра основана на связи характеристик отрицательной озоновой аномалии, генерируемой развивающимся ТЦ, с его энергетическими параметрами. Приведено сравнение результатов восстановления параметров ТЦ Атлантики, полученных двумя независимыми методами.

Объективный анализ полей «облачного ветра»

Пермяков М.С., Тунеголовец В.П., Маликова Н.П.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Балтийская, 43
Тел.: (423-2) 312-158; E-mail: permyakov@poi.dvo.ru

Рассматриваются методы и алгоритмы восстановления полей ветра по хаотично распределенным спутниковым данным об «облачном ветре» или ветре в «поле водяного пара». В работе реализуются два подхода: скалярный, в котором скорость ветра и его составляющие представляются как скалярные независимые величины; и гидродинамический, в котором компоненты вектора ветра находятся из решения уравнений Пуассона для вихревой и дивергентной составляющих ветра. В обоих подходах для восстановления скалярных полей, расчета вихря и дивергенции используются различные методы аппроксимации на конечных элементах, образуемых при триангуляции области данных. Алгоритмы обработки предусматривают процедуры геометрического анализа пространственного распределения данных, оценки качества триангуляции и ее оптимизации. Для оценок погрешностей восстанавливаемых полей используется процедура «скользящий контроль», при которой поочередно из массива данных удаляются точки и пересчитываются триангуляция и поля. По полученному набору полей в точках данных или узлах заданной сетки проводится статистический анализ погрешностей восстановления. Рассматриваются различные методы оценок для дифференциальных кинематических характеристик поля ветра – вихря, дивергенции. В численных экспериментах по восстановлению полей ветра из выборок хаотично распределенных точек данных с проекциями ветра в них, рассчитанных из заданных модельных функций координат, получены оценки погрешностей восстановления полей ветра и его кинематических характеристик для разных методов. Приводятся примеры восстановленных полей из данных по «облачному ветру» спутника GMS-5 для северо-западной части Тихого океана при прохождении тропических циклонов.

Электронная база многолетних данных глобального радиотеплового поля системы океан-атмосфера в контексте задач исследования вариаций климата планеты и атмосферных катастроф

Раев М.Д., Астафьева Н.М., Ермаков Д.М., Суслов А.И., Шарков Е.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
Тел.: (095) 333-43-01; E-mail: mraev@iki.rssi.ru

В докладе представлены результаты первого этапа работы по формированию и накоплению радиотепловых многочастотных и многолетних данных с космического аппарата DMSP (прибор SSM/I) с целью использования этих данных для решения динамических задач вариаций климата планеты, глобального тропического циклогенеза и задач дистанционного определения глобальных и региональных характеристик снежного покрова, в том числе определения границы снеготаяния. Принципиальной и отличительной особенностью созданной базы данных является анимационная идеология ее построения и создание общедоступного WEB интерфейса. Авторами был установлен надежный контакт с GHRC – Глобальным гидрологическим исследовательским центром (США), являющимся основным хранителем всех данных аппаратов серии DMSP. В результате были накоплены данные за 1995–2004 годы по аппаратам F10 – F15 серии DMSP. Общий объем данных составил около 100 Гб.

Одновременно проводились предварительные работы по отработке методики использования накопленных данных. На основе анимационной методологии была выполнена представленная в докладе визуализация годовой временной эволюции поля водяного пара в земной атмосфере, а также более детальная визуализация крупномасштабного «выброса» поля водяного пара из тропической зоны в средние широты, привязанного к системе тропического циклона. Подобный «выброс» является по существу одним из элементов глобального «полярного переноса» тепловой энергии из тропиков в полярные области. Детальный анализ элементов полярного переноса и всего явления как целого представляет собой важнейшую проблему глобальной циркуляции атмосферы Земли и установления парникового эффекта, благоприятного для биологической жизни. Кроме того, было разработано программное обеспечение по выделению данных для определенных областей, задаваемых географическими координатами. Для нескольких точек, в которых расположены гляциологические наземные станции и имеется многолетний ряд непрерывных наблюдений, для периода с октября по декабрь 1995 г. были получены соответствующие имеющимся наземным данным многоканальные радиометрические данные приборов SSM/I с F10 и F13 аппаратов DMSP.

В настоящее время продолжается регулярное накопление данных, проводятся работы по использованию пакета GREENESTONE для создания базы экспериментальных данных с системой поиска на естественных языках и WEB интерфейсом, и ведется совершенствование методики применения этих данных для решения научных задач вариаций климата планеты.

Новый механизм генерации атмосферных катастроф: возможности дистанционных методов

Руткевич П. Б. , Шарков Е.А.

Институт космических исследований РАН
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: peter@d902.iki.rssi.ru

Приводится критический анализ основных механизмов генерации крупномасштабных вихревых катастроф в тропической атмосфере. На основе построенной термогидродинамики сжимаемой и насыщенной водяным паром атмосферы предлагается новый физический механизм генерации вихревых возмущений в тропической атмосфере. Физическая суть предлагаемого подхода состоит в том, что роль фазовых переходов атмосферного насыщенного пара не сводится только лишь к энергетическому фактору (выделение энергии конденсации), как это принято в примитивных моделях циклогенеза, а приводит к принципиальным изменениям в динамике тропической атмосферы (появлением фазы сжимаемости), обусловленных аномальным поведением вертикального профиля скорости звука в насыщенном влажном воздухе. Физическая суть подхода заключается в том, что роль фазовых превращений атмосферной влаги не сводится только к энергетическому фактору. Последовательный учет термодинамики фазовых превращений влаги приводит к появлению в слое насыщенного воздуха области с аномальным поведением скорости звука, что в свою очередь создает условия для появления в этой области дискретного энергетического спектра. На нелинейной стадии неустойчивость принимает взрывной характер. В докладе на основе результатов космических и надводных (корабельных) радиотепловых дистанционных исследований, выполненных в зонах интенсивной генерации тропических циклонов (северо-запад Тихого океана) и на основе известных модельных представлений, восстанавливается вертикальный профиль водяного пара с последующим расчетом распределения скорости звука по высоте. При учете насыщенности всего высотного столба атмосферы водяным паром распределение скорости звука по высоте становится резко немонотонным (в противоположность ситуации сухого воздуха) с явно выраженным минимумом величины скорости звука. Последнее и определяет необходимые условия генерации вихревых структур. В докладе рассматриваются предварительные тактико-технические требования к радиотепловым системам зондирования космического базирования, предназначенным для мониторинга предкризисных и кризисных ситуаций тропической атмосферы, а именно, восстановление температурного профиля в тропосфере с точностью 0,5 К на 40–50 высотных уровнях с пространственным пикселом 10x10 км; восстановление поля давления с точностью 1 мбар; поиски алгоритма и восстановление поля фазового перехода.

Исследования составляющих радиационного баланса Земли. Новый этап

Скляров Ю.А. [1], Бричков Ю.И. [1], Воробьев В.А. [1], Фейгин В.М. [1]

[1] *Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83*
Тел.: (8452) 27-32-26; E-mail: Sklyarov@sgu.ssu.runnet.ru
[2] *Научный центр оперативного мониторинга Земли, Москва*

Созданная в Саратовском университете аппаратура ИСП (измеритель солнечной постоянной) впервые работала на ИСЗ «Космос-1484» в 1983 году. Затем ИСП и спутниковый радиометр ИКОР (измеритель коротковолновой отраженной радиации) работали в совместных российско-французских экспериментах на ИСЗ «Метеор-3» №7 (1994–95 гг.) и «Ресурс-О1» №4 (1998–99 гг). В настоящее время оба радиометра включены в состав гелио-геофизического аппаратурного комплекса для работы на перспективных ИСЗ «Электро-Л» (ИСП-2М) и «Метеор-М» (ИКОР). В предстоящих программах оба радиометра будут работать автономно, причем без возможности размещения блоков электроники (БЭ) в гермоотсеках космических аппаратов (КА). ИСЗ «Электро-Л» является геостационарным, и установка на такой спутник солнечного радиометра будет осуществлена впервые в мировой практике. Радиометр ИСП-2М имеет существенные конструктивные отличия от предшественников. С учетом особенностей КА «Электро-Л» система поиска и слежения за Солнцем теперь осуществляет поиск и слежение в пределах 0°...350° часового угла и -10° ...+35° по углу склонения. По-прежнему ИСП-2М – двухканальный (рабочий и бортовой калибровочный каналы) радиометр, работающий на абсолютном принципе действия. Будут использованы новые малогабаритные источники питания, обеспечивающие работу всей измерительной схемы и трех двигателей управления, улучшены точность (новые АЦП) и схема телеметрической передачи данных. Основная задача среднеугольного надирного радиометра ИКОР – мониторинг глобального распределения альбедо и поглощенной солнечной радиации. В предшествующих экспериментах были разработаны и опубликованы методы обработки от «сырых» данных в кодах рабочих напряжений на орбите до карт глобальных распределений изучаемых величин на верхней границе атмосферы. В конструкции ИКОР и в его электронной схеме произведены ряд изменений. В частности, питание нагревательных элементов приемника радиации будет производиться постоянным током (ранее – импульсным напряжением). Применение АЦП нового поколения и микропроцессора повышают точность измерений и делают прибор автономным. Будут проведены краткий обзор полученных ранее результатов, детали устройства радиометров и их основные характеристики.

Программа с 1997 г. поддерживается Российским Фондом Фундаментальных Исследований (в настоящее время – проект 03-05-64953).

Об области применимости асимптотических приближений теории переноса излучения для дистанционного зондирования облаков с примесями и дымовых шлейфов

Сушкевич Т.А., Стрелков С.А., Владимирова Е.В., Максакова С.В., Куликов А.К., Мельникова И.Н.

Институт прикладной математики имени М.В.Келдыша РАН,
125047, Москва, Миусская пл., 4
Тел.: (095) 250-79-97, 433-16-23; E-mail: tamaras@keldysh.ru

Рассматривается задача переноса излучения в оптически толстых конечных плоских слоях, описывающих, в частности, облачность, аэрозольные выбросы, дымовые шлейфы, образующиеся под воздействием обширных пожаров (лесных, торфяных, степных, техногенных) и природных катастроф (вулканы и т.п.). Для таких сред пространственные и угловые распределения излучения внутри слоя, а также отраженное и пропущенное излучение формируются в результате многократного рассеяния излучения при наличии поглощения.

В слое дыма на достаточно большой оптической глубине вследствие многократного рассеяния, как известно из теории, устанавливается асимптотический, или диффузный радиационный режим. Из физических соображений вытекает, что свойства диффузного режима заключаются в следующем: 1) роль прямой радиации (прошедшей без рассеяния) пренебрежимо мала по сравнению с ролью рассеянной радиации; 2) интенсивность радиации не зависит от азимута; 3) относительное угловое распределение интенсивности не зависит от оптической глубины. Для рассеивающего слоя большой оптической толщины получается аналитическое решение, выражающееся асимптотическими формулами теории переноса излучения.

Итерационным методом характеристик с ускоряющими процедурами рассчитаны поля излучения внутри и вне слоя, на который падает внешний мононаправленный поток, для большего набора оптических моделей с разными толщинами слоев, индикатрисами рассеяния, альбедо акта однократного рассеяния, отвечающими консервативному рассеянию (без поглощения), слабому, среднему и сильному поглощению. Для тех же моделей проведены расчеты на основе асимптотических решений. С помощью современных графических и визуальных средств исследовано установление по толщине слоя асимптотического режима для восходящих и нисходящих потоков, а также угловых распределений и азимутальной симметрии. Проведен численный анализ области применимости приближенных аналитических асимптотических решений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проекты 03-01-00132, 02-01-00135).

Абсолютная калибровка алгоритма поляризационно скорректированной температуры с использованием наземных радиолокационных данных об интенсивности осадков

Феоктистов А.А. [1], Пахомов Л.А. [1], Федичев О.Б. [1], Мирошин А.А. [1] , Павлюков Ю.Б. [2]

[1] Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ)
Федерального космического агентства,
127490, Москва, ул. Декабристов, вл.51, корп. 25
Тел.: (095) 105-04-19; Факс: (095) 404-77-45; E-mail: feoktistov@ntsomz.ru
[2] Центральная аэрологическая обсерватория (ЦАО) Росгидромета,
141600, Московская обл., г. Долгопрудный, ул. Первомайская, 3

Сообщается о результатах сопоставления точностных характеристик 7 вариантов алгоритма поляризационно скорректированной температуры (РСТ), использовавшихся при проведении оценки интенсивности осадков. В работе использовались данные (по территории Московского региона) многоканального микроволнового сканирующего радиометра SSM/I, установленного на борту ИСЗ F15 серии DMSP Министерства обороны США и квазисинхронные измерения интенсивности осадков радиолокационной метеорологической сети “Московское кольцо”.

В рамках данной работы была проанализирована ситуация, когда после продолжительного засушливого периода к Москве приблизился циклон, принесший осадки экстремальной интенсивности. Был сформирован квазисинхронный массив материалов съемки Московского региона, включающий: данные аппаратуры SSM/I КА F15 (время съемки территории Московского региона – 23 июня 2002 г., 22 ч. 52 м. летнего московского времени) и данные об интенсивности осадков, полученные с помощью радиолокационной метеорологической сети (время съемки – 23 июня 2002 г., 22 ч. 50 м. летнего московского времени).

Использовались известные в литературе алгоритмы линейной и нелинейной интерполяции интенсивности осадков и их суперпозиции (разработаны применительно к условиям Юго-Восточной Азии), а также четыре варианта алгоритма РСТ, предложенные авторами. В основе первых трех вариантов алгоритма РСТ лежит аддитивная схема; все 4 предложенных авторами данной работы варианта основаны на мультипликативной схеме – отношении значений РСТ для разных каналов.

Обсуждаются полученные результаты и направление дальнейших исследований.

СЕКЦИЯ

Дистанционные исследования поверхности океана и ледяных покровов

Оценки воздействия тропических циклонов на распределение концентрации хлорофилла А в некоторых районах Тихого океана

Акмайкин Д. А., Букин О.А., Пермяков М.С., Салюк П.А.

Морской Государственный Университет
690059 Владивосток Верхнепортовая 50-А.
Тел.: 7-4232-517651;E-mail: aktaykin@msun.ru

Большую роль в формировании глобального распределения фитопланктона в верхнем слое океана, в определенные сезоны, оказывают тропические циклоны. В работе используются данные о распределении хлорофилла *a* в поверхностном слое окраинных морей Западной части Тихого океана, полученные со спутника SeaWiFS за период 2000-2003гг. Спутниковые данные сопоставлялись с информацией о прохождении тайфунов в весенне-летний период в указанных районах. При сопоставлении спутниковых данных, учитывались пространственные и временные интервалы между отдельными тайфунами. Были получены зависимости пространственно-временной изменчивости полей концентрации хлорофилла *a*, от времени года и характеристик тайфуна. Также был показан характерный всплеск концентрации в районе шельфа и спада глубин, после прохождения тайфуна через рассматриваемый район. После прохождения тайфуна и перехода в фазу тропического шторма, было отмечено усиление пятнистости поверхностного слоя рассматриваемых морей. В районе открытого океана, также проявляется рост концентрации хлорофилла, однако в меньшей степени, и с большей задержкой после прохождения тайфуна. Применяя типовую классификацию вод, было показано изменение типа воды вследствие прохождения тайфуна через исследуемый район. За счет инерционных свойств системы океан-атмосфера, смена типов вод происходит через 7-10 дней после прохождения тайфуна. Что в свою очередь указывает на необходимость использования иных методов расчета концентраций в разные периоды движения тайфуна не только через исследуемый район, но и по всей траектории движения тайфунов, тропических штормов и циклонов.

Характеристики изменчивости спутниковых оценок макропараметров тайфунов по данным JMA и JWTC

Алексанин А.И., Попова Ю.Н.

Институт Автоматики и Процессов Управления ДВО РАН,
690041, Владивосток, Радио 5
Тел.: (4232) 3104680; E-mail: aleks@iacp.dvo.ru , aleks@satellite.dvo.ru

В работе представлены результаты анализа изменчивости макропараметров тропических циклонов (ТЦ) Тихоокеанского региона (тайфунов), полученных по обновленным архивам Японского Метеорологического Агентства (JMA, RSMC Tokyo - Typhoon Center) и Объединенного тайфунного Центра США (JWTC). Исследовались закономерности изменчивости следующих параметров: максимальной скорости ветра в ТЦ Vmax, радиуса максимальных ветров Rmax, радиусов ветров 50 и 30 узлов (R50,R30), степени убывания скорости α вдоль радиуса ($V \sim 1/R^{\alpha}$). По японским данным получены следующие результаты.

Радиусы ветров R30 и R50 увеличиваются с ростом максимальной скорости ТЦ, а на отметке 90-100 узлов рост прекращается. При росте максимальной скорости ветра ТЦ коэффициент α возрастает от 0,4 при Vmax = 50 узлов и при отметке 100 узлов стабилизируется на значении ≈ 0,63. Это подтверждает существование двух типов ТЦ, различающихся своими структурными характеристиками. В этом же диапазоне значений Vmax среднее значение Rmax не зависит от Vmax и составляет около 40 миль для ТЦ, что противоречит прямым измерениям. Наблюдается зависимость макропараметров от стадии жизни ТЦ (рост/угасание мощности). Широтную зависимость макропараметров тайфунов одинаковой мощности доказать не удалось. Обсуждаются различия в оценках макропараметров, рассчитываемых двумя упомянутыми агентствами, и приводятся сопоставление результатов с подспутниковыми измерениями.

Работа поддержана грантом РФФИ № 02-01-01133 и грантами ДВО РАН.

Использование радиотеплового излучения Солнца для зондирования ледяных покровов

Бордонский Г.С., Гурулев А.А., Крылов С.Д., Цыренжапов С.В.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН
672090, Чита, ул. Бутина, 26
Тел.: (302-2)35-40-63; (302-2)26-24-33; E-mail: lgc255@mail.ru

Радиометрические измерения слоистых структур или поверхности раздела сред с периодическими неоднородностями требуют в ряде случаев узких диаграмм направленности антенн с шириной до одного градуса, например, в случае измерений при скользящих углах или для регистрации критических явлений. Эту трудность можно обойти в специальном случае, связанном с использованием внешнего движущегося источника теплового излучения с относительно малыми угловыми размерами и находящегося вблизи горизонта. Таким источником может являться Солнце. Его использование позволяет применить простые неподвижные антенны с диаграммами в десятки градусов.

В настоящей работе выполнены эксперименты по исследованию возможности использования радиотеплового излучения Солнца для изучения особенностей тающих пресных ледяных покровов при больших углах наблюдения 75-90^0 от надира. С этой целью выполнены измерения радиояркостной температуры при восходе и заходе светила при установке радиометров вблизи поверхности ледяного покрова. При измерениях регистрировалась сумма сигналов (прямого и отраженного ото льда) при движении Солнца. Измерения были выполнены на трех частотах 1,6 ГГц, 5,2 ГГц и 13,5 ГГц в весенний период времени на оз. Арахлей, расположенном в Забайкалье. Полосы пропускания приемников – 0,3 ГГц, 0,4 ГГц, 1,2 ГГц, соответственно.

При проведении эксперимента получены следующие результаты:

1. Наиболее информативным для изучения процессов таяния оказался канал на частоту 1,6 ГГц. Это возможно связано с тем, что в высокочастотных каналах происходило усреднение сигналов, отраженных и рассеянных на неоднородностях с размерами порядка сантиметра.
2. Увлажнение ледяного покрова можно регистрировать по поляризационной разности в дециметровом диапазоне вблизи углов скольжения. При этом экстремумы сигнала на горизонтальной поляризации значительно превышают экстремумы сигнала на вертикальной поляризации из-за роста значений угла Брюстера по сравнению со случаем сухого льда .
3. При интенсивном таянии на интерференционной картине в дециметровом диапазоне возникали дополнительные быстрые осцилляции с двумя различными периодами, свидетельствующими о сложной структуре объекта.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 03-02-16042).

Исследование динамики морских волн в прибрежной зоне по данным радиолокационных наблюдений

Булатов М.Г., Раев М.Д., Скворцов Е.И.

Институт космических исследований РАН
E-mail: bulatov@iki.rssi.ru

Свойства морских волн, генерируемых ветром, интенсивно изучаются, начиная с 50-х годов прошлого столетия. К настоящему времени кинематика, динамика, спектральные и статистические характеристики гравитационных поверхностных волн достаточно хорошо известны. Однако, многие эффекты второго порядка малости по величине, но имеющие принципиальное значение для понимания процессов генерации, развития и затухания ветровых волн, по-прежнему исследованы недостаточно. К их числу относятся и эффекты слабо-нелинейных взаимодействий поверхностных волн, приводящие к перераспределению энергии между взаимодействующими компонентами и играющие в результате значительную роль в формировании спектра поверхностного волнения.

Изучение этих эффектов в натурных условиях встречает значительные трудности, главная из которых состоит в том, что в поле естественного морского волнения взаимодействующие волны не изолированы, поэтому одни и те же компоненты могут входить во взаимодействия, резонируя одновременно с волнами различных групп, имеющих различные пространственно-временные масштабы и различные направления распространения. Поэтому методы микроволновой радиолокации, позволяющие получить пространственную картину распределения и проследить временную динамику поверхностных волн, представляются оптимальными для исследования эффектов слабо-нелинейных волновых взаимодействий.

В нашей работе впервые для этих целей радиоизображение морской поверхности было сформировано в формате " время - расстояние " путем стробирования по дальности принятого сигнала и регистрации его вариаций во времени для каждого значения дальности при фиксированном азимутальном угле зондирования. Это позволило определить скорости движения рассеивающих радиоволны элементов поверхности, расстояния, пройденные ими, определить "время жизни" рассеивателей электромагнитных волн на морской поверхности.

Анализ полученных данных показал, на основе двумерных спектров радиоизображений такого вида можно выявить эффекты слабо-нелинейных резонансных взаимодействий поверхностных волн и определить параметры компонент, удовлетворяющих условиям четырехволновых взаимодействий. В области дистанционного исследования динамики морского волнения эти результаты являются пионерскими.

Анализ причин возникновения сбоев в распознавании снежного и ледового покровов по измерениям спутниковым микроволновым радиометром AMSU

Бухаров М.В., Кровотынцев В.А., Тренина И.С.

Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии "Планета",
123242, Москва, Б.Предтеченский пер., 7.
Тел.: (095)255-05-14; E-mail: bukharov@planet.iitp.ru

Всепогодный спутниковый мониторинг границ полей снежного и ледового покровов является одной из практически важных задач дистанционного зондирования. До последнего времени основные проблемы при решении этой задачи были связаны с распознаванием тающего снега и прибрежного льда. Новая методика автоматической обработки информации радиометра AMSU ИСЗ NOAA, разработанная в НИЦ «Планета», позволила решить эти проблемы и с 2003 г. начат опытный выпуск всепогодных карт снежного и ледового покрова на европейской территории России.

Результаты предварительных испытаний показали, что в зимний, весенний и осенний сезоны новые карты удовлетворительно согласуются с фактическими наземными данными и другими видами спутниковой информации. Однако в летний период, используемая методика автоматического дешифрирования в ряде случаев дает сбои в виде появления вблизи акваторий явно ложных зон со снежным покровом, а в узких заливах (Обская губа и др.) не распознается быстро тающий опресненный морской лед.

Проведенный анализ показал, что основными причинами появления сбоев в правильности автоматического дешифрирования снега и льда в летний период являются:

1. Недостаточно высокая точность автоматической классификации смешанного типа подстилающей поверхности (суша+вода) в районах с озерами, болотами, широкими реками и вблизи побережья морей. Такая классификация необходима из-за низкого пространственного разрешения радиометра AMSU (от 48 км в надире до 120 км на краях полосы обзора).

2. Появление больших площадей талой воды на льду в начале летнего периода.

В качестве иллюстраций приводятся примеры всепогодных спутниковых карт снежного и ледового покровов до и после коррекции выявленных сбоев.

Адаптивно-Обучающийся Морской Экологический Перцептрон (АОМЭП)

Васильев А.С., Коновалов М.Л.

Государственный океанографический институт (ГОИН),
119034, Москва, Кропоткинский пер. д. 6
Тел. 245-98-064; Тел/факс: 408-76-70; E-mail: asvasil@mail.ru

На основе принципов моделирования вероятностных процессов в классах состояния сложных морских динамических систем и инструментально-теоретического мониторинга состояний среды с усвоением спутниковой информации по термодинамическим параметрам поверхности моря впервые создана Адаптивно-обучающаяся прогностическая программно-кибернетическая технология изучения и прогноза эволюции морских и океанических экосисистем. Модель, „загруженная" в ЭВМ в виде пакетов программ с информацией о конкретной морской экологической системе и операционная система вычислительной машины образуют человеко-машинную интерактивную систему (АОМЭП). Эта компьютерная технология позволяет осуществлять сбор оперативной и ретроспективной информации с различных (включая спутниковые) наблюдательных платформ, синтез инструментальной и теоретической информации, обучение на распознавание законов поведения прогнозируемого фактора, формирование прогностического (решающего) правила, адаптацию системы на заданную достоверность и точность прогноза, а также собственно прогноз.

Более подробную информацию можно получить на Сайте ГОИНа: htt://www.oceanography.ru/research_works/perceptron .

Наиболее широкое распространение данная технология может получить в прогностических оценках состояния морских экологических систем включающих как «живую» так и «неживую» компоненты, рыбопромысловом прогнозировании и регулировании промысла, инженерных расчётах при освоении морского шельфа, управления различными операциями в морских и океанических театрах действий транспортного, подводного и надводного флотов, при чрезвычайных ситуациях. АОМЭП предполагается внедрить в работу Оперативно-информационных служб Росгидромета, Минприроды, МЧС, Госкомрыболовства, Минобороны, Минтранса.

Мезомасштабная циркуляция в Черном море

Гинзбург А.И, Костяной А.Г.,. Зацепин А.Г., Шеремет Н.А.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117851 Москва, Нахимовский проспект, 36
Тел.: (095) 124-88-10; E-mail: kostianoy@sio.rssi.ru

Совместный анализ ИК-изображений радиометра AVHRR со спутников NOAA, траекторий буев со спутниковым слежением, комбинированных данных альтиметров со спутников TOPEX/Poseidon и ERS-2 (карты аномалий уровня CCAR), результатов СТД-зондирований в северо-восточной части Черного моря и среднемесячных полей ветра в 1999–2000 гг. использовался для исследования изменчивости мезомасштабной вихревой динамики Черного моря и ее зависимости от крупномасштабной циркуляции моря и ветрового воздействия. Установлено, что существенные различия общей циркуляции и мезомасштабной динамики летом–осенью 1999 и 2000 гг. были обусловлены различиями ветрового воздействия в эти годы. В 1999 г., при аномально слабом ветре в весенний период и как следствие – слабом и бароклинно-неустойчивом Основном черноморском течении (ОЧТ), западный и восточный циклонические круговороты были практически не выражены, а мезомасштабные вихри (антициклоны и циклоны) преобладали не только в прибрежной зоне, но и в глубоководном районе, влияя на пространственное распределение зоопланктона. Время жизни одного из антициклонов диаметром 90 км в центре восточной части моря (в области традиционного циклонического круговорота), достигало 8.5 месяцев (апрель–декабрь). Осенью 2000 г., при сильном ветровом воздействии, ОЧТ вдоль кавказского берега было быстрым, узким и бароклинно-устойчивым, циклонические круговороты хорошо выраженными, мезомасштабная динамика слабой, и долгоживущих антициклонических вихрей в восточной части моря не наблюдалось. При этом мезомасштабные вихри не оказывали существенного влияния на физические и биологические процессы и водообмен между прибрежной зоной и открытым морем. Альтиметрические карты аномалий уровня моря вместе с ИК-изображениями являются эффективным средством исследования эволюции глубоководных антициклонических вихрей в Черном море (мест их образования и диссипации, взаимодействия с соседними вихрями в течение жизненного цикла). Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 03-05-96630).

Сезонная и межгодовая изменчивость температуры поверхности Каспийского моря (спутниковые и натурные наблюдения)

Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117851 Москва, Нахимовский проспект, 36
Тел.: (095) 124-88-10; E-mail: sheremet@sio.rssi.ru,

Массив еженедельных интерполированных спутниковых MCSST (Multi-Channel Sea Surface Temperature) данных с пространственным разрешением ~ 18 км использован для исследования сезонной и межгодовой изменчивости температуры поверхности (ТПМ), средней для 4-х регионов Каспийского моря в отдельности: Северного, Среднего и Южного Каспия в период 1982–2000 гг. и залива Кара-Богаз-Гол в 1994–2000 гг. Выявленный статистической обработкой этого массива положительный тренд ТПМ в Среднем и Южном Каспии в 1982–2000 гг. (0.05–0.10 ºС/год соответственно), в несколько раз превысивший таковой в ~ 1940–1980 гг., явился, по-видимому, результатом глобального потепления климата. Сопоставлением по времени зимних и летних аномалий ТПМ, наблюдавшихся в 1950–2000 гг. (спутниковые и опубликованные натурные данные), с фазами Эль-Ниньо – южного колебания и северо-атлантического колебания (САК) продемонстрировано влияние этих крупномасштабных атмосферных процессов на межгодовую и декадную изменчивость ТПМ. Большая часть зарегистрированных зимних и летних аномалий ТПМ была связана с Эль-Ниньо, причем в 1950–1980 гг. преобладали отрицательные аномалии, а в конце XX столетия – положительные. Характер изменения среднегодовых ТПМ в 1989–1995 гг. (понижение в 1989–1992 гг. и повышение в 1992–1995 гг.) определялся, возможно, характером изменения в этот период индекса САК – его высокими положительными значениями в 1989–1992 гг. и падением (в среднем) с 1993 по 1998 г. Отмечается одинаковый в основных чертах характер изменения температуры в Каспийском и Черном морях в 1982–2000 гг. (близкий по величине положительный тренд, характер изменения средней годовой ТПМ в 1989–1998 гг. с минимумом в 1992–1993 гг., самые высокие ТПМ зимой и летом в 1998–1999 гг., связанные с Эль-Ниньо 1997–1998 гг.).

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 04-05-64239, 03-05-96630, ФЦНТП «Каспийское море»).

Физические основы и возможности спутниковых СВЧ-радиометрических методов анализа теплового и динамического взаимодействия океана и атмосферы

Гранков А.Г., Мильшин А.А.

Институт электроники и радиотехники РАН, 141120,
г.Фрязино Моск. обл., пл. ак.Введенского, 1
E-mail: agrankov@ms.ire.rssi.ru , amilshin@ms.ire.rssi.ru

В докладе исследуются возможности использования спутниковых СВЧ-радиометрических методов и средств для анализа теплового и динамического взаимодействия океана и атмосферы. Рассматриваются физические основы и методы определения вертикальных турбулентных потоков явного, скрытого, суммарного тепла и импульса на масштабах времени сутки, месяцы, сезоны, годы. Обоснована возможность использования яркостной температуры собственного СВЧ-излучения системы океан-атмосфера, измеряемой с ИСЗ в областях резонансного поглощения водяного пара и молекулярного кислорода атмосферы, в качестве прямой характеристики потоков тепла и импульса. Основные теоретические и прикладные результаты получены путем совместного анализа данных экспериментов НЬЮФАЭКС-88, АТЛАНТЭКС-90 (прежде всего – океанографических, метеорологических и аэрологических) с данными долговременных СВЧ-радиометрических измерений американских метеорологических спутников серии DMSP.

Результаты этого анализа позволили составить представление о том, что взаимосвязь интенсивности собственного СВЧ-излучения системы океан-атмосфера, измеряемой с ИСЗ, формируется (по крайней мере, в средних и высоких широтах океана) за счет горизонтального переноса тепла, влаги и импульса.

Полученные результаты в ближайшее время будут апробированы на основе данных измерений спутников EOS-Aqua и METEOP-3M с учетом сети действующих островных метеорологических станций и тропического полигона «ТРИТОН».

Представляет большой научный интерес планируемое совместно со специалистами ИКИ РАН исследование возможностей использования спутниковых СВЧ-радиометрических и других методов для получения полной картины переноса тепла не только в средних и высоких, но и в тропических широтах океана.

Статистика проявлений пленок ПАВ в азиатских окраинных морях на изображениях РСА со спутников ERS-1/2 и Envisat

Даркин Д.В., Митник Л.М., Дубина В.А.

Тихоокеанский океанологический институт им В.И. Ильичева, ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Балтийская, 43
Тел.: +7 (4232) 312-854, E-mail: dvdarkin@poi.dvo.ru

Проявление пленок Поверхностно Активных Веществ (ПАВ) на изображениях, полученных РЛС с синтезированной апертурой (РСА) со спутников ERS-1/2 и Envisat, представляет большой интерес как для решения прикладных задач (мониторинг открытых районов океана и прибрежной зоны для обнаружения нефтяного загрязнения и вредоносного цветения водорослей - красных приливов), так и для исследований в динамических явлений в океане (вихревые образования, внутренние волны, течения и др.). Вероятность проявления пленок на изображениях спутниковых РСА зависит как от природных факторов (скорость и направление ветра, наличие течений, фронтальных разделов и т.д.), так и от характеристик РСА и геометрии зондирования (частота, поляризация, уровень шумов прибора, угол и направление зондирования и др.).

В работе проводится статистический анализ встречаемости и характеристик пленок поверхностно активных веществ на изображениях РСА со спутников ERS-1/2 и Envisat, полученных над азиатскими окраинными морями. Наибольшее число изображений охватывает Японское, Охотское и Желтое моря и получено ТОИ для выполнения конкурсных проектов Европейского космического агентства. Для анализа отобрано более 300 прецизионных и сглаженных изображений ERS-1/2 SAR и Envisat ASAR с пространственным разрешением 12.5, 50, 100 и 150 м, а также более 3 тысяч так называемых QuickLook-изображений, которые характеризуются уменьшенным пространственным и радиометрическим разрешением. Помимо статистических оценок выполнен детальный анализ нескольких изображений, на которых зарегистрированы проявления природных и антропогенных пленок ПАВ. При анализе используется сопутствующие дистанционные и контактные данные (изображения со спутников NOAA, поля приводного ветра со спутника QuikSCAT, карты погоды и др.). Сформулированы направления дальнейших исследований.

О возможностях радиолокационной диагностики пленок на морской поверхности

Ермаков С.А.

Институт прикладной физики РАН,
603950, Н.Новгород, ул.Ульянова, 46
Тел. 831-2-368297; E-mail: stas.ermakov@hydro.appl.scinnov.ru

Анализируются физические механизмы гашения мелкомасштабных ветровых пленками и связанные этим эффекты подавления интенсивности радиолокационных (РЛ) сигналов и изменения РЛ доплеровских сдвигов при рассеянии из зон морской поверхности, покрытых поверхностными пленками (сликов). Дан обзор результатов натурных экспериментов на Черном море по дистанционному зондированию пленочных сликов радиоскаттерометрами Ка и Х-диапазонов, а также оптическими анализаторами спектра волнения, позволяющими измерять вариации пространственного спектра ветровых волн см-мм-диапазонов. Эксперименты проводились с пленками различных органических веществ, а также пленками нефтепродуктов, физические характеристики которых предварительно исследовались в лабораторных условиях. Проводились подспутниковые РЛ и оптические измерения ветрового волнения в сликах синхронно с изображением сликов радиолокатором с синтезированной апертурой (спутник ERS-2). Исследованы РЛ и оптические контрасты (степени гашения сигнала в сликах), показано, что контрасты в разных диапазонах спектра мелкомасштабных ветровых волн удовлетворительно описываются простой моделью гашения волнения поверхностными пленками и зависят от вязкоупругих свойств последних, а также от скорости ветра. Исследован эффект изменения доплеровского сдвига частоты РЛ сигналов Ка-диапазона в сликах. Показано, что доплеровский сдвиг может как возрастать, так и уменьшаться при наличии пленки, при этом его величина и знак существенно зависят от упругости пленки. Предложено физическое объяснение эффекта, основанное на механизме селективного гашения свободных и вынужденных компонент в спектре ветровой ряби. Обсуждаются возможности определения характеристик пленок по изменению интенсивности и частоты на РЛ сигналов в сликах.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 02-05-65102, 04-05-64763), Минпромнауки РФ (контракт № 40.020.1.1.1171), ФЦП “Мировой океан”, ОФН РАН (программа «Проблемы радиофизики»), ИНТАС (грант 03-51-4987) .

Натурные эксперименты по растеканию пленок нефтепродуктов и их радиолокационное зондирование

Ермаков С.А[1]., Лаврова О.Ю.[2], Макаров Е.В.[1], Сергиевская И.А.[1], Щегольков Ю.Б[1]

[1]Институт прикладной физики РАН,
603950 Н.Новгород, ул.Ульянова, 46
Тел. 831-2-368297; E-mail: stas.ermakov@hydro.appl.scinnov.ru
[2]Институт космических исследований РАН
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-42-56; E-mail: olavrova@iki.rssi.ru

Рассмотрены результаты экспериментов, выполненных в прибрежной зоне Черного моря в р-не г. Геленджик по исследованию динамики поверхностных пленок - масляных пленок и пленок нефтепродуктов, а также эффектов гашения радиолокационных сигналов при рассеянии из областей морской поверхности, покрытой этими пленками (сликов). На основе данных фотосъемки проанализированы особенности растекания пленок, получено, в частности, что зависимость размера масляного пятна от времени может быть удовлетворительно описана с учетом совместного действия вязкости и силы поверхностного натяжения. Проведены эксперименты по радиолокационному зондированию пленок различных веществ, в том числе, растительного масла, олеиновой кислоты, дизельного топлива, дана сравнительная оценка степени гашения интенсивности (контраста) сигнала скаттерометра Ка-диапазона для этих веществ, проведен подспутниковый эксперимент по радиолокационному наблюдения искусственного масляного слика (спутник Envisat). Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 02-05-65102, 04-05-64763), Минпромнауки РФ (контракт № 40.020.1.1.1171), ФЦП “Мировой океан”, ОФН РАН (программа «Проблемы радиофизики»), ИНТАС (грант 03-51-4987) .

Исследование стихийных явлений, на примере цунами и тайфунов, в открытом океане по данным спутниковых наблюдений

Зайченко М.Ю.[1], Куликов Е.А.[1], Левин Б.В.[1], Медведев П.П.[2]

[1]*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,*
117997, г. Москва, Нахимовский пр. 36,
Тел.: (095) 124-87-13; E-mail: michail@sio.rssi.ru
[2] *Геофизический Центр РАН,*
117296, ГСП 1, г. Москва, ул. Молодёжная, д. 3,
Тел. (095) 930-56-39

На основе спутниковых данных исследуются различные стихийные явления: цунами и тропические циклоны (ТЦ). Проанализированы данные регистрации уровня океана спутниковым альтиметром, соотнесённые по времени с крупнейшими цунамигенными землетрясениями. При сопоставлении результатов анализа с результатами рассчётов по модели времён добегания волн обнаружено несколько случаев возмущения уровня океана в районах пересечения трассы спутника с изохронами цунами.

Региональная гидродинамическая модель атмосферы (ETA модель) применяется для исследования эволюции ТЦ. Предложен алгоритм инициализации вихря с использованием спутниковых данных. Численные эксперименты с реальными ТЦ, проведённые с инициализацией и без неё показали, что алгоритм инициализации значительно уменьшает ошибку начального местоположения ТЦ. Поля ветра и давления в этих случаях более правильно отражают реально существовавшие, чем аналогичные поля без включения блока инициализации.

Аппаратура и методика определения характеристик гравитационно-капиллярных волн по поляризационным изображениям морской поверхности

Константинов О.Г.

Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Балтийская , 43
Тел.: (423-2) 31-1400

Рассматриваются аппаратурный комплекс и методика определения характеристик гравитационно-капиллярных вол на морской поверхности. Комплекс включает в себя устройство для получения 3–х или 4–х изображений исследуемой поверхности, полученных при ориентации главной плоскости поляроида – анализатора под углами 0^0, $+45^0$, -45^0 и 90^0 относительно вертикальной плоскости, систему поплавков, расположенных на вертикальных направляющих, образующих несколько равносторонних треугольников и устройство для регистрации и обработки полученных изображений. Обработка данных оптического зондирования осуществляется с помощью разработанного программного обеспечения. В процессе измерений определяются высоты поплавков и ориентация уклонов элементов морской поверхности, которые рассчитываются по поляризационным характеристикам света, отраженного элементами поверхности, и по ориентации треугольников, в вершинах которых находятся поплавки. Приводятся результаты натурных измерений, выполненных на МЭС ТОИ ДВО РАН. Приведены результаты сравнения уклонов и высот, полученных по как по поляризационным характеристикам, так и по положению поплавков на изображении. Определены пространственно – временные характеристики гравитационно-капиллярных волн, дисперсия уклонов по разным азимутальным направлениям, а также пространственные и временные спектры уклонов элементов поверхности при вариациях скорости приводного ветра.

Рассмотрена методика фотометрической и геометрической калибровки съемочной системы и приведена оценка погрешности измерений. Обсуждаются возможные области применения разработанного комплекса.

Температурные фронты в южной части Индийского океана

Костяной А.Г., Гинзбург А.И., Франкиньюль М., Делиль Б.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117997 Москва, Нахимовский проспект, 36
Тел.: (095) 124-88-10; E-mail: kostianoy@sio.rssi.ru

Еженедельные MCSST (Multi-Channel Sea Surface Temperature) данные по температуре поверхности океана (ТПО), получаемые на основе измерений радиометром AVHRR спутников NOAA с пространственным разрешением 1/6 градуса и разрешением по ТПО 0.1^{o}C , использовались для исследования структуры и пространственно-временной изменчивости крупномасштабных фронтов в южной части Индийского океана (30-60° ю.ш., 20-150° в.д.) в период 1997-1999 гг. Построенные на основе этого массива данных карты градиентов ТПО для центральной недели каждого месяца (всего 36 карт за 3 года) впервые позволили получить синоптическую картину основных квазизональных фронтов в масштабе всего бассейна: Северного и Южного субтропических фронтов (ССТФ и ЮСТФ, соответственно), Агульясского (АФ), Субантарктического (САФ) и Полярного (ПФ) фронтов. Для 14 зональных позиций с интервалом в 10° по долготе для каждого фронта были рассчитаны среднее положение фронта, значение ТПО и градиента ТПО на фронте с соответствующими величинами стандартных отклонений. Выявлена двойная структура (разветвление) ССТФ, САФ и ПФ, а также меандрирование всех фронтов с амплитудами 2-5° по широте и длиной волны в несколько градусов в зональном направлении. Показано, что кратковременное слияние и взаимодействие между соседними фронтами имеет место не только в районах плато Крозе и Кергелен, но и на участке 20°-30° в.д.. Полученные сведения о среднем положении и диапазоне ТПО для каждого фронта в целом хорошо согласуются с данными работ, основанных на натурных измерениях. Сравнение квазисинхронных спутниковых карт и результатов двух гидрологических съемок в районе плато Кергелен (22 января – 3 февраля 1999 г.) и вблизи Тасмании (3-22 марта 1998 г.) показало их хорошее соответствие.

Проблемы усыхающих озер и внутренних морей

Костяной А.Г., Завьялов П.О., Лебедев С.А.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117851 Москва, Нахимовский проспект, 36
Тел.: (095) 124-88-10; E-mail: kostianoy@sio.rssi.ru

Глобальное потепление, уничтожение лесов, истощение рыбных запасов, нехватка пресной воды, падение уровня пресноводных и соленых озер и внутренних морей являются наиболее важными проблемами начала XXI века, касающимися окружающей среды. Озера и реки содержат всего 0.25% от всех запасов пресной воды. Пресная вода потребляется в промышленных, сельскохозяйственных и бытовых целях гораздо быстрее, чем она восполняется. Значительное падение уровня воды и рост солености наблюдался во многих озерах и внутренних морях на протяжении последнего столетия. Среди них: Большое соленое озеро в штате Юта, Уолкер и Пирамид соленые озера в Неваде, озеро Моно и Солтон Си в Калифорнии, Дедмуз в Канаде, Мертвое море в Израиле, Ван в Турции, Аральское море, Сарыкамыш и Кара Богаз Гол в Средней Азии, Балхаш в Казахстане, Иссык-Куль в Киргизии, Лобнор и Кингхай Ху в Китае, Чад и др. в Африке, Бива в Японии, Корангамит и Эйр в Австралии. Наиболее известными примерами являются озеро Лобнор, которое полностью высохло в 1972 г., Мертвое море, которое имеет наибольшую соленость 340 г/л, и Аральское море, уровень которого упал на 23 м, а соленость возросла до 90-140 г/л. Основными причинами обмеления и осолонения озер являются изменение климата, увеличивающийся отбор воды из впадающих рек, изменения водосбора. Эта глобальная проблема имеет серьезные климатические, экологические и экономические последствия, а также создает угрозу здоровью населения, проживающего в этих районах. Регулярные измерения уровня озер во многих районах Средней Азии и Африки практически отсутствуют. В настоящее время мониторинг уровня водоемов может быть организован на основе спутниковой альтиметрии. Эффективность этого метода представлена на примере многих озер и внутренних морей на основе анализа данных спутника TOPEX/POSEIDON за 1992-2002 гг.

Работа выполнена при поддержке ФЦНТП «Каспийское море» Минобрнауки России.

Мониторинг Каспийского моря

Костяной А.Г., Лебедев С.А.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117851 Москва, Нахимовский проспект, 36
Тел.: (095) 124-88-10; E-mail: kostianoy@sio.rssi.ru

В настоящее время большое внимание уделяется комплексному изучению Каспийского моря. Возрастающий интерес связан с тремя основными факторами. Во-первых, это резкие колебания уровня Каспия, во-вторых, интенсивное развитие добычи нефти и, в-третьих, катастрофическое изменение экосистемы моря в результате вселения гребневика мнемиопсиса (*Mnemiopsis leidyi*) и повышения средней температуры приповерхностного слоя моря. Спутниковый мониторинг прибрежных районов океанов и внутренних морей является важнейшим методом контроля их экологического состояния. Организация спутникового мониторинга Каспийского моря становится все более актуальной задачей, поскольку за последние 10 лет не только кардинально изменилась геополитическая обстановка в регионе, но и значительно уменьшился объем регулярных гидрологических работ в море, а также объем информации с метеостанций и постов Гидрометслужбы. Поэтому современное состояние моря, не говоря уже о тенденциях его эволюции, в целом известны плохо. С появлением доступных банков глобальной регулярной спутниковой информации и данных реанализа о поле температуры поверхности моря, уровне моря, концентрации хлорофилла, атмосферного давления, ветра, осадков, влажности, потоков тепла и пр. (PODAAC JPL, UT/CSR, NCEP, GSFC NASA, DAAC GSFC, и др.), появилась возможность изучения не только сезонной, но и межгодовой изменчивости всей акватории Каспийского моря. А это особенно важно как для изучения изменчивости регионального климата, эволюции термического и экологического состояния моря, так и для прямого регулярного (каждые 10 дней) слежения за уровнем различных частей Каспийского моря по альтиметрическим данным, что имеет важное народнохозяйственное значение. Важнейшей задачей для мониторинга экологического состояния Каспийского моря является контроль за загрязнением водной поверхности нефтепродуктами в условиях нарастающего развития нефтегазодобывающей отрасли во всем Каспийском регионе. Для этой цели незаменимым средством дистанционного зондирования является радар с синтезированной апертурой (РСА), установленный на зарубежных спутниках ENVISAT и др. Работа выполнена при поддержке ФЦНТП «Каспийское море» Минобрнауки России.

О радиолокации изменчивости океана: Модель и сопоставление с данными наблюдений

Кудрявцев В.[1,2], Акимов Д.[1], Йоханесен Й.[2], Шапрон Б. [3]

[1]Международный центр по охране окружающей среды имени Нансена, 26/28, Большая монетная, С.Петербург, РФ
Tel: +7 812 234 39 24; E-mail: Vladimir.Kudryavtsev@niersc.spb.ru
[2]Nansen Environmental and Remote Sensing Center, Bergen, Norway
[3]Institute Francais de Recherche pour I'Exploitation de la Mer, Plouzane, France

Предлагается новая модель формирования РЛ проявлений изменчивости океана произвольного происхождения (внутренние волны, границы течений, вихри, фронтальные разделы и т.п.). РЛ модель учитывает рассеяние радиоволн на "регулярной" волновой поверхности (путем резонансного рассеяния и зеркальных отражений) и обрушающихся ветровых волнах. Описание ветровых волн и их эволюции в неоднородной среде основано на решении уравнения сохранения волнового действия. Обрушения волн играют ключевую роль в данной проблеме. Они рассеивают радиоволны (и таким образом непосредственно влияют на УЭПР), обеспечивают потери энергии (и таким образом определяют спектр волн промежуточного масштаба), генерируют короткие поверхностные волны, влияя тем самым на Брэгговское рассеяние. Поверхностные течения, пленки ПАВ (аккумулируемые в зонах конвергенции) и переменные поверхностные ветровые напряжения (коррелированные с полем поверхностной температуры) - рассматриваются в качестве основных источниками формирования РЛ проявлений изменчивости океана. Показано, что эволюция обрушений ветровых волн является определяющим механизмом формирования РЛ проявлений. Модель сопоставляется с данными натурных экспериментов по внутренним волнам (JOWIP, SARSEX) и по проявлению мезомасштабной изменчивости Норвежского течения (CoastWatch-95).

Микроволновые радиометрические исследования морской поверхности в прибрежной зоне Черного моря

Кузьмин А.В., Поспелов М.Н., Садовский И.Н.

Институт космических исследований РАН,
997810 Москва, Профсоюзная ул. 84/32
Тел. 333-4302; Факс 333-1056; E-mail: Alexey.Kuzmin@asp.iki.rssi.ru

В работе приводятся результаты экспериментальных исследований морской поверхности в Голубой бухте близ г. Геленджика. Проведенные радиометрические измерения с пирса Южного отделения института океанологии РАН им. П.П. Ширшова позволили получить новые данные о радиотепловом излучении взволнованной морской поверхности. Установка измерительной системы на неподвижном основании обеспечила возможность точной юстировки и калибровки радиометров. Исследования сопровождались подробными контактными и метеорологическими измерениями, скорость ветра определялась с помощью акустического анемометра, позволяющего определять горизонтальную и вертикальную составляющие скорости. С помощью радиометров-поляриметров получены прецизионные зависимости радиояркостных температур от скорости ветра для различных углов визирования. Опробована новая методика дистанционного измерения параметров спектра гравитационно-капиллярного волнения (ГКВ) на морской поверхности с использованием уникальных возможностей нелинейной радиотепловой резонансной спектроскопии (НРРС). Эта методика позволяет исследовать динамику пространственного спектра ГКВ в натурных условиях и изучить влияние на него параметров ветрового потока, энергонесущих компонент волнения, поверхностно-активных веществ, турбулентности в приповерхностном слое.

Полученные результаты могут использоваться для интерпретации спутниковых данных и разработке новых алгоритмов определения параметров морской поверхности по многоканальным радиометрическим измерениям с аэрокосмических носителей.

Роль аэрокосмического мониторинга в информационном обеспечении комплексных экологических исследований системы «водосбор-водоем»

Курбатова И.Е.

Институт водных проблем РАН,
119991, Москва, ГСП-1, ул. Губкина, 3
E-mail: irenkurb@aqua.laser.ru

Состояние морских водоемов, являющихся замыкающей частью гидрологической системы, неразрывно связано с состоянием водных ресурсов суши и зависит от явлений и процессов, происходящих на их водосборах. Эффективность исследований существенно повысится, если система "водосбор-водоем" будет рассматриваться как единое целое. До настоящего времени такой комплексный подход не осуществлялся. Редкая сеть гидрологических наблюдений (с 1986 г. сократившаяся на треть) не соответствует современным требованиям и не дает цельное представление о процессах, происходящих на водосборе.

Дистанционное зондирование Земли существенно восполняет информационные потери. Для оценки экологического состояния системы «водосбор-водоем» эффективно использование КС по следующим направлениям:

-установление характера землепользования и степени антропизации речных водосборов (определение типов поселений и застроенности территории, развитости транспортной сети, наличия крупных промышленных зон, мест добычи полезных ископаемых, интенсивности сельскохозяйственного освоения);
-выявление и оценка состояния природных объектов (лесов, редколесий, болот, гидрографической сети, береговых зон и акваторий озер и водохранилищ);
-выявление динамики береговых зон морей, обусловленной природными и антропогенными факторами, в том числе вызывающими экстремальные ситуации;
-выявление областей распространения речного стока как показателя распресненности, мутности и загрязненности морских акваторий;
-изучение циркуляции прибрежных вод как фактора переноса загрязняющих веществ.

Для решения каждого конкретного круга задач целесообразно использовать различные типы КС. Так, при изучении быстропротекающих гидродинамических процессов, охватывающих значительные площади акватории, целесообразно использовать спектрозональную сканерную съемку с разрешением 30-100 м, получаемую в реальном масштабе времени, а детальное изучение медленно развивающихся процессов на поверхности суши требует привлечения крупномасштабных изображений с разрешением на местности от 2 до 20 м.

В докладе рассматривается опыт совместного использования дистанционных, картографических и гидрологических данных для оценки антропогенного воздействия водосборов береговой зоны Черного моря (в районе Туапсе-Лазаревская) на прибрежную зону моря.

Слики как индикаторы вихревой активности в прибрежной зоне

Лаврова О.Ю.

Институт космических исследований РАН
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
Факс: (095)333-10-56; E-mail: olavrova@iki.rssi.ru

В докладе обсуждается возможность изучения вихревых структур в прибрежной зоне по отображению на космических радиолокационных и оптических изображениях сликовых полос. Слики образуются в результате наличия в прибрежных водах большого числа поверхностно активных веществ (ПАВ), как естественного, так и искусственного происхождения. Поверхностно активные вещества, меняя поверхностное натяжение, гасят рябь и тем самым уменьшают сечение обратного рассеяния. Они вовлекаются в орбитальные движения и, таким образом, как бы «прорисовывают» вихри на радиолокационных изображениях.

Средства радиолокации позволяют регистрировать не только крупные вихри порядка сотен километров в диаметре, но и обнаруживать вихревые структуры малого и среднего размеров – от 2 до 50 км. Вследствие небольших размеров такие вихри невозможно регистрировать с помощью оптических и ИК средств, установленных на спутниках серии NOAA или Aqua. В то же время эти структуры играют большую роль в процессах перемешивания и циркуляции прибрежных вод.

В качестве исходных данных использовались данные ERS-2 SAR, Envisat ASAR и данные оптической съемки с вертолета и берега.

Обсуждается влияние ветра, степень развитости волнения и состояние приводного слоя атмосферы на возможность изучения вихревой активности по проявлением сликовых полос на космических изображениях.

Работа выполнена в рамках проектов РФФИ № 04-02-31022 и INTAS 03-51-4987.

Радиолокационный спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений в прибрежной зоне российских морей

Лаврова О.Ю.[1], Митягина М.И.[1], Костяной А.Г.[2], Литовченко К.Ц.[1]

[1]*Институт космических исследований РАН,*
117997 Москва, Профсоюзная 84/32
Тел. (095)3334256; Факс: (095)3331056, E-mails: olavrova@iki.rssi.ru, mityag@iki.rssi.ru ;
[2]*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,*
117851 Москва, Нахимовский проспект, 36
Тел.: (095) 124-88-10; E-mail: kostianoy@sio.rssi.ru

В последние годы резко возросло загрязнение нефтепродуктами прибрежной зоны российских морей. Это вызвано, прежде всего, возрастанием объемов перевозок водными путями экспортируемой нефти, вводом в эксплуатацию новых нефтяных терминалов и морских буровых установок. Сложная экологическая обстановка сложилась в районе г.Новороссийска, крупнейшего российского порта на Черном море, через который ежегодно водным путем экспортируется около 32 млн. т нефти, а в ближайшие 10 лет объем перекачки с учетом увеличения экспорта с каспийских месторождений может увеличиться втрое. Каспийское море является первым крупным водоемом в мире, который начал подвергаться масштабному нефтяному загрязнению. По расчетам специалистов, с эпохи открытия Бакинской нефти в Южный Каспий поступило (при добыче и транспортировке) 2,5 млн. т сырой нефти, что в корне изменило условия среды в западном шельфе. Изношенность оборудования на старейших морских буровых платформах только ухудшает ситуацию, происходят практически каждодневные выбросы нефтепродуктов в море. Ситуация на Балтийском море в настоящий момент выглядит более оптимистичной, но и здесь случаются сбросы нефтепродуктов с судов. Особую озабоченность экологов вызывает и ввод в эксплуатацию нефтяной платформы, расположенной в 22 км от уникального заповедника Куршская коса.

Наиболее приемлемыми для обнаружения нефтяных пятен на морской поверхности являются данные спутникового радиолокационного зондирования, поскольку их получение возможно в любое время суток и не зависит от погодных условий. В работе представлен опыт мониторинга нефтяных загрязнений прибрежных зон Черного (Новороссийск-Геленджик), Каспийского (Нефтяные камни) и Балтийского (Куршская коса – Гданьский залив) морей. Использовались данные радиолокаторов, установленных на спутниках Envisat и ERS-2, как высокого, так среднего разрешения. Для повышения достоверности идентификации нефтяных пятен, а также для определения их вероятной траектории привлекались все

доступные спутниковые данные о состоянии водной поверхности и приводного слоя атмосферы.

Представлены также предварительные результаты совместного мониторинга загрязнений в прибрежной зоне Черного моря со спутников ERS-2 и Envisat и аэровизуального мониторинга с вертолета, который осуществлялся Государственным учреждением «Специализированный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей».

В работе высказываются предложения по организации космического радиолокационного мониторинга, которые могут быть использованы для любой акватории, где возникает такая необходимость.

Работа выполнена в рамках проектов РФФИ № 04-02-16629, РФФИ № 04-02-31022 и INTAS 03-51-4987.

Исследование межгодовой и сезонной изменчивости уровня Каспийского моря и стока реки Волга по данным альтиметрии спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1

Лебедев С.А. [1, 2]

[1] *Геофизический центр РАН, 119296, Москва, ул. Молодежная, 3;*
[2] *Государственный океанографический институт,*
119034, Москва, Кропоткинский пер., 6.
Тел.: (095) 930-56-39; E-mail: lebedev@wdcb.ru

Для исследования изменчивость уровня Каспийского моря и оценки стока реки Волга проводился анализ вариаций высоты водной поверхности в точках пересечения восходящих и нисходящих треков для акватории моря, рассчитанные по данным альтиметрических измерений спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1 за интервал с октября 1992 по декабрь 2003.

Результаты показали, что с октября 1992 по март 1995 уровень Каспийского моря рос со скоростью +20.4 см/год. После августа 1995 уровень стал падать с сохранением этой тенденции вплоть до конца 2001 года. Так с ноябрь 1995 по сентябрь 1996 скорость падения составила -23.1 см/год, с октября 1997 по июнь 1998 – -5.3 см/год, а с декабрь 1998 по апрель 2001– -9.1 см/год. В период с декабря 2002 по сентябрь 2003 уровень моря оставался стабильным. Начиная с декабря 2002 года и по настоящее время, уровень моря повышается со средней скоростью 6.9 см/год. Сравнение с данными уровнемерных постов за этот же временной интервал показал хорошее совпадение (коэффициент корреляции в среднем составил более 0.91) результатов полученных по разным типам данных.

Изменчивость стока реки Волга, составляющего примерно 80% от общего речного стока в Каспийское море, оценивался по изменениям высоты водной поверхности в точке пересечения 235-го восходящего трека и русла реки. Полученные результаты сравнивались с расходами воды в створе Волгоградской ГЭС, коэффициент корреляции для среднемесячных величин составил 0.71 и 0.83 для среднегодовых значений.

Таким образом, спутниковая альтиметрия позволяет проводить не только мониторинг уровня Каспийского моря, но и с достаточной точностью оперативно оценивать изменчивость стока Волги.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 03-07-90174)

Приближение спутниковых карт температуры поверхности воды (ТПВ) к картам ТПВ, построенным по данным контактных наблюдений

Люшвин П.В.

Научный центр оперативного мониторинга земли,
127490, г. Москва, ул. Декабристов, вл.51, стр. 25
Тел.(095) 105-04-19, Факс: (095) 404-77-45,
E-mails: ntsomz@ntsomz.ru, lushvin@mail.ru

Многие различия карт ТПВ, построенных по данным дистанционных и контактных наблюдений обусловлены различием информационных горизонтов (слоев). Для дистанционных наблюдений это верхний мкм - мм слой, для контактных (судовых, буйковых) - 0.5 м горизонт. В условиях ветрового перемешивания разница температур этих слоев (горизонтов) не существенна (менее 0.5 К).

В отсутствии интенсивного ветрового перемешивания (пенного покрова) температуры этих слоев могут существенно различаться (летом до 3-8 К). Обусловлено это поглощением солнечной радиации 2-3 мкм диапазона поверхностным слоем воды. В условиях прозрачной атмосферы и слабого ветрового перемешивания возникают условия для интенсивного прогрева поверхности воды. При наличии же аэрозольных образований, уменьшается инсоляция, ослабляется дневной прогрев воды. Быстрее и заметнее это проявляется на поверхности воды. На спутниковых картах ТПВ по данным AVHRR/NOAA и MODIS/TERRA порой видны холодные температурные аномалии, контурами повторяющие контуры находящихся над ними аэрозольных образований. Ход изменений значений ТПВ в таких аномалиях совпадает с ходом изменений прозрачности атмосферы. «Бегущие» температурные аномалии на воде наблюдаются порой в самых неожиданных местах. Для их сглаживания (устранения) в местах синхронных с локальными минимумами прозрачности атмосферы исходные ТПВ «поднимаются» до уровня сглаженных значений ТПВ.

В результате использования такой коррекции исходных карт ТПВ удается избавиться от сомнительных (неожиданных) температурных аномалий (с амплитудами до 4К), обусловленных быстро изменяющимися условиями солнечного освещения. При наборе статистических данных по суточному ходу ТПВ на акваториях можно будет перейти к коррекции почти всех спутниковых данных по ТПВ на условия солнечного освещения.

Динамические явления в индонезийских водах: отпечатки на изображениях РСА со спутников ERS и Envisat

Митник Л.М.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
690041 Владивосток ул. Балтийская 43
Тел.: 7-4232-312-854; Факс: 7-4232-312-573; E-mail: mitnik@poi.dvo.ru

Индонезийские проливы играют важную роль в глобальной циркуляции океана. Именно через индонезийские проливы теплые и соленые воды Тихого океана поступают в Индийский океан. Различие характеристик водных масс, также интенсивные течения, наблюдающиеся в ряде проливов с неоднородной топографией дна, в сочетании с муссонным характером атмосферной циркуляции приводят к формированию фронтальных зон, зон апвеллинга, а также к генерации интенсивных пакетов нелинейных внутренних зон. Для изучения динамических явлений в индонезийских водах были преимущественно использованы радиолокационные изображения, полученные РЛС с синтезированной апертурой (РСА) со спутников ERS-1, ERS-2 и Envisat. База данных по району исследования включает более 250 изображений РСА как прецизионных (с разрешением 25 х 25 м) . Основной объем данных (более 100 изображений РСА) был получен над проливом Ломбок, разделяющем о-ва Бали и Ломбок. Для пролива Ломбок характерна высокая скорость приливных течений (до 3,5- 4 м/с). Взаимодействие течений с порогом в южной части пролива приводит к генерации пакетов внутренних волн, распространяющихся на север в море Ява и на юг в Индийский океан. Оценены характеристики волновых пакетов (количество волн в пакете, длины волн, длина гребней и др.) и их изменчивость, обусловленная, в частности, крупномасштабными процессами в Индийском и Тихом океанах. По расстоянию между пакетами, которые были генерированы последовательными полусуточными приливными волнами, оценена скорость перемещения внутренних волн относительно дна. Приведены изображения районов к югу от пролива Ломбок, где зарегистрированы фронтальные разделы между водами Тихого и Индийского океанов. Приведены изображения РСА пролива Макассар, пролива Сумба, Омбай, Сумбава и дана интерпретация выявленных радиолокационных сигнатур.

Рассеяние электромагнитных волн на морской поверхности в присутствии нефтяных пленок

Митягина М.И., Чурюмов А.Н.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32
Факс: (095)333 1056; E-mail: mityag@iki.rssi.ru

Радиолокационное дистанционное зондирование может использоваться для обнаружения и мониторинга нефтяных загрязнений на морской поверхности. Нефтяные пленки на морской поверхности проявляются на радиолокационных изображениях в виде темных пятен пониженной интенсивности обратно рассеянного сигнала. Однако автоматическое распознавание нефтяных загрязнений на радиолокационных снимках является непростой задачей, поскольку такие пятна, особенно при слабом ветре, нелегко отличить от проявлений других явлений и объектов, которые принято называть «подобиями» пятен (органические пленки, некоторые типы льда, области, ветровой тени, дождевые ячейки, зоны апвеллинга и т.п.). Исследование механизмов рассеяния электромагнитных волн на покрытой пленкой нефти морской поверхности послужит значительным шагом к решению этой задачи.

Рассмотрено бистатическое рассеяние электромагнитных волн для модельной среды, состоящей из трех однородных слоев без потерь – атмосфера, пленка и толща воды – разделенных двумя статистически-шероховатыми поверхностями раздела. Описание рассеяния проведено в рамках методов геометрической оптики, применимость которых к данной задаче обусловлена малостью длины электромагнитной волны по сравнению с размерами радиуса кривизны в каждой точке поверхности (зыбь, гравитационные волны). Рассмотрено многократное рассеяние во внутреннем слое, приводящее к интерференции волн, отраженных по разным направлениям, что в свою очередь может привести как к усилению, так и к ослаблению отраженного сигнала. Получено аналитическое решение относительно амплитуды рассеянного поля на малом фрагменте морской поверхности как функции частоты и поляризации падающей электромагнитной волны, угла падения и толщины пленки.

Работа выполнена в рамках проектов РФФИ № 04-02-16629 и INTAS 03-51-4987.

О возможности практической реализации существующих алгоритмов восстановления характеристик снежного покрова по данным микроволновых съемок из космоса для мониторинга водных ресурсов

Носенко О.А., Долгих Н. А., Носенко Г.А.

Центр космических наблюдений (ЦКН),
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 429-54-00; E-mail: nosenko@cpi.space.ru

Восстановление параметров снежного покрова (границ, высоты, водного эквивалента) с помощью данных пассивных микроволновых радиометров основано на изменениях яркостных температур, возникающих в результате появления снежного покрова на поверхности Земли. Радиометр измеряет значение системы почва-снег-ландшафт-атмосфера, каждый элемент которой обладает временной и пространственной изменчивостью, поэтому любая теоретическая модель излучения работает корректно только в рамках определенных начальных и граничных условий. Решение этой проблемы в настоящий момент находится на этапе разработки условных регрессионных или в лучшем случае полуэмпирических моделей с ограниченной пространственной применимостью. Существующие алгоритмы, обеспечивающие приемлемую в глобальном масштабе точность восстановления характеристик снежного покрова – это исключительно регрессионные модели.

Перевод этой задачи в практическую плоскость для регионального мониторинга водных ресурсов требует повышения точности при восстановлении водного эквивалента за счет учета временного метоморфизма снежного покрова и ландшафтной структуры пиксела, в противном случае исследования так и останутся на уровне задач валидации и качественной интерпретации космических данных. В ЦКН ведется работа по реализации геоинформационных технологий восстановления параметров снежного покрова по данным мкроволновой съемки с учетом ландшафтной информации. Идет накопление базы данных, содержащей метеоинформацию, а также ландшафтную информацию в цифровом виде (лес, гидрография, рельеф, городские территории). На примере одного из репрезентативных бассейнов Европейской части России проводится актуализация ландшафтных данных, для чего используются материалы съемки в видимом диапазоне ASTER и МСУ-Э.

Формирование яркостных и скоростных портретов океанских явлений в самолетных и космических РСА (состояние и перспективы)

Переслегин С.В., Достовалов М.Ю.

Институт океанологии им.П.П. Ширшова РАН,
117997, Москва, Нахимовский проспект, 36
Тел.:(095)124 73 92; Факс: (095)124 59 83; E-mail: peresleg@sio.rssi.ru

На базе имеющихся представлений о формировании РСА-изображений, рассматриваются возможности оптимизации современных аэрокосмических радиолокаторов для наблюдения таких океанских явлений, как фронты течений, внутренние волны, проявления рельефа дна (на мелководье) и пленочные слики. Состав аппаратуры и технология обработки радиолокационных сигналов должны учитывать такие факторы, как нестационарность поверхности (что ограничивает время синтезирования), необходимость полного использования реальной апертуры (для получения предельной контрастной чувствительности), необходимость селекции определенных объектов на фоне других (например, на фоне энергонесущих ветровых волн) и, наконец, необходимость одновременного формирования яркостного и скоростного портретов океанской поверхности. Дополнительные возможности для селекции объектов предоставляются одновременным использованием излучения на нескольких длинах волн, а также использованием нескольких поляризационных составляющих отраженного сигнала.

Кратко излагаются полученные за рубежом и в России конкретные результаты: параметры аэрокосмических РСА, оценка их возможностей при мониторинге океанских явлений, алгоритмы первичной и вторичной обработки радиолокационных сигналов. Приводятся примеры наиболее характерных радиолокационных изображений, в том числе полученные авторами совмещенные яркостные и скоростные изображения некоторых явлений – по данным космического РСА на аппарате ERS-2. В заключение оцениваются перспективные возможности использования имеющихся и разрабатываемых российских аэрокосмических РСА, а также создания экономичного космического радиолокационного комплекса для мониторинга океанских явлений.

Использование спутниковой информации в рыбохозяйственных исследованиях ФГУП «ТИНРО-Центр»

Самко Е.В., Булатов Н.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие
Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр
(ТИНРО - Центр),
690950, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4
E-mail: obukhova@tinro.ru

Спутниковая информация используется в исследованиях ФГУП «ТИНРО – Центр» с 1973 года. Ее использование определяется потребностями и возможностями получения. Основные объекты исследования: Северо–западная часть Тихого океана, Японское и Охотское моря.

Основные виды информации: ИК и ТВ данные ИСЗ NOAA, ТВ и многоспектральные данные спутников «МЕТЕОР» и «МЕТЕОР-Природа» (когда они существовали) и альтиметрические данные спутников TOPEX-Poseidon и ERS.

Основной метод анализа данных – выделение и мониторинг океанических образований: струйных течений, фронтов, вихрей теплых и холодных интрузий. Глубоководные судовые данные используются как реперные.

Результаты дешифрирования и интерпретации используются для изучения широкого спектра изменчивости океана от синоптической до межгодовой. В синоптической изменчивости выделяются колебания с периодами близкими к 15 и 30 суткам. В межгодовой изменчивости выделяется двухлетняя изменчивость и периоды, кратные 2 годам. Кроме того, прослеживается движение рингов Куросио с теплым ядром и их роль в формировании условий в промысловых районах. Полученные результаты применяются при составлении месячных, квартальных, путинных и годовых прогнозов океанологических условий, выделения районов, благоприятных для концентрации рыб, для оперативного обеспечения промысла некоторых объектов (например, сайры). Как наиболее продуктивные выделяются участки мелкомасштабных (10 км) циклонических вихрей закручивания и районы сильно перемешанных вод.

В последнее время основное внимание уделяется совместному анализу ИК и альтиметрических данных. Основной недостаток – отсутствие данных отечественных ИСЗ и подспутниковых наблюдений.

О возможности диагностики поверхностных пленок в по изменению яркости поверхности

Сергиевская И.А.

Институт прикладной физики РАН,
Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46
Тел.: 8312-384535; Факс: 8312-365976; E-mail: sergia@hydro.appl.sci-nnov.ru

В работе исследуется возможность обнаружения и диагностики пленок поверхностно-активных веществ на морской поверхности по изменению яркости поверхности, связанному с гашением ветровых волн пленками. При анализе предполагается, что яркость поверхности определяется одной доминирующей компонентой излучения - солнечным излучением или рассеянным светом неба, а единственным параметром пленки, характеризующим гашение волн в слике, является упругость. Гашение волн пленкой описывается в рамках модели локального баланса спектра ветровых волн. Для случая наблюдения в рассеянном свете неба оптическая модель изображения пленочных сликов была экспериментально проверена в натурных условиях, и получено удовлетворительное согласие измеренных и рассчитанных контрастов яркости поверхности (отношение изменения яркости поверхности в слике к яркости поверхности вне слика).

Обнаружено, что при слабых ветрах (скорость ветра менее 7 м/с) контраст яркости поверхности монотонно зависит от упругости пленки, что делает возможным диагностику пленок. При сильных ветрах зависимость контраста яркости поверхности от упругости пленки немонотонная и возможности диагностики существенно ограничиваются.

Показано, что флуктуации яркости поверхности приводят к ограничению возможностей обнаружения сликов, получено, что минимальный размер обнаруживаемых сликов с упругостями большими нескольких мН/м, должен быть порядка или больше масштабов длинных волн. Для восстановления упругости пленки размер слика должен быть еще на порядок больше. С увеличением упругости пленки минимальный размер сликов уменьшается. Выполнены оценки ошибки определения упругости из-за грубой аппроксимации коротковолновой части спектра волнения и погрешностей в определении скорости ветра.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 02-05-65102, 04-05-64763, 02-05-64975)

Комплексное использование разнотипных данных в задачах дистанционного зондирования океана

Смирнов М.Т., Ермаков Д.М.

Институт радиотехники и электроники РАН, Фрязинское отделение,
141190, г. Фрязино, Московской обл., пл. Введенского, 1
E-mail: smirnov@ire.rssi.ru

В данной работе предпринимается попытка систематизации возможных путей использования разнородной информации в задачах дистанционного зондирования океана.
В частности рассматриваются возможности совместного использования:

- Данные дистанционного зондирования + информация качественного характера;
- Данные дистанционного зондирования + априорная информация о масштабах пространственной неоднородности изучаемых геофизических параметров;
- Оптические + СВЧ радиометрические изображения;
- и другие варианты.

Основное внимание уделено исследованию возможностей совместного использования оптических и СВЧ радиометрических изображений, получаемых со спутников.

Основная особенность данной проблемы состоит в том, что физические механизмы формирования принимаемых полей излучения в оптическом и СВЧ диапазонах принципиально отличны. В оптическом диапазоне это главным образом отраженное от поверхности океана излучение Солнца, а в СВЧ – собственное излучение поверхности океана. В обоих случаях атмосфера является мешающим фактором, но механизм ее влияния так же различен.

В докладе приводятся результаты статистического анализа спутниковых изображений различными методами. Наши исследования показали, что простой статистический подход к решению задачи совместного определения геофизических параметров океана по оптическим и СВЧ радиометрическим изображениям не эффективен без понимания физических механизмов формирования общих факторов, определяющих особенности исследуемых полей.

Для анализа физических механизмов формирования общих факторов в полях оптических и СВЧ радиометрических изображений использовались данные наземных экспериментов. Для анализа использовались цветные фотографии моря, выполненные в надир с высоты от 3 до 5 м над уровнем моря и зависимости радиояркостных температур системы океан-атмосфера от зенитного угла наблюдения на двух поляризациях. В результате обработки этих данных была в частности выявлена взаимосвязь их характеристик, которая может быть объяснена влиянием гравитационно-капиллярного волнения.

Комплексное использование сканерных данных для исследования Аральского моря

Станичный С. [1], Джениди С. [2], Станичная Р. [1], Соловьев Д. [1]

[1] Морской Гидрофизический Институт, НАН Украины, Севастополь
Факс: +380692540450; E-mail: stas@alpha.mhi.iuf.net ;
[2] Океанографический Центр, Льежский Университет, Бельгия

Высыхание Аральского моря - один из самых крупных примеров антропогенной катастрофы, вызванной нерациональным использованием водных ресурсов. За последние 40 лет водоем разделился на две независимые части - Большое Море и Малое Море. Уровень Большого моря упал на 22 метра. Регулярные исследования Аральского моря были остановлены после развала Советского Союза, и спутниковые данные стали главным источником информации в этой ситуации.

Для иучения использовались регулярные наблюдения с AVHRR, SeaWiFS, MODIS и ASTER сканеров. Данные AVHRR и цифровая карта дна были применены для оценки уровня моря. Форма береговой линии цифровой карты в Восточной части с наклоном дна ~0.00015-0.0002 сравнивалась со текущими спутниковыми данными. В течение периода 1989-2002 гг уровень моря в Большом Море понизился на 9.2 метра, но после 2003 года остается неизменным. Эта стабилизация обусловлена увеличением стоков рек Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи. Данные высокого разрешения ASTER показали, что основная часть сырдарьинских вод попадает в Большое Море. Рассчитаны изменение объема и поверхности Моря за период 1989-2003.

На основе данных AVHRR были исследованы температурные режимы для различных частей Аральского моря в 2002-2003 годах. Годовая амплитуда SST достигает 37° C. Наблюдаемая температура замерзания составила -7°C из-за увеличения солености воды. Оцененная по температуре таяния льда соленость превысила 10 % в Восточной части Большого Моря. Парадоксальное явление - "лед теплее, чем вода" зарегистрировано в такой ситуации.

Данные SeaWiFS использовались для исследования оптических свойств в различных частях Моря в течение 2002-2003 лет. Были получены связи изменений оптических свойств воды с ветром и температурой. Сильные изменения тепловых режимов Моря вызвали изменения в локальных климатических условиях. Изучение AVHRR NDVI для окружающих областей продемонстрировали сдвиг в ежегодном вегетационном цикле. Тепловые и оптические данные были использованы для областей обнаружения источников грунтовых вод. Главные источники были найдены в областях бывшего дна между 18м- 21м изобатами в Восточной части Большого Моря.

Спутниковые данные для исследования процессов в зоне Танжерского залива (Марокко)

Станичный С.[2], Джениди С.[1], Тигни В.[1], Абдельали Дж.[3]
Соловьев Д.[2], Станичная Р.[2]

[1] *Океанографический Центр, Льежский Университет, Бельгия,*
[2] *Морской Гидрофизический институт,*
Национальная Академия Наук Украины, Севастополь,
Факс: +380692540450; E-mail: stas@alpha.mhi.iuf.net;
[3] *Факультет Науки и Технологии, Танжер, Марокко,*

Современные оперативные спутниковые многоспектральные сканеры, такие как MERIS, MODIS с более традиционными AVHRR и SeaWiFS совместно с датчиками с высокой разрешающей способностью ASTER и ASAR, дают уникальную возможность для исследования морских процессов на пространственных масштабах от нескольких сотен метров с временной изменчивостью от нескольких часов.

Одни из самых важных процессов в прибрежной зоне - это процессы переноса и перемешивания вод (и возможных - загрязнений) . Особенности оптических и тепловых свойств воды или шероховатости поверхности могут использоваться в качестве трассеров или маркеров на последовательных изображениях для оценки структуры потоков и смещения загрязнений в верхнем слое океана. Такой рода исследования особенно важны вблизи портов и вокруг городов из-за сильного антропогенного воздействия.

Анализ процессов в районе Танжерского залива показал сильное влияние мезомасштабных процессов, таких как вихри и ветровые апвеллинги, на структуру течений в прибрежной зоне. На основе данных ASTER и ASAR оценены типичные пути загрязнений. Данные MODIS (Aqua и Terra) и MERIS были использованы для исследования изменений оптических свойств воды на периодах времени несколько часов. Эти интервалы является важным для типичных 12-часовых приливных движений в районе Танжерского залива.

Данные AVHRR SST были проанализированы вместе с данными ветра QuikScat и NCEP. Этот анализ показал, что восточные ветры вызывали явления прибрежного апвеллинга с перепадом температуры до 10° C. Временные ряды изображений SeaWiFS были обработаны, проанализированы и сравнены с данными MODIS и MERIS.

Многоспектральный и мультисенсорный подходы для района Танжерского залива показали высокую эффективность комплексирования спутниковых данных, и могут использоваться для других регионов.

Нелинейные модели поверхностных проявлений глубинных процессов в деятельном слое океана

Троицкая Ю.И., В.В.Баханов, В.И.Таланов

Институт прикладной физики РАН,
603950, Н.Новгород, ул.Ульянова, 46
Тел. 831-2-368297; E-mail: yuliya@hydro.appl.sci-nnov.ru

Один из современных методов мониторинга поверхности океана связан с развитием дистанционных радиолокационных систем. Они регистрируют изменчивость ветрового волнения, а также позволяют получить информацию о мезомасштабных процессах в океане и атмосфере, оказывающих влияние на поверхностные волны. Существующие алгоритмы восстановления их параметров основаны на эмпирических данных. При этом часто возникает неоднозначность при интерпретации радиоизображений. Ее можно устранить только на основе физических моделей, связывающих изменчивость поверхностных волн с параметрами процессов в толще океана. Построение таких моделей сталкивается с существенными трудностями, обусловленными нелинейностью как поверхностных волн, так и их взаимодействия с океанскими течениями и приводным ветром. В этом сообщении представлен обзор развитых в последнее время моделей поверхностного проявления процессов в верхнем слое океана, в которых существенную роль играет нелинейность волновых процессов. Также представлены результаты проверки развитых моделей в лабораторных и натурных экспериментах. Обсуждается влияние нелинейности поверхностных волн на их трансформацию в поле неоднородного приповерхностного течения, представлены результаты расчетов в рамках асимптотической модели и их сравнение с данными лабораторного моделирования. Обсуждается влияние модуляции инкремента ветрового волнения на изменчивость коротких гравитационных волн. Показано, что этот эффект определяет модуль гидродинамической модуляционной передаточной функции, а для корректного описания ее фазы необходимо учитывать нелинейность взаимодействия волн с ветром. Представлены результаты сравнения выводов модели с данными натурных экспериментов. Представлена простая теоретическая модель эволюции квазидвумерного следа, согласующаяся с данными лабораторных и численных экспериментов. Обсуждается ее применение к описанию следов за островами.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 04-05-64264, 02-05-65099) и Программы поддержки научных школ (03-НШ 16372003.2).

СЕКЦИЯ

Спутниковые методы в геологии и геофизике

Использование температурных данных, полученных по космическим изображениям для изучения взаимосвязи теплового поля с сейсмической активностью региона

Булаева Н.М., Кобзаренко Д.Н., Аскеров С.Я.

Институт проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН,
367030, Дагестан, Махачкала, пр. И. Шамиля, 39а
Тел.: (8722) 629312; E-mail: musa@dinet.ru

Одним из прикладных аспектов применения результатов сопряженного мониторинга теплового поля, выполняемого на базе геоинформационных технологий, в лаборатории региональной геотермии ИПГ ДНЦ РАН является задача изучения взаимосвязи теплового поля с сейсмической активностью региона. Для решения поставленной задачи необходимо, по крайней мере, создание трех основных компонентов: электронной библиотеки или базы данных по сейсмическим событиям региона, электронного банка температурных данных во времени и единой картографической основы – географической информационной системы.

За период 1999-2003 гг. в лаборатории все эти компоненты реализованы. Создана база данных очагов землетрясений на территории Восточного Кавказа за период 1969-2003гг., которая постоянно пополняется (основные источники данных – оперативные каталоги ЦОМЭ ГС РАН). Создан банк дистанционных данных по изучаемому региону, куда вошли изображения с ИСЗ NOAA за период 1996-2003 гг. (источник данных – лаборатория поддержки космического мониторинга ИКИ РАН). Ведется работа по созданию банка температурных данных, привязанного к единой географической сетке, на базе снимков NOAA. Разработана технология построения и визуализации цифровых картографических 3D-моделей, которая позволяет привести разнородную и разнотематическую информацию в единую структуру и интегрировать ее в модель для последующего анализа. В рамках этой технологии построена цифровая картографическая 3D-модель Республики Дагестан на базе карты масштаба 1:500000, которая используется в качестве картографической основы для проведения исследований.

Благодаря вышесказанному нами уже проведено исследование динамики температурного поля в районе Дылым-Дубки во время землетрясения 1999 г., которое выявило закономерности изменения температурного поля в дневное и ночное время суток во время всплесков сейсмической активности. Было показано, что моделирование геотермического процесса в динамике имеет большое значение для мониторинга экологического риска региона.

Использование снимков датчика ASTER для решения геологических задач на примере тестовых полигонов в пределах Монголии

Глушкова Н.В., Рябинин А.Б., Дягилев Г.А., Наумов Е.А., Нагирняк М.С.

НИУ ОИГГМ им. А.А.Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, пр.Коптюга, 3
Тел.: (3832) 356279; E-mail: hope@uiggm.nsc.ru

Проведенные исследования направлены на разработку приемов обработки многозональных космических снимков датчика ASTER для решения различных геоландшафтных и геологических задач. Отработка приемов проводилась на полигонах в пределах Монголии. С помощью снимков ASTER были получены следующие результаты.

Район в пределах хребта Хан-Тайшири (Западная Монголия). Здесь космические снимки использовались для создания геологической карты на основе автоматических классификаций. В районе вулканической провинции в Хангайском нагорье (Центральная Монголия) снимки позволили еще в камеральный период разработать и уточнить геологические маршруты. Кроме того, проводилась классификация снимков методом максимального правдоподобия. В результате была получена схема, на которой отображаются базальтовые потоки, вулканические постройки, участки крутых обрывов, задернованная местность. В районе Олон-Обот (южная Гоби) для уточнения геологического строения проводилась классификация снимков методом спектрального угла. Здесь были успешно выделены интрузивные массивы кислого и щелочного состава. В пределах гранитоидных массивов на снимках четко выделяются фазы внедрения различного состава и зоны активного приконтактового изменения, что весьма важно при поиске скарновых месторождений, формирующихся в контактовой зоне гранитоидов и карбонатных или терригенных пород. На территории юго-востока Монголии по космическим снимкам проводилось дешифрирование разломов, вулканических построек, лавовых потоков и полей. Для выделения разломов на территории плато использовались следующие принципы: ориентировка длинной оси эллипса вулканических построек, формирование ими ориентированных цепочек, соотношение потоков близрасположенных вулканов.

Полученные результаты позволяют судить о перспективности использования снимков ASTER в геологических исследованиях, в частности, на территории Монголии, где покровные отложения слабо развиты, а растительный покров разрежен. Работа выполнена при поддержке проекта ВМТК №1743 и РФФИ №03-07-90136-в. Снимки ASTER предоставлены центром ERSDAC по программе ASTER ARO (AP-0321).

Минерагенические закономерности как результат движения плит и мантийной конвекции (по космическим материалам)

Горный В.И.

Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,
Санкт-Петербург
E-mail: img@at1895.spb.edu

Разработка дистанционного геотермического метода открыла возможность широкого изучения флюидодинамики в земной коре. С помощью этого метода в пределах Евразийской литосферной плиты выявлены цепочки региональных овальных и кольцевых структур. Характерные размеры этих структур достигают 1500 км. Одна из таких цепочек берет начало от Исландской «горячей точки» и вытягивается к востоку, достигая южных окраин Западной Сибири. Анализ карты рельефа дна Атлантического океана, построенной по данным спутниковой альтиметрии показал что Исландская «горячая точка» расположена внутри овальной структуры, того же размера, что и остальные «звенья» цепи этих структур, расположенные на континентальной коре. Это явилось основанием для выдвижения гипотезы формирования этой цепи региональных овальных структур под воздействием Исландской «горячей струи» в результате движения Евразии.

Работами по математическому моделированию мантийной конвекции (Трубицын и Рыков, 1998 и Farnetani et al, 2002) исследованы основные закономерности формирования структур восходящей мантийной конвекции. Сравнение закономерных систем региональных овальных и кольцевых структур, выявленных при дешифрировании космических материалов с результатами моделирования подтвердило высказанную гипотезу, а региональные овальные структуры были квалифицированы как палеопозиции «горячих точек».

На примере западной части Евразии, Юга Африки и Австралии выполнен анализ закономерностей пространственного размещения известных месторождений углеводородов, руд и кимберлитовых районов по отношению к этим палеопозициям. Выявлены минерагенические закономерности и на этой основе даны новые определения минерагенических таксонов.

О необходимости создания системы и проведения комплексного космического и наземного мониторинга вулканической и сейсмической опасностей «спящих» вулканов Эльбрус и Казбек на Северном Кавказе

Гурбанов А.Г.[1], Богатиков О.А.[1], Корниенко С.Г.[2], Ляшенко О.В.[2]

[1]Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН), 109017, Москва, пер. Старомонетный, 35
Тел. (095) 230-82-93; E-mail:gurbanov@igem.ru
[2]РОО «ГЕО-ИНВЭКС»

В сотрудничестве с ИФЗ РАН, ГИН РАН, ГАИШ МГУ и ФГУГП «Кавказгеолсъемка» МПР РФ получены принципиально новые данные о том, что вулканы Эльбрус и Казбек являются «спящими» и что вполне возможна их активизация в будущем.

1. Вулканы Эльбрус и Казбек относятся к активным, так как они извергались 6000-5800, 5200, 4000, 2900, 2600 лет тому назад и ~ 7000-6000 лет тому назад соответственно (вулкан считается активным, если он извергался в последние 7-10 тыс. лет).

2. Методом теплового дистанционного зондирования (анализ космоснимков NOAA-AVHRR за 1990, 1998, 2002 и 2003 гг.) в пределах Эльбрусского вулканического центра (ЭВЦ) выявлены тепловые аномалии: у восточной вершины Эльбруса +3,8^{o}C; в вулканитах, приуроченных к субширотному палеомагмоподводящему Сылтранскому разлому (истоки р. Сылтрансу) +3,5^{o}C; в районе вулкана Таш-Тебе, расположенного в 17 км к ССЗ от Эльбруса, +2,8÷3,0^{o}C. В Казбекском вулканическом центре (КВЦ) установлены (Корниенко и др., 2004) тепловые аномалии (по данным съемок 25.08.2003, 01.08.2002 и 04.07.1990 гг.): в истоках р. Геналдон, под ледником Колка + 2,5^{o}C; восточнее г. Казбек +3,2^{o}C; в восточной части ледника Сависити и в южной части ледника Орцвери +2,0÷2,5^{o}C; на восточных отрогах г. Казбек +1,7÷2,1^{o}C; а также в районе ледника Кибиши, где отсутствуют проявления вулканизма, +3,2^{o}C. Вышеуказанные тепловые аномалии обусловлены, скорее всего, современными близповерхностными магматическими камерами.

3. Независимыми геофизическими (гравиметрические и магнитотеллурические) исследованиями подтверждено присутствие под вулканами близповерхностных магматических камер, выявленных с помощью дистанционных методов, и обнаружены глубинные очаги. Так, в районе ЭВЦ кровля магматической камеры залегает на глубине 3-4 км, а подошва - на глубине 8-10 км ниже уровня моря; кровля глубинного очага - на глубине 20 км, а подошва - на глубине 40 км, и установлены их резонансные особенности. В районе КВЦ геофизическими исследованиями пока получены данные о наличии под северными

отрогами Казбека (истоки р. Геналдон) промежуточной магматической камеры (кровля на глубине 2 км, а подошва – на глубине 5-7 км ниже уровня моря). Для получения более представительных данных в будущем необходимо нарастить геофизические профиля в южном направлении на 15-20 км и пройти широтные профиля через эту структуру.

4. Об активном состоянии мантии под ЭВЦ и КВЦ свидетельствуют (Поляк 1999) величины гелиевых отношений ($R= {}^{3}He/{}^{4}He = 0.3 \div 0.9*10^{-5}$) в газах минеральных источников. Аналогичные значения наблюдались для действующих вулканов Японии и Южной Америки (Sano et al., 1984, 1990).

5. При сравнительном анализе космоснимков ASTER, сделанных до и после катастрофического схода ледника Колка, выявлена серия современных разломов.

6. Важно подчеркнуть, что коллизионная структура типа континент-континент с активными вулканами Эльбрус, Казбек, Арагац, Арарат и другими располагается на северном окончании планетарной структуры - Восточно-Африканско – Красноморско – Транскавказского рифтового пояса, протяженностью до 7500 км от Танзании и до Кавказа включительно (Ярмолюк и др., 2004), к которому приурочены активные вулканы и под которым установлено наличие «горячих» нижнемантийных линейных диапиров (Goes at al., 1999). Этот пояс хорошо прослеживаются на космоснимках и отражен в структурах рельефа,

Приведенные данные свидетельствуют о том, что назрела острая необходимость в организации на Северном Кавказе долгосрочного (до 10 лет) мониторинга вулканической, сейсмической опасностей и их катастрофических последствий, с использованием космических данных.

Автоматизированный анализ ориентационных характеристик данных дистанционного зондировании (программа «LESSA»)

Златопольский А.А.[1], Малкин Б.В.[2]

[1]Институт космических исследований РАН
117997, Москва, Профсоюзнаяул., 84/32
Тел. (095) 333-53-13; E-mail: aazlat@mail.ru
[2]ФГУНПП Аэрогеофизика

Доклад посвящен анализу дистанционных данных на основе их рисунка. Изучаются ориентационные характеристики рисунка в окрестности каждой точки изображения - где и какие ориентации ярко выражены или же отсутствуют, на сколько эти ориентации доминируют, присутствуют ли ортогональные направления и т.п. Результаты расчета представляются для интерактивного (автоматического) анализа картами этих характеристик, схемами, розами-диаграммами, что позволяет исследователю, обнаруживать аномальные зоны, резко отличающиеся от окружения. Особенно интересны аномальные зоны экстремумов и градиентов этих характеристик, которые имеют протяженную и специфическую форму. Второе направление анализа - поиск в изображении длинных линий, которые могут состоять из разрозненных коротких черточек (штрихов). Исследователь просматривает где именно в изображении присутствуют такие линии и на сколько хорошо они выражены (подтверждены штрихами). И тут интересны аномальные объекты - аномально ярко выраженные, составляющие полосы, регулярные структуры, узлы и т.п.

Примером использования ориентационных характеристик снимков высокого разрешения служит участка Балапан Семипалатинского полигона. По характеристикам роз-диаграмм, полученных в LESSA, установлено влияния естественной трещиноватости и разрывных нарушений на конфигурацию зоны разрушения вокруг испытательных скважин подземных ядерных взрывов, уточнено внутреннее строение зоны разрушения.

Многие годы LESSA используется для анализа геологических структур. Недавно исследовался участок юго-западной Африки по снимку системы MODIS, где нас интересовали структуры на суше, фиксируемые геофизическими методами на шельфе. Наиболее крупные северо-западные линеаменты этого региона соответствуют известным структурам Лукапа и Оморуру, контролирующим кимберлитовый магматизм. Эти структуры ярко проявляются в линеаментных зонах LESSA, что позволяет интерпретировать с идентичных методических позиций и автоматически выделяемые структуры восток-юго-восточного простирания, которые изучены значительно меньше. Одна из двух зон этого направления установленных на шельфе также отчетливо проявляется в линеаментах и в линейных градиентных зонах ориентационных характеристик. Активность этой разломной зоны в меловое время,: вероятно, свидетельствует о том, что она могла контролировать магматические проявления кимберлитового типа.

Использование многозональной аэрокосмической видеоинформации при поиске нефтеконденсатных месторождений

Ковалев А.О.

Центр перспективных наукоемких технологий;
125047, Москва, Оружейный пер., д. 3, стр. 1
Тел: (095)-251-14-57; E-mail: cpnt@yandex.ru

Бурение скважин при поиске новых нефтеконденсатных месторождений является сложным и дорогостоящим процессом. Это делает актуальным разработку эффективных подходов, с высокой степенью гарантирующих нахождение нефтеносных районов. В докладе рассматривается опыт ЦПНТ по созданию технологий поиска месторождений нефти на основе обработки и анализа многозональных данных дистанционного зондирования земной поверхности.

Технология предполагает выполнение четырех крупных этапов.

Этап 1. Получение изображений обследуемого района в видимых и дальнем инфракрасном диапазонах. В видимых диапазонах (0.5-0.6, 0.6-0.7 и 0.7-0.8 мкм) используются как космические, так и самолетные сканерные снимки. Для получения изображений в ИК-диапазоне (8.0-12.0 мкм) выполняется самолетная съемка с помощью сканера EAGLE.

Этап 2. Предварительная обработка, включающая: коррекцию геометрических искажений и геопривязку изображений по данным бортового GPS-приемника, радиометрическую коррекцию структурных искажений и температурную калибровку тепловизионной информации, сшивка отдельных маршрутов съемки в единый кадр и представление результата в картографической проекции.

Этап 3. Кластерный анализ в двумерном пространстве измерений с использованием обучающей выборки видеоданных видимых спектральных каналов и оконтуривание гипотетических месторождений. В качестве обучающей выборки в данном случае используется участок местности, на котором уже ведется добыча нефти.

Этап 4. Составление по данным тепловизионной съемки геологической карты разломов земной поверхности и нанесение на нее контуров месторождений. Отбраковка гипотетических областей с учетом геологической подземной структуры и формирование готовых карт месторождений.

Приводятся примеры, иллюстрирующие рассмотренную технологию в ходе поиска месторождений нефти на территории республики Башкортостан.

Использование дистанционных данных для мониторинга Димитровского нефтегазового месторождения Дагестана

Османов Р.Ш., Булаева Н.М., Аскеров С.Я., Магомедов Б.И.

Институт проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН,
367030, Дагестан, Махачкала, пр. И. Шамиля, 39а
Тел.: (8722)62-93-12; E-mail: musa@dinet.ru

Для изучения территории Восточного Предкавказья лабораторией региональной геотермии Института проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН разработана технология получения и визуализации цифровых картографических 3D-моделей, которые могут быть применимы в мониторинговых задачах в рамках различных научных направлений. Эти направления напрямую связаны с дистанционным зондированием, сейсмологией, геологией, геотермией и т.д.

Большое внимание уделяется проблеме накопления, обработки и использования дистанционной информации. Создан банк дистанционных данных NOAA за период 1996-2003гг., разрабатываются методики обработки космических снимков (привязка, получение данных по температуре, интерполяция, создание средств для интеграции дистанционной информации в 3D-модели).

Ведется разработка тематических приложений в рамках цифровых картографических моделей. Особый интерес представляет Димитровское нефтегазовое месторождение Дагестана. По данной территории имеются результаты экспедиционных работ по приповерхностной термосъемке за 2001-2003гг. и материалы дистанционного зондирования. При проведении экспедиционных работ замеры температуры проводились в скважинах глубиной 3 метра по глубинам 1, 2 и 3 метра. В результате обработки экспедиционных данных получены тепловые картины распределения температуры по глубинам 1, 2 и 3 метра.

На основе имеющихся данных и разработанных геоинформационных технологий построена 3D-модель территории Димитровского нефтегазового месторождения Дагестана. Использование данной модели при проведении сопряженного мониторинга территории позволит более детально решать задачи по оценке природных ресурсов и экологического состояния региона.

Проблемы создания информационной технологии мониторинга литосферно-ионосферных взаимодействий с целью предсказания землетрясений

Романов А.А.[1], Куницын В.Е.[2]

[1]*ФГУП «РНИИКП»*
[2]*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

Одной из основных природных угроз человеческой цивилизации, наряду с наводнениями, являются землетрясения. Ежегодно, по всему миру, эти природные катаклизмы уносят жизни десяток тысяч человек в год. К сожалению, традиционными методами наблюдений невозможно получить прогноз возможного землетрясения заблаговременно за достаточны промежуток времени. В данной работе рассматриваются основные проблемы создания технологии мониторинга литосферно-ионосферных взаимодействий с целью предсказании землетрясений как минимум за 1 сутки.

В основе предлагаемой технологии лежат данные навигационных спутников систем «Транзит», «Цикада», а так же системы глобального спутникового позиционирования GPS. Обрабатывая информацию с навигационных спутников, с применением оригинальных методик, строятся высотные разрезы электронной концентрации в ионосфере, а так же получаются значения полной электронной концентрации в определенной точке подспутникового трека, которые в дальнейшем обрабатываются при помощи специальных алгоритмов с целью определения эпицентра возможного землетрясения.

В данной работе предлагаются варианты решения целого спектра актуальных для создания информационной технологии задач, таких как: разработка алгоритмов спутникового мониторинга литосферно-ионосферных взаимодействий; создание информационной технологии обнаружения, хранения, отображения и доступа к информации о литосферно-ионосферных взаимодействиях, полученной с помощью спутникового дистанционного зондирования; создание базы данных спутниковой информации дистанционного зондирования ионосферы;

Отрабока технологических решений и специализированных методик и алгоритмов, предложенных в данной работе, планируется на натурном эксперименте, который пройдет на российском Дальнем востоке, острове Сахалин.

Современная блоковая структура Евразии по геолого-геофизическим и космогеодезическим данным

Рундквист Д.В.[1], Гатинский Ю.Г.[1], Арбузова Е.Е.[1], Ряховский В.М.[1], Тюпкин Ю.С.[2]

[1] Государственный геологический музей (ГГМ) им. В.И. Вернадского РАН,
125009, Москва, ул. Моховая, 11, корп.2
Тел.: (095) 203-47-85; E-mail: yug@sgm.ru
[2] Геофизический центр РАН,
117296, Москва, ул. Молодежная, 3
Тел. (095) 930-56-29; E-mail: tyupkin@wdcb.ru

Совместный анализ активных разломов, сейсмичности и глубинного строения Евразии на базе созданного в ГГМ многослойного электронного геодинамического глобуса, наряду с результатами спутниковых измерений горизонтальных перемещений земной коры в системе ITRF, позволил установить весьма неоднородное строение континента. Лишь северная часть его может быть выделена как относительно стабильная на современном этапе Северо-Евразийская плита. На ее границах с соседними литосферными плитами возникли широкие транзитные зоны дробления коры и частично литосферы на блоки различного размера. Всего в пределах Евразии и прилегающих акваторий выделено более 80 блоков. Данные по скоростям современных горизонтальных движений показывают, что часть блоков (Юго-Восточного Китая, Индокитайско-Зондский и др.) ведут себя в кинематическом поле как абсолютно твердые тела (с механической точки зрения). Блоки, расположенные вблизи современных зон субдукции (Охотский, Японско-Корейский и др.), подвергаются интенсивной деформации, и их перемещение не может быть описано моделью движения абсолютно твердого тела на сфере. В Центрально-Азиатской транзитной зоне, совпадающей с так называемым «треугольником максимальной сейсмической активности Евразии», под влиянием коллизии с Индостаном происходит развал векторов GPS с отклонением к востоку и ЮВ на востоке и к северу и ССЗ на западе. Скорости горизонтальных движений, рассчитанные по данным GPS, убывают линейно с увеличением расстояния от границы Индийской плиты. При этом скорость убывания коррелирует с интенсивностью сейсмической энергии, выделяемой внутри каждого сегмента. Преобладающие глубины гипоцентров землетрясений, данные ГСЗ и сейсмотомографии указывают, что подошва большинства блоков находится в низах коры или в верхней части литосферной мантии. Выполненный анализ подтверждает представления о расслоенности литосферы, ее блоковом строении и об отсутствии абсолютной жесткости крупных литосферных плит, предполагаемой в соответствии с моделью NNR-NUVEL-1A. Исследование проведено при содействии Программы Президента РФ по поддержке ведущих научных школ НШ-99.2003.5.

Использование материалов космического зондирования при выделении перспективных для поисков эндогенных руд и коренных алмазов участков земной коры

Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д., Корчуганова Н.И.

ООО «Институт дистанционных исследований окружающей среды»
Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23
Тел.: (095) 438-15-01; E-mail: unegeo@it-center.ru

Месторождения эндогенных руд и алмазов представляют собой аномальные концентрации полезных элементов в относительно малом объёме земной коры, возникшие вследствие стечения ряда благоприятных обстоятельств под влиянием различных факторов в развитии Земли. Их обнаружение – основная цель геологических исследований, в которых существуют стадии прогноза и поисков. Они базируются на выявлении объективных закономерностей образования и размещения конкретных руд в верхних горизонтах земной коры. Для этого используются разнообразные геологические, геофизические, геохимические, шлиховые, гидрогеологические методы и учитываются предпосылки приуроченности искомых руд к определённым формациям или структурам, эмпирические закономерности размещения уже известного оруденения относительно конкретных литологических, тектонических и магматических факторов. Положительный результат достигается только при учёте совокупности всех сведений, отражающих особенности формирования конкретного типа оруденения. Получение этих данных – процедура, которая требует значительных временных и материальных затрат.

Материалы космического зондирования в настоящее время являются равноправными участниками прогнозного ряда исследований в связи с быстрым развитием новых видов съёмок и технологий их обработки. Их использование при прогнозе и поисках позволяет минимизировать временные и материальные затраты.

Используемая нами технология основана на формировании прогнозно - поисковых моделей районов, узлов и полей различных руд и алмазов с использованием космических снимков разного уровня разрешения. Она апробирована при оценке рудного и алмазоносного потенциала ряда регионов России и зарубежных стран.

Модели описания геофизических процессов на основе данных спутникового мониторинга

Трухин В.И., Козодеров В.В., Кузьмин Р.Н., Ушаков С.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
119992, Москва, ГСП-2, Ленинские горы
Тел.: (095) 939-15-11; E-mail: vkozod@mes.msu.ru

Систематизация данных спутникового мониторинга способствует построению моделей геофизических процессов в атмосфере, гидросфере, литосфере. Имеется возможность объединения соответствующих исследований в единую схему построения моделей облачности и экстремальных погодно-климатических явлений, изменений уровня океана и проявлений аномалий температуры поверхности океана (ТПО), колебаний литосферных плит и наблюдений гравитационных аномалий. Такое объединение разных возможностей проводится на выбранной модельной области применительно к колебаниям океанической литосферной плиты Наска (приблизительные координаты 0^0 - 40^0 ю.ш.; 75^0 з.д. – 110^0 з.д.). Спутниковые системы наблюдений позволили установить дипольный механизм конвективной активности атмосферы в центральной части тропических широт Тихого океана за счет аномалий ТПО. Эти аномалии обусловливают превышение уровня океана в данном регионе относительно его уровня в восточном направлении (над плитой Наска), что при определенных условиях вызывает нагон теплых вод на западное побережье Южной Америки. Как следствие этих аномалий ТПО и нагонных явлений, возникают характерные конфигурации волн атмосферного давления в глобальном масштабе, что приводит к катастрофическим наводнениям в одних частях земного шара и сильных засух в других его частях. В самом процессе возникновения указанных аномалий циркуляции атмосферы и океана, известном как Эль-Ниньо/Южное Колебание (ЭНЮК), было неясным, за счет чего происходит сбой типичных восточных пассатных ветров в тропических широтах Тихого океана. Показано, что колебания плиты Наска как жесткой пластины с характерными временными масштабами в 50-80 месяцев за счет поперечных волн астеносферы (частично расплавленной среды под плитой) могут объяснить эти эффекты ветровых и нагонных явлений, имеющие отклик в виде аномалий ТПО и волн атмосферного давления. При этом оказывается возможным рассмотрение механизма возникновения ЭНЮК на основе описания волновых процессов в астеносфере в магнитно-гидродинамическом приближении.

О характере связи полезных ископаемых с метеоритными структурами

Хрянина Л.П

Музей землеведения МГУ им. М.В.Ломоносова

В редких случаях железо-никелевые месторождения образует само вещество астероида (Оленегорское месторождение, Карелия). Обычно встречаются месторождения нефти и газа, в кратерах ранга нескольких километров, где куполовидная структура центрального поднятия может являться коллектором нефти (месторождение Невада и др., США). В крупных (сотни км в диаметре) структурах часто встречаются проявления или месторождения нефти и газа (Мексиканский залив, Черное море, кратер Росс (Антарктика) и др.)

В кратерах ранга десятки км и выше на суше подповерхностная часть структуры представляет собой дисковидную зону дробления с раздувом в центре, на фоне которой могут присутствовать системы концентрических и радиальных разломов. В случаях, если они встречают магматический очаг в земной коре или доходят до мантийных глубин, образуются рудномагматические системы, где, в ходе циркуляции гидротермальных растворов могут образоваться рудные месторождения (триггерный магматизм). Пример: Лабынкыр, Якутия; кратеры Росс и Бауер, Антарктика. Более поздними, постударными образованьями являются сапропелевые угли (Балтышская астроблема, Украина).

Принципы и первый опыт создания геолого-геоморфологического каркаса ландшафтно-картографической основы системы космического мониторинга северных регионов (СКМ «Север»)

Шварев С.В.

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН
123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Б. Грузинская, 10
Тел.: (095) 254-30-15; E-mail: gmonitor@rinet.ru

Планом создания единой системы многоцелевого космического мониторинга северных регионов (СКМ «Север»), формируемой в рамках Федеральной космической программы России, поставлена задача своевременного и надежного предупреждения и снижения риска опасных природных процессов.

Анализ многолетнего опыта дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса показывает, что проблемы эффективного использования спутниковых данных заключаются не только в развитии космических средств, методов и технологий ДЗЗ, но и в значительной, а часто и в определяющей степени от правильной интерпретации и возможности осуществления сравнительного анализа данных ДЗЗ.

Поэтому чрезвычайно актуальной проблемой спутникового многоцелевого мониторинга являются задачи создания унифицированных исходных и периодически обновляемых моделей территорий и объектов. Эти модели должны быть интегральными, то есть отображать весь комплекс факторов динамики земного покрова.

В настоящее время в России и за рубежом требуемые интегральные модели, сопряженные с регулярным дистанционным мониторингом, осуществляемым на разных уровнях детализации отсутствуют. Такие модели могут быть построены на базе геосистемного подхода, который дает возможность объединить в единой ландшафтно-картографической форме все главные компоненты и охарактеризовать основную совокупность свойств и параметров природных и природно-антропогенных объектов, их состояние и динамику.

Институтом географии РАН, Институтом физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН и МГП «Геомонитор» разработаны и Техническим заданием Президиума РАН и Росавиакосмоса утверждены Основные положения создания единой ландшафтно-картографической основы (ЛКО) СКМ «Север».

ЛКО СКМ «Север» формируется в составе четырех базовых карт: геолого-геоморфологического строения, почвенно-растительного покрова, природно-антропогенных

объектов и ландшафтного строения, в которой соединены три первых составляющих, образуя интегральную модель объекта мониторинга.

Карта геолого-геоморфологического строения, отражающая наиболее устойчивые стабилизирующие компоненты ландшафтной структуры является каркасом интегральной ландшафтно-картографической модели объекта мониторинга.

Актуальной проблемой формирования геолого-геоморфологической части ландшафтно-картографической основы является увязанное системное отображение эндогенной и экзогенной составляющих геодинамики ландшафта. Перспективным направлением представляется выделение геодинамически активных зон территорий мониторинга и определение их параметров, обусловленных блоковой неоднородностью верхних горизонтов земной коры, выяснение связей между иерархической блоковой делимостью и характеристиками внешних компонентов ландшафта. В докладе охарактеризованы первый опыт создания геолого-геоморфологического каркаса (блока «Геодинамика») ЛКО СКМ «Север».

Автоматизированный программный метод векторизации – анализа ландшафтных и тектонических структур аэрокосмических фотоснимков

Щепин М. В.

ЦНИИ машиностроения, МГУЛ, ИКИ РАН,
Тел.: (095) 331-17-01, 398-19-73; E-mail: dm66@mail.ru

В докладе представлен автоматизированный программный метод векторизации и анализа ландшафтных и тектонических структур синтезированных аэрокосмических фотопланов. Векторизация структур в виде полилиний, линеаментов и роз-диаграмм. Формирование БД векторизованных объектов. Анализ полученной информации

Представленный метод является одним из ряда методов разработанных и апробированных автором в оригинальном программном продукте, программе ALINA, программе обработки изображений аэрокосмических фотопланов.

Алгоритм метода.

Результаты работы программы ALINA – демонстрация метода.

Области, где данный метод может быть использован.

СЕКЦИЯ

Методы дистанционного зондирования растительных и почвенных покровов

Применение данных дистанционного спутникового зондирования для слежения за состоянием сельскохозяйственных земель и посевов Иркутской области

Абушенко Н.А. [1], Тащилин С.А. [1], Лобыцин А.И. [2], Нефедьев Л.В. [2]

[1]*Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН,*
[2]*Информационный отдел Главного управления сельского хозяйства Иркутской области,*
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126
Тел.: (3952) 42-58-65; E-mail: sergey@iszf.irk.ru

На основе предыдущего опыта совместной работы ИСЗФ СО РАН и ГУСХ Иркутской области по созданию алгоритмов для слежения за состоянием агрометеорологических, вегетативных параметров разработана схема получения спутниковых данных (NOAA/ AVHRR, EOS/TERRA), их первичной и тематической обработки, а также форма представления и распространения спутниковой информации.

На текущий момент информационная система обработки оперативной спутниковой информации состоит из следующих подсистем:

1. Блок мониторинга за состоянием температурных характеристик земной поверхности:
   - Ежедневные карто-схемы земной поверхности в инфракрасном диапазоне спектра;
   - Суммарные карто-схемы за 10-дневный период, характеризующие распределение максимальных (дневных) и минимальных (ночных) температур подстилающей поверхности;
   - Карто-схемы, характеризующие распределение температуры пахотного (30 см) слоя почвы в пределах безоблачных участков;
   - Суммарные карто-схемы, характеризующие распределение температуры пахотного (30 см) слоя почвы за 10-дневный период.

2 Блок обработки в видимом диапазоне спектра с целью получения вегетативных характеристик в виде следующих информационных продуктов:
   - Карто-схемы, отражающие степень засушливости и вегетативные характеристики зерновых культур по территории сельскохозяйственных районов Иркутской области в пределах безоблачных зон 1 раз в сутки;
   - Суммарные карто-схемы за 10-дневный период распределения данных характеристик.

Выходные информационные продукты будут представлены в растровом (GeoTiff, PNG), векторном (SHP) и бинарном форматах, совместимых с официально используемой на территории РФ ГИС «КАМАТ».

Результаты работы данной системы мониторинга будут использоваться для анализа агрометеорологических, агроклиматических и вегетативных условий на территориях сельскохозяйственной деятельности, что позволит более эффективно устанавливать различные агротехнические сроки, а так же объективно отслеживать ход пахотных работ.

Определение параметров сельскохозяйственного производства по данным дистанционного зондирования

Барталев С.А. [1], Лупян Е.А. [1], Нейштадт И.А. [1], Савин И.Ю. [2]

[1] *Институт космических исследований РАН,*
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru
[2] *Объединенный исследовательский центр Европейской Комиссии,*
E-mail: igor.savin@jrc.it

В Институте космических исследований РАН разрабатывается система мониторинга сельскохозяйственных земель с использованием данных дистанционного зондирования (ДДЗ). Основными используемыми ДДЗ в настоящее время являются данные среднего разрешения (250 м) прибора MODIS. Главными задачами мониторинга являются определение площадей, засеянных различными культурами, и чистого пара, а также оперативный мониторинг динамики развития посевов. С этой целью были разработаны методы первичной обработки спутниковых данных, включающие в себя маскирование пикселов, непригодных для анализа, в том числе из-за влияния снежного и облачного покровов, а также построения очищенных от влияния указанных факторов композитных изображений. Построенные композитные изображения имеют значительно меньший объем по сравнению с исходными данными и позволяют упростить дальнейшие этапы обработки. Тематическая обработка спутниковых данных главным образом основана на анализе временных серий вегетационных индексов, таких как нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI и менее зависимый от яркости почвенного покрова перпендикулярный вегетационный индекс PVI. Разработанные методы позволяют проводить детектирование чистого пара по итогам сезона (1 сентября), а детектирование озимых – после прекращения осеннего периода вегетации (31 декабря). Построены маски чистого пара и озимых культур за 2001–2003 годы на территорию Ростовской области. Результаты свободно доступны для заинтересованных пользователей через Интернет (*www.agrocosmos.gvc.ru*). Проведено сравнение полученных результатов с данными полевых исследований и с данными официальной статистики. В дальнейшем планируется расширить применение методов на другие аграрные регионы России. В части совершенствования методов предполагается в дальнейшем использовать данные полевых наблюдений для обучения, а также продолжить разработку методов, нацеленных на детектирование ранних и поздних яровых культур. Также планируется создание продуктов для мониторинга развития озимых культур в весенний период вегетации. Для уточнения данных о площадях и для проведения более точной классификации будут использоваться оцифрованные данные о границах полей, полученные с использованием спутниковых снимков высокого разрешения, таких как Landsat-ETM+, Метеор-3М/МСУ-Э.

Методы преобразования спектрополяризационных изображений для усиления различий классифицируемых объектов

Беляев Б.И., Катковский Л.В., Хвалей С.В.

НИИ Прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко Белгосуниверситета,
220064 Беларусь, Минск, ул. Курчатова, 7
Тел.: (375-17) 278-0409; E-mail: katkovskyl@bsu.by

Предложены методы преобразования спектрозональных и поляризационных (с учетом состояния линейной поляризации) изображений, получаемых при дистанционном зондировании подстилающих поверхностей. С одной стороны, используются преобразования цифровых значений в пространстве исходных спектральных каналов съемочной системы, приводящие к расширению исходного «облака» точек и, следовательно, к усилению яркостных, цветовых и поляризационных контрастов композитных изображений. С другой стороны, генерируются изображения в новых спектральных каналах, в которых съемка не производилась, с учетом спектров отражения объектов и степени линейной зависимости различных каналов между собой. Показано, что с целью диагностики растительных покровов, в частности лесонасаждений, для «покрытия» видимого и ближнего ИК диапазонов спектра (350–1100нм) достаточно производить съемку в трех–четырех узких зонах спектра (до 40 нм) с последующей генерацией изображений в других каналах на основе линейных зависимостей.

Эффективность предложенных методов продемонстрирована на изображениях, полученных с использованием самолетного видеоспектрального комплекса собственной разработки ВСК-2 при зондировании лесов Беларуси. Комплекс позволяет одновременно регистрировать изображения в трех зонах спектра либо при трех различных положениях анализирующего поляроида (в одной зоне спектра), одно цветное обзорное изображение (аналоговая ТВ камера), а также 4–6 спектров высокого разрешения на одно изображение, относящихся к осевым пикселям кадра. По материалам трассовых съемок, выполненных комплексом ВСК-2 с борта вертолета, решались задачи: обнаружения и картирования усыхающих еловых насаждений и лесных территорий, пострадавших в результате пожаров (гарей), нахождения и определения площадей вырубок, классификации подстилающих поверхностей по типу и породному составу лесонасаждений.

О выборе диэлектрической модели при определении диэлектрической проницаемости связанной воды в грунтах

Беляева Т.А., Бобров А.П., Бобров П.П., Мандрыгина В.Н.

Омский государственный педагогический университет,
644099, Омск, наб.Тухачевского, 14
Тел.: (3812) 23-51-38, 55-48-85; E-mail: bobrov@omgpu.omsk.edu

Связанная вода отличается рядом специфических свойств, в том числе температурой замерзания и диэлектрической проницаемостью. Поскольку связанная вода существует только на поверхности минерала, ее диэлектрическая проницаемость может быть измерена только в составе смеси. Проблема состоит в том, что не существует диэлектрической модели, позволяющей точно определить диэлектрическую проницаемость смеси воздуха, жидкости твердой фракции, даже если известны проницаемости компонент. В разных моделях, неплохо описывающих диэлько–влажностные зависимости почв, диэлектрическая проницаемость связанной воды может изменяться от 20–25 единиц до 35–50.

Нами предпринята попытка на основе диэлектрических измерений смесей воздуха, порошка известного диэлектрика и свободной воды подобрать такую диэлектрическую модель смеси, которая наиболее точно соответствовала бы результатам измерений. Исследовались порошки с диэлектрической проницаемостью твердой фазы равной 5, 7 и 10 в диапазоне частот 0,3–12 ГГц. Из известных моделей данным эксперимента наиболее близка формула Бруггермана, однако, при равенстве объемных долей фракций различие с экспериментом достигает 10%. Модель, основанная на граничных формулах Винера, представляющая сумму (с различными весовыми коэффициентами) граничных значений диэлектрической проницаемости смеси, при правильном подборе этих коэффициентов наиболее точно соответствует эксперименту. Недостатком этой модели является зависимость весовых коэффициентов от диэлектрической проницаемости и объемных долей фракций. Эта зависимость нами установлена в эксперименте и найдены значения диэлектрической проницаемости связанной воды в указанном диапазоне частот. Хорошее совпадение экспериментальных и модельных данных свидетельствует о том, что полученные данные о диэлектрической проницаемости связанной воды наиболее близки к реальным.

Диэлектрические и излучательные характеристики почв, загрязненных нефтепродуктами и зольными выбросами ТЭЦ, в СВЧ диапазоне

Бобров П.П., Жиров П.В., Ивченко О.А., Кривальцевич С.В., Мандрыгина В.Н., Стасюк В.Д.

Омский государственный педагогический университет,
644099, Омск, наб. Тухачевского, 14
Тел.: (3812) 23-51-38, 55-48-85; E-mail: bobrov@omgpu.omsk.edu

Приведены результаты лабораторных исследований диэлектрической проницаемости разных типов почв, загрязненных нефтепродуктами и зольными выбросами ТЭЦ, на длинах волн от 3,6 см до 1 м. Установлено, что в диапазоне средних и больших влажностей, когда в почве имеется свободная вода, внесение загрязнителей в количестве 10% массы приводит к уменьшению диэлектрической проницаемости на 2–3 ед. Эти изменения наиболее заметны для почв, бедных гумусом. В этих почвах, кроме того, происходит увеличение максимального количества связанной воды на 0,06–0,1 г/см^3.

Аналогичные почвы исследовались в натурных условиях на длинах волн 3,6, 5 и 11 см. Поскольку загрязнители влияют на структуру почвы, а следовательно, на влагопроводимость и капиллярно-сорбционный потенциал, изменяется скорость инфильтрации и испарения. Загрязнение почвы минеральным моторным маслом увеличивает водопрочность почвенных агрегатов, склеивая элементарные почвенные частицы, и стабилизирует поверхностные неровности. За счет значительного возрастания коэффициента фильтрации и испарения через загрязненный слой, такая почва сразу после сильного полива, имеет существенно более высокую радиояркостную температуру, чем фоновая почва. Нормализованная разность радиояркостных температур на разных длинах волн, позволяющая оценить градиенты влажности в поверхностном слое, для такой почвы становится равной нулю уже через несколько часов после полива. Загрязнение золой наоборот увеличивает водоудерживающую способность почв, они дольше сохраняют влагу и имеют меньшую радиояркостную температуру. Такие особенности в радиотепловом излучении позволяют обнаруживать загрязненные почвы дистанционным радиометрическим методом.

Реконструкция геофизических параметров состояния земных покровов по данным космических многоспектральных измерений высокого пространственного разрешения

Головко В.А.

Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»,
141700, Московская обл., г. Долгопрудный, ул. Первомайская, 7
Тел. (095) 483-31-25; E-mail: golovko@planet.iitp.ru

Большое число современных спутниковых видеоспектрометров покрывают наблюдениями из космоса обширные территории земной поверхности практически в одно и тоже время. В комбинации с этим огромным потоком информации точечные данные наземных геофизических наблюдений дают беспрецедентную возможность развития прикладных исследований в климатологии, мониторинге природных и антропогенных изменений всех видов земных покровов. Практическая реализация современных методов атмосферной коррекции спектрорадиометрических данных позволяет успешно проводить обработку и усвоение информации большинства функционирующих в настоящее время спутниковых датчиков: Landsat (TM, MSS, ETM+, PAN), SPOT (1-4; HRV, Pan), IRS (1A/1B/1C/1D, LISS-2/3, WiFS), Ikonos, MOS-B, MODIS, MERIS MOMS-02, Ресурс МСУ-Э, ASTER, ALI.

Основной целью радиометрической коррекции аэрокосмических изображений, регистрируемых в видимой и ИК областях спектра, является восстановление физических параметров земных покровов, таких как отражательная и излучательная способности, а также температура поверхности. Для достижения этой цели должны быть адекватно учтены влияние атмосферы, характеристики солнечного освещения, геометрия визирования датчика, а также орографические особенности поверхности. И хотя некоторые информационные продукты можно получить на основе эмпирических методов интерпретации аэрокосмических изображений без абсолютной радиометрической коррекции, последовательный физический подход все же дает неоспоримые преимущества, когда необходим сравнительных анализ разновременных данных, полученных различными датчиками.

При атмосферной коррекции одновременно восстанавливаются основные оптические параметры атмосферы (оптическая толщина, содержание аэрозоля, водяного пара и т.д.). Методология топографической коррекции космических изображений высокого пространственного разрешения учитывает свойства орографии поверхности, взаимную затененность отдельных ее участков и перераспределение освещенности. По результатам полной радиометрической коррекции могут быть получены следующие параметры состояния

земных покровов: почвенно-растительный индекс (SAVI), индекс листового покрытия (LAI), доля поглощенной фитоактивной радиации (FPAR), альбедо поверхности, энергетический баланс поверхности (поглощенная солнечная радиация, разность тепловых потоков, тепловой поток в почву, скрытая теплота парообразования).

Учитывая, что будущее космического приборостроения принадлежит гиперспектральным измерительным системам высокого пространственного разрешения, при разработке алгоритмов радиационной коррекции особое внимание было уделено новейшим технологическим подходам к учету влияния атмосферы с использованием современных компьютерных систем, включая возможности параллельных вычислений на ПК-кластерах. Приведены результаты сравнения производительности вычислений для разных мультипроцессорных систем при решении наиболее ресурсоемких задач расчета характеристик переноса излучения в атмосфере.

Применение спутниковых СВЧ-радиометрических методов в исследовании леса

Гранков А.Г., Мильшин А.А., Чухланцев А.А., Шелобанова Н.К.

Институт радиотехники и электроники РАН,
141190, Московская обл. г. Фрязино, пл. Ак. Введенского, 1
Тел.: (095) 526-91-50; E-mail: amilshin@ms.ire.rssi.ru

Леса занимают треть всей поверхности суши Земли (около 50 млн. кв. км) и играют основную, ключевую роль как в формировании глобальных биогеохимических круговоротов углерода и азота, так и в воздействии на энергетические и водные балансы биосферы и, в этой связи, оказывают влияние на климат. На долю хвойных, лиственных и тропических лесов приходится, соответственно, 49,3%, 32,9% и 17,8% всех лесов. Важным фактором, оказывающим влияние на изменение локального и регионального энергетического баланса бореальных природных экосистем Европы, России, Канады и США, площадь которых составляет около 15 млн. кв. км, являются процессы обезлесения, вызванные главным образом антропогенным воздействием. В изучении экологических и климатических последствий процессов обезлесения основная роль принадлежит всепогодным спутниковым СВЧ-радиометрическим методам. Для решения этих задач в виду их глобальности в наибольшей степени подходят спутниковые сканирующие многоканальные радиометры миллиметрового и сантиметрового диапазонов, которыми оснащены спутники Nimbus-7, DMSP, ADEOS-II, EOS-Aqua, а также планируемый к запуску в 2006 г. L-радиометр в рамках миссии SMOS.

В докладе анализируется современное состояние исследований в области спутникового мониторинга лесов с помощью СВЧ-радиометров. Анализ выполнен для следующих направлений исследований:

– моделирование радиотеплового излучения лесов при спутниковых наблюдениях,

– классификация типов лесов с помощью спутниковых СВЧ-радиометрических методов;

– мониторинг температурно-влажностного режима (режима засухи и пожароопасности) бореальных лесов спутниковыми методами;

– сезонная и межгодичная динамика радиотеплового излучения бореальных лесов;

– особенности исследования тропических лесов СВЧ-радиометрическими методами.

Метод оценки структуры и биомассы леса по данным лазерного сканирования и цифровой аэро- и космической съемки

Данилин И.М. [1], Медведев Е.М. [2]

[1] *Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,*
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28
Тел.: (391-2) 494-635; E-mail: danilin@ksc.krasn.ru
[2] *НПО «Геокосмос»,*
119017, Москва, Старомонетный пер., 31
Тел.: (095) 959-40-93; E-mail: evgeniy_medvedev@geokosmos.ru

На фактических данных, полученных в результате исследований, проведенных в подзоне сибирских среднетаежных лиственнично-елово-кедровых лесов в Центральной Эвенкии и Туруханском районе Красноярского края показано, что структура, древесный запас, биомасса и состояние лесного покрова по данным воздушного лазерного сканирования наиболее точно и достоверно определяются по характеристикам рядов распределения деревьев по основным морфометрическим признакам – диаметру и высоте стволов, вертикальной и горизонтальной протяженности крон, которые достоверно измеряемы, взаимосвязаны и тесно коррелированны во всех случаях. Структура лесного покрова, объемные показатели стволов и биомасса древостоев по лазерно-локационным данным («лазерным портретам»), определяются на основе цифровой модели местности (ЦММ) и поля распределения лесного полога, которые генерируются из исходных данных лазерной локации с использованием специализированного программного обеспечения. При лазерном сканировании оценка биомассы леса в каждом конкретном случае сводится к установлению базовых закономерностей изучаемого объекта и определению соотношений между объемами стволов и биомассой и их морфометрическими показателями, которые, в свою очередь, составляют 87–99% объясненной изменчивости различных фракций надземной биомассы (стволов, скелета крон и хвои, древесной мортмассы). Использование метода лазерного сканирования, совмещенного с цифровой аэрофото- и видеосъемкой, спутниковым геопозиционированием, сопровождаемых цифровой космической съемкой и интегрированных в геоинформационных системах для целей мониторинга и лесоинвентаризации, позволяет проводить дистанционную таксацию лесов с высокой эффективностью, при минимуме наземных работ и значительной экономии времени и финансовых средств.

Дистанционные методы в исследовании приморских экосистем Восточной части Малоземельской тундры

Елсаков В.В., Щанов В.М.

Институт биологии Коми НЦ
УрО РАН, Сыктывкар,
E-mail: elsakov@ib.komisc.ru

Приморские луга (марши, лайды) побережья Баренцева моря – участки земной поверхности с расположенными на них комплексами монодоминантных растительных сообществ, составленных галофитными видами растений. Формирование таких участков происходит за счет выносимых речными системами мелких механических частиц (пылеватых частиц и ила). Такие наносы часто покрывают более ранние песчаные отложения, образуя двучленные субстраты. Состав и распределение растительности на таких выположенных участках, часто подвергаемых затоплению, определяются частотой затопления приливными явлениями, солевым режимом и выпасом травоядных птиц.

Цели настоящей работы: (1) выявить особенности спектральных характеристик участков поверхности, составленных приморскими лугами разных уровней и их зависимость от эколого-ценотических условий; (2) выявить особенности временного варьирования основных индексов, как результат динамических изменений в пределах выделенных спектральных контуров; (3) на основании полученных сигнатур провести картирование прилегающих участков Малоземельской и Большеземельской тундры с выделением комплексов аналогичных приморских лугов.

Материалом для исследований явились снимки со спутника LANDSAT, полученные для 1985, 1988, 1990 и 1996 гг., и полевые исследования, выполненные в период июль–август 2003 г. на территории Ненецкого государственного заповедника в районе п. Ходовариха. В ходе работы получены следующие результаты:

-Выявлена видоспецифичность спектральных характеристик участков приморских лугов низкого, среднего и высокого уровней.

-На основании анализа разновременных изображений установлены годичные изменения на представленной территории, связанные с зарастанием, увеличением (прогрессирование термокарстовых процессов) озер, изменениям формы песчаных дюн.

-Анализ NDVI и запасов биомассы модельных площадок выявил тесную положительную коррелятивную связь (r = 0,91; n = 8; p<0,001), что позволяет экстраполировать результаты для построения карты запасов фитомассы на территории.

-Для разных типов приморских лугов были выявлены особенности изменения индекса NDVI в течение вегетационного сезона, что связано с динамикой запасов биомассы и изменением гидрологических условий территории.

Работа частично выполнена в рамках темы, поддержанной грантом РФФИ-Урал (№04-04-96014).

Съемка MODIS/TERRA в мониторинге вспышек насекомых-вредителей

Ершов Д.В., Девятова Н.В.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 332-68-77; Факс: (095) 332-26-17, E-mail: Gisfores@ifi.rssi.ru

Массовые размножения насекомых-вредителей в таежных лесах распространяются ежегодно на площади до 1 млн. га и наносят существенный урон лесному хозяйству. Поэтому спутниковый мониторинг, как часть энтомологического мониторинга лесов, является важным элементом контроля их состояния, обеспечивающим при надлежащем исполнении сохранение важнейших ресурсно-экологических функций лесов. Одной из наиболее перспективных систем, применяемых для этой цели, является MODIS благодаря возможности ежедневно наблюдать одну и ту же территорию, широкой полосе обзора и большому количеству спектральных каналов.

Метод выявления очагов массового размножения насекомых–вредителей в лесах с использованием разновременных изображений MODIS основан на анализе состояния древесной растительности до и после повреждений. Спектрально-отражательные яркости поврежденных насекомыми лесов имеют слабое падение значений в пределах 10–20%, различимое при сравнении с аналогичными измерениями этой растительности на изображениях предыдущих лет. При этом изменение яркости поврежденного насаждения наблюдается только на следующий год, что требует привлечения спутниковых данных на одну и ту же территорию за разные годы.

Исходя из этих особенностей, был разработан алгоритм выявления поврежденных лиственничных лесов, основанный на сравнительном анализе временных рядов индекса NDBI разных лет в период минимальных фенологических изменений в состоянии растительности (конец мая – начало августа).

Физической предпосылкой для использования данного индекса является максимальное отражение неповрежденной растительности в ближней ИК части спектра, а также низкий уровень отражения светового излучения водой в среднем ИК спектральном диапазоне. Средний ИК диапазон реагирует на изменение влагосодержания в подстилающей поверхности и в атмосфере, что часто используется для изучения стрессовых ситуаций и явлений.

Полученные данные экспериментальных работ сравнивались с данными съемки высокого пространственного разрешения ASTER VNIR (15 м). Сравнение показало применимость данного подхода для выявления очагов массового размножения насекомых-вредителей.

Состояние и перспективы организации спутникового мониторинга массового размножения вредных насекомых в лесах Сибири

Исаев А.С.[1], Ершов Д.В.[1], Лямцев Н.И.[1], Лупян Е.А.[2], Кобельков М.Е.[3], Денисов Б.С.[3]

[1] Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел. (095) 332-68-77; Факс: (095) 332-26-17; E-mail: ershov@ifi.rssi.ru
[2] Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru
[3] ФГУ «Рослесозащита»

Действующие элементы системы аэрокосмического мониторинга насекомых вредителей в интересах Федерального агентства лесного хозяйства МПР РФ, продемонстрировали перспективные возможности спутниковых данных в качестве информационной поддержки для проведения лесозащитных мероприятий.

Система базируется на спутниковых данных среднего и низкого пространственного разрешения MODIS спутников TERAA и AQUA, предназначенных для выявления крупномасштабных изменений в лесах Сибири и Дальнего Востока, вызванных массовым размножением основных хвое- и листогрызущих вредителей. Данные высокого пространственного разрешения (МЕТЕОР-3М/МСУ-Э, Landsat-7 и др.) используются для выборочной оценки степени дефолиации насаждений, прогнозирования их состояния, оценки ущерба, назначения и контроля проведенных лесозащитных мероприятий.

Особенностью лесоэнтомологического мониторинга является необходимость прогнозирования мест вероятного возникновения очагов основных вредных насекомых в лесах для пространственного целеуказания объектов мониторинга спутниковыми средствами. Для этого используются статистические и прогнозные модели вероятности массового размножения насекомых, геоинформационные технологии выделения зон их приуроченности с учетом природных, климатических и ландшафтно-экологических особенностей наблюдаемого региона. Сочетание методов прогноза с данными спутниковых наблюдений позволяют отслеживать динамику панзональных вспышек массовых размножений насекомых в пределах своих ареалов.

В докладе рассматривается текущее состояние и перспективы разработки системы мониторинга массового размножения насекомых, как части отраслевой системы дистанционного мониторинга МПР РФ. Изложены основные методы и способы выявления очагов массового размножения и оценки повреждений лесов. Приводятся подходы и технологические решения для организации спутникового мониторинга поврежденных лесов и прогноза распространения в лесах вредных насекомых.

Роль данных дистанционного зондирования при создании цифровых карт землепользования в Азербайджане

Исматова Х.Р.

Институт космических исследований природных ресурсов АНАКА НАН Азербайджана
Баку, пр. Азадлыг, 159
Тел: 469-65-17; E-mail: khasiyat@box.az

Цифровая обработка данных дистанционного зондирования традиционно разбивается на несколько этапов: предварительная обработка, классификация и выбор тестовых участков, распознавание всего изображения по обучающей выборке. Однако наиболее проблематичным является этап постклассификационной обработки и интерпретации изображений, когда дешифровщик изображения должен принимать субъективное решение или опираться на достоверную априорную информацию. Наиболее перспективной для поддержки принятия решений является интегрированная с данными дистанционного зондирования геоинформационная система, составной частью которой кроме тематической информации о свойствах исследуемых объектов и окружающей среды являются экспертные оценки (знания). На этом принципе создана уникальная геоинформационная модель и база данных для создания цифровых карт землепользования всей территории Азербайджана в масштабе 1:50 000. В основу цифровой карты землепользования положены космические снимки Landsat TM 1998–99 гг. с пространственным расширением 30x30 м. Достоверность полученных результатов обоснована полевыми исследованиями, экспертными оценками специалистов предметной области, опытом дешифрирования аэрокосмической информации. Основная схема создания цифровых карт состояла в следующем:

– оцифровка данных и географическая привязка к местности. Маскирование пограничной территории, населенных пунктов и морской поверхности. Оцифрованы топокарты в масштабе 1:100 000 (проекция Гаусса–Крюгера, система измерений 1942 г.) и тематические карты. Все данные трансформированы в указанную проекцию;
– первоначальная классификация и составление легенды;
– создание геоинформационной модели местности;
– создание выходной координатной сетки (планшетов);
– визуальная обработка и выбор тестовых участков;
– полевые исследования;
– распознавание, постклассификационная обработка, векторизация, конвертирование в формат ГИС;
– окончательная корректировка легенды и базы данных, создание карт.

В итоге разработана схема обработки исходной информации посредством интеграции растровых (комплекс программ ENVI 3.2 и ERDAS) и векторных (ArcView 3.2) данных. Окончательная легенда содержала шесть классов земного покрытия и 38 классов землепользования.

Методы и результаты картирования изменений в лесном покрове Ленинградской области по снимкам Landsat

Кранкина О.Н. [1], Дуейн М.В. [1], Кохен В.Б. [2], Хили Ш. [2]

[1] Laboratory for Applications of Remote Sensing in Ecology, http://www.fsl.orst.edu/larse/;
Department of Forest Science, Oregon State University,
321 Richardson Hall, Corvallis OR USA 97331-5752
Phone (1)-541-737-1780; E-mail: olga.krankina@oregonstate.edu
[2] USDA Forest Service,
3200 SW Jefferson Way; Corvallis, OR USA 97331

Возможность использования данных Landsat для выявления лесных площадей, пройденных рубкой, известна давно, однако трудоемкость картирования «вручную» на больших площадях сдерживает использование этого подхода в научных и прикладных целях. Облачность и ограниченный набор архивных снимков еще более усложняют задачу. Для повышения эффективности картирования рубок и других нарушений лесного покрова, мы использовали Disturbance Index (Индекс Нарушения Лесного Покрова), который позволяет интегрировать спектральные каналы снимков Landsat за ряд лет в единый слой и контрастно выделить на нем те участки, где лесной покров был нарушен в разные интервалы времени. Затем с помощью обучающей выборки проводится классификация этих участков по временным интервалам. С целью картирования рубок, пожаров и других нарушений лесного покрова на всей территории Ленинградской области с 1975 по 2001 гг., мы использовали 42 снимка Landsat. Выявленные площади рубок адекватно отражают распределение объема заготовок по территории области и их изменения по времени (например, 2–3 кратный рост рубок на северо-западе области с 1989 по 2000 гг. при стабильности на юго-западе). В целом по области площадь рубок главного пользования на землях Гослесфонда оценивается в 22–23 тыс. га в конце 80-х годов, снижается до 15 тыс. га в 1993, затем постепенно восстанавливается до прежнего уровня к 2000 г. Площади рубок, выявленные по снимкам Landsat, увеличиваются с 14 тыс. га в 1989–92 гг. до 17,8 тыс. га в 1996–99 гг.

Результаты картирования рубок будут использованы при моделировании запасов углерода на территории области, а методический подход планируется применить при валидации глобальных карт изменения растительного покрова для территории Северной Евразии.

Методы использования разновременных данных Landsat-TM и ETM+ для выявления вырубок в лесах таежной зоны

Курятникова Т.С., Барталев С.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-10-77; Факс: (095) 913-30-40;
E-mail: kurat@d902.iki.rssi.ru, bartalev@d902.iki.rssi.ru

Леса относятся к числу важнейших компонентов наземных экосистем. В частности, при рассмотрении глобального круговорота веществ лесам принадлежит основополагающая роль в поддержании баланса углерода. Аккумулирование углерода в лесных экосистемах в последние годы приобретает чрезвычайно большое значение в связи с увеличением содержания CO_2 в атмосфере и вызываемого этим обстоятельством, так называемого, «парникового эффекта».

Вместе с тем на сегодняшний день не существует объективных и достоверных количественных оценок изменений в лесах, вызываемых вырубками, пожарами и рядом других факторов. Использование наблюдений с современных спутниковых систем, в частности, таких как Landsat-TM и ETM+, позволяет осуществлять мониторинг лесов на больших территориях. Несмотря на большое количество выполненных исследований по разработке автоматических методов выявления изменений в лесах, эта задача остается по-прежнему актуальной.

Институтом космических исследований РАН разрабатываются методы детектирования и классификации изменений в лесных массивах на основе анализа разновременных спутниковых данных Landsat-TM и ETM+. Одним из важных этапов используемых методов является построение карт лесов и других типов земного покрова на основе классификации спутниковых данных. Получаемые на основе построенных карт маски лесов различных типов используются для взаимной радиометрической нормализации разновременных изображений с целью компенсации негативного влияния различий в атмосферных условиях и фенологическом состоянии лесной растительности во время спутниковых наблюдений. Использование алгоритма выявления изменений в лесах, основанного на поиске статистически значимых различий спектральной яркости между парами взаимно нормализованных спутниковых изображений, позволило построить карты крупномасштабной динамики лесного покрова за период с конца 1980-х до начала 2000-х гг. на тестовых участках в республиках Коми и Карелия. Для детектирования тонких изменений в лесах, произошедших в течение одного–двух лет, был апробирован метод анализа спектральных смесей. Оценка спектральных сигнатур для заданного набора чистых компонентов получается с помощью построенной на предыдущем этапе карты лесов и спутникового изображения. В настоящее время проводится валидация полученных результатов на тестовом участке в республике Коми.

В последующем предполагается разработка полностью автоматических алгоритмов для детектирования изменений в лесах на больших территориях с использованием доступных данных дистанционного зондирования со спутников.

Предварительная оценка возможностей использования спутниковых данных среднего разрешения Terra-MODIS и Envisat-MERIS для детектирования вырубок лесов

Лебедев А.А., Барталев С.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: lebedev@d902.iki.rssi.ru, bartalev@d902.iki.rssi.ru

Вырубки являются одним из мощных антропогенных факторов воздействия на лесные экосистемы. Несмотря на интенсивное ведение вырубок в различных регионах России, их экономическую значимость и значительные экологические последствия, в настоящее время не существует системы мониторинга вырубок, обеспечивающей регулярный сбор достоверной информации в масштабах всей страны или отдельных ее крупных регионов.

При поддержке Европейского Космического Агентства (ESA) в рамках проекта FEMINE, координируемого университетом Фридриха-Шиллера (Йена, Германия), Институтом космических исследований в сотрудничестве с рядом ведущих институтов Российской Академии Наук проводится анализ возможностей использования данных спутниковых инструментов среднего разрешения (250–300 м) Terra-MODIS и Envisat-MERIS в комбинации с использованием спутниковых изображений более высокого разрешения для детектирования вырубок лесов. В настоящее время исследования проводятся на тестовых участках в Республике Коми и Красноярском крае. Указанные выше спутниковые инструменты среднего пространственного разрешения обеспечивают глобальные наблюдения планеты с высокой периодичностью в спектральных каналах оптического диапазона. На этапе предварительной оценки были апробированы стандартные продукты второго и третьего уровней, полученные по данным инструмента MODIS, включающие ежедневные наблюдения и восьмидневные композитные изображения, в том числе данные временных серий NDVI. Получены также первичные оценки возможностей распознавания вырубок по данным Envisat-MERIS. Эффективное использование временных серий данных в последнем случае сильно ограничивается низким уровнем точности географической привязки спутниковых изображений, до настоящего времени поставляемых ESA в качестве стандартных продуктов. В ходе предварительного анализа был сделан вывод, что, несмотря на необходимость преодоления ряда методологических и технологических трудностей, на основе данных указанных выше спутниковых инструментов возможно создание системы спутникового мониторинга вырубок в лесах на региональном, а в перспективе и на федеральном уровне.

Нейросетевые алгоритмы оценивания биофизических характеристик системы “почва-растительность” с использованием данных СВЧ-радиометрии и активной радиолокации

Назаров Л.Е., Чухланцев А.А.

Институт радиотехники и электроники РАН,
141190, Московская обл. г. Фрязино, пл. Ак. Введенского, 1
Тел.: (095) 526-92-68; E-mail: nazarov@ire.rssi.ru

Важными задачами тематической обработки данных дистанционного зондирования Земли являются определение влажности почвы и удельной фитомассы растительности с использованием средств СВЧ-радиометрии и активной радиолокации.

Известные методы решения данных проблем основаны на обращении физических радиационных моделей, устанавливающих связь радиояркостной температуры почвы, измеряемой средствами СВЧ-радиометрии, или удельной эффективной поверхности рассеяния (УЭПР), измеряемой средствами активной радиолокации, с влажностью почвы, с удельной плотностью фитомассы. При использовании в моделях большого числа параметров задача обращения представляет сложную вычислительную проблему.

Альтернативу известным процедурам оценивания биофизических характеристик почвы и растительности относительно точности и производительности составляют нейросетевые алгоритмы, реализующие сложные нелинейные отображения типа “радиояркостная температура или УЭПР – влажность почвы или удельная плотность фитомассы”. Эффективность подобных отображений достигается за счет обучения сетей с использованием множества обучающих реализаций. Формирование обучающих реализаций осуществляется с использованием радиационных моделей, при этом число параметров в моделях не является ограничивающим фактором. Высокая производительность обработки входных данных обусловлена параллельной структурой нейросетевых алгоритмов.

В работе даются описания нейросетевых алгоритмов оценки биофизических характеристик системы “почва–растительность”. Приведены результаты моделирования данных алгоритмов на примере оценки влажности почвы, удельной плотности фитомассы растительности с использованием физических радиационных моделей для радиояркостных температур и УЭПР. Моделирование осуществлено с использованием одноканальных и многоканальных измерений без шума и при наличии аддитивного шума.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ 02-07-90181), МНТЦ (№ 2059).

Анализ спутниковой инфраструктуры для осуществления мониторинга лесов в рамках европейского проекта GMES

Новикова Н.Н., Пермитина Л.И., Куревлева Т.Г.

Научный центр оперативного мониторинга Земли
Филиал федерального государственного унитарного предприятия
Центр космических наблюдений,
127490, Москва, ул. Декабристов, вл. 51, стр. 25
Тел.: (095) 105-04-19; Тел/факс: (095) 404-77-45; E-mail: ntsomz@ntsomz.ru

В докладе приведены основные результаты проекта «Мониторинг лесов в России» (GSE FM - GMES Service Element Forest Monitoring), выполненного по заказу Европейского космического агентства (ESA) в обеспечение известного европейского проекта GMES (Глобальный Мониторинг Окружающей Среды). Основной задачей GSE FM являются подготовительные исследования по согласованию и развитию методов лесного мониторинга с использованием спутниковых данных, разрабатываемых в Европе и в России.

В 2004 г. в рамках GSE FM выполнен анализ имеющейся спутниковой инфраструктуры в Европе и в России, обеспечивающей предоставление продукции и услуг для мониторинга лесов в рамках GSE FM. Определены основные направления развития спутниковой инфраструктуры, выделены ее главные элементы, сформулированы требования к ней. Работы по анализу спутниковой инфраструктуры выполнялись организациями ESA, Германского космического агентства (DLR), немецкой компанией по дистанционному зондированию (GAF), Йенским университетом им. Ф. Шиллера, Германия (FSU) и Научным центром оперативного мониторинга Земли Федерального космического агентства России (НЦОМЗ).

В докладе представлены следующие материалы по рассматриваемой тематике:

– описание космических аппаратов и измерительной аппаратуры, обеспечивающих информационное обеспечение мониторинга лесов спутниковыми данными;
– описание наземной составляющей спутниковой инфраструктуры с перечнем станций приема и обработки данных ДЗЗ;
– обзор существующих архивов данных ДЗЗ, используемых для мониторинга лесов;
– описание перспективных космических аппаратов и измерительной аппаратуры.

В работе определены направления развития спутниковой инфраструктуры, исходя из требований мониторинга лесов, показана необходимость интеграции европейской и российской спутниковой инфраструктуры.

Изучение спектральных образов подстилающей поверхности в условиях степной зоны Казахстана

Северская С.М., Муратова Н.Р., Терехов А.Г.

Институт космических исследований МОН РК,
480100, Алматы, ул. Шевченко, 15
Тел: (73272) 93-93-60; Факс: (73272) 91-80-77; E-mail: nmuratova@mail.kz

Проект Всемирного Банка «Управление засушливыми землями» (GE P071525) 2004–2008 гг. предусматривает восстановление бросовых земель, выведенных из оборота в целях развития животноводства и пастбищного хозяйства в зоне сухих степей. Одна из задач проекта – дистанционный контроль над состоянием земель Шетского района Карагандинской области Казахстана.

Предварительно построена спутниковая карта территории на основе CMYK композита из следующих каналов среднего разрешения (250 м): MODIS 2003 г. на конец мая (2-й канал: 841–876 нм), на конец июля (1-й: 620–670 нм и 2-й каналы) в период максимума вегетации степной растительности и 5-го канала LANDSAT (1,55–1,75 мкм, разрешение 30 м). Второй канал MODIS наиболее чувствителен к площади покрытия поверхности Земли зеленой биомассой растений. Участие в композите двух разновременных снимков (конец мая и конец июля) позволяет регистрировать особенности динамики вегетации. Включение в композит 1-го канала MODIS обусловлено необходимостью учета спектральных особенностей почвы и ее вклада в общий спектральный образ. Для лучшего отображения мелкой деталировки, связанной с речными руслами, береговой растительностью и др., в полученный композит специальной процедурой был также включен 5-ый канал LANDSAT (20 августа 1999 г.). Полученная спутниковая карта послужила основой для предварительного изучения спектральных образов подстилающей поверхности и проведения рекогносцировочного обследования.

Космический контроль системы севооборота пахотных земель Северного Казахстана

Султангазин У.М., Муратова Н.Р., Терехов А.Г.

Институт космических исследований МОН РК,
480100, Алматы, ул. Шевченко, 15
Тел.: (73272) 93-93-60; Факс: (73272) 91-80-77; E-mail: nmuratova@mail.kz

Паро-зерновые севообороты – основная схема землепользования в Северном Казахстане. Севооборот варьируется от двухпольного (один год поле паруется, на другой высеваются зерновые культуры) до шестипольного и более. Финансово устойчивые хозяйства используют короткие севообороты, которые обеспечивают повышение урожайности и качества зерна, но требуют значительных оборотных средств.

В настоящий момент система севооборота во многом определяет запас питательных веществ в почве и фитосанитарное состояние полей. Первая культура после пара имеет наилучшие показатели по запасу усвояемого азота и степени засорения. В последующие годы засоренность полей возрастает, а запас питательных веществ в почве падает. Поэтому все сельскохозяйственные поля можно разбить на группы на основе разделения по годам их использования для выращивания зерновых культур после пара и проводить анализ близких по своему состоянию отдельных однородных групп полей.

Определение паровых полей, обрабатываемых механическим способом, по данным космического мониторинга на основе спутниковой системы TERRA/MODIS не встречает трудностей. В течение вегетационного периода на фоне зеленой биомассы на зерновых полях спектральные характеристики черного пара резко отличаются. Пороговый алгоритм классификации позволяет строить ежегодно маски паровых полей. В настоящее время на основе проведенного дистанционного мониторинга за зерновыми угодьями Северного Казахстана в период с 2001 по 2004 гг. восстановлены четыре основных класса севооборота, идентифицирующие поля с первой, второй, третьей и четвертой и более культурой после пара. Полученная классификация зерновых посевов служит основой для более детального анализа состояния зерновых полей и прогноза урожайности.

К вопросу о влиянии запусков космических объектов с космодрома Байконур на состояние растительности сопредельных территорий по данным NOAA/AVHRR

Султангазин У.М., Муратова Н.Р., Терехов А.Г.

Институт космических исследований МОН РК,
480100, Алматы, ул. Шевченко, 15
Тел.: (73272) 93-93-60; Факс: (73272) 91-80-77; E-mail: a_terekhov@mail.kz

Экологическое воздействие запусков космических аппаратов на сопредельную с космодромом Байконур территорию в настоящий момент изучено мало. Растительность является наиболее физиономичным компонентом поверхности Земли и основным объектом, определяющим динамику изменений ее спектральных характеристик, регистрируемых искусственными спутниками в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. Техногенное воздействие эксплуатации ракетно-космического комплекса на окружающую среду и в частности на растительность пространственно может быть организовано различными способами. Во-первых, это могут быть точечные очаги изменений, вызванные влиянием химических компонентов от падающих фрагментов отработанных ступеней ракетоносителей. Во-вторых, изменения вдоль трасс запуска, как следствие искажения состояния атмосферы при прохождении ракетоносителя. В-третьих, региональные изменения, вызванные влиянием запусков на погодную компоненту. В настоящий момент основные исследования концентрируются в основном на первом факторе. Третий фактор трудно отследить достоверно из-за природной стохастичности погодного компонента и недостаточной статистики, хотя известны некоторые погодные сценарии, связываемые с запусками (сильные ветра, ливневые дожди и др.).

В данной работе проведен поиск явлений, связанных со вторым фактором. Анализ архива (начиная с 1985 г.) спутниковой информации NOAA/AVHRR/NDVI выявил несколько эпизодов депрессии растительности вдоль трасс запуска ракетоносителей. Более детальное понимание подобных воздействий ракетно-космической деятельности на окружающую среду требует дополнительных исследований.

Диагностика топографии северо-восточного побережья Каспийского моря в зоне сгонно-нагонных явлений на базе данных Terra / MODIS

Султангазин У.М., Муратова Н.Р., Терехов А.Г., Цычуева Н.Ю.

Институт космических исследований МОН РК,
480100, Алматы, ул. Шевченко, 15
Тел.: (73272) 93-93-60, Факс: (73272) 91-80-77, E-mail: a_terekhov@mail.kz

Плоская равнина Прикаспийской низменности, плавно переходящая в море, создает благоприятные условия для сгонно-нагонных явлений, возникающих при штормовой погоде. Эффективная высота подъема уровня воды в несколько метров соответствует наступлению моря на 15–20 км. Информация о современной топографии прибрежной зоны Прикаспийской низменности имеет большое практическое значение из-за близости к инфраструктурам нефтяных месторождений.

Пространственное распределение эффективной высоты поднятия моря на больших территориях зависит от поля скоростей ветра, которое в общем случае не является стационарным. Однако на небольшом пространственном масштабе поле скоростей ветра можно принять за константу, а береговую линию за изогипсу. Вероятность попадания некоторой точки побережья на береговую линию будет зависеть от локального уклона этой территории. Таким образом, спутниковые данные о границах нагонов могут использоваться для диагностики топографии на местности.

Прибрежная территория легко делится по данным второго (841–876 нм) канала спутника TERRA/MODIS на два класса: водная поверхность и поверхность суши. Пространственного разрешения спутникового снимка TERRA/MODIS в 250 м достаточно, чтобы зафиксировать 40 различных позиций на 10 километровом отрезке. Это соответствует диагностике топографии прибрежной зоны с формальной точностью в 5,0–7,5 см. На примере зарегистрированных в период с марта по ноябрь 2002 г. 55 конфигураций береговой линии проведена диагностика топографии части побережья Каспийского моря.

Комплексная система мониторинга оценки лесопользования

Сухих В.И., Жирин В.М.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: sukhikh@cepl.rssi.ru

В 1946–2002 гг. на территории России при заготовке древесины в порядке проведения сплошнолесосечных рубок главного пользования были вырублены леса на площади около 85 млн. га. Во многих субъектах Федерации Европейско-Уральской части страны, на территориях, тяготеющих к транссибирской магистрали, площади рубок за этот период достигли 30–50 % от покрытой лесом площади. В значительных объемах продолжаются рубки и в настоящее время. При этом во многих случаях при рубках не соблюдаются установленные лесоводственные требования по размещению мест рубок, рациональному использованию ресурсов и соблюдению требований экологии. Все это приводит к крупномасштабным воздействиям рубок леса на лесные экосистемы, снижает их экологический и ресурсный потенциал и обуславливает необходимость организации комплексной системы мониторинга оценки порядка лесопользования.

В ЦЭПЛ РАН разработаны методические основы такого мониторинга, важной составляющей которых являются средства дистанционного зондирования из космоса. В задачу мониторинга входят следующие основные группы задач оценки лесопользования: а) обоснованность размера и мест рубок; б) соответствие фактических мест и объемов рубок проектным материалам; в) соблюдение основных положений правил рубок; г) слежение за ходом и качеством лесовосстановления на вырубках.

Предусмотрено использование в среде ГИС комплекса фондовых лесоустроительных, проектных и иных материалов и космических изображений разного пространственного и спектрального разрешения.

Оценка дат ярового сева в Северном Казахстане по данным Terra / MODIS

Терехов А.Г., Муратова Н.Р.

Институт космических исследований МОН РК,
480100, Алматы, ул. Шевченко, 15
Тел.: (73272) 93-93-60; Факс: (73272) 91-80-77; E-mail: nmuratova@mail.kz

Даты сева яровых зерновых культур в Северном Казахстане влияют на их продуктивность. Ежегодно определяются и рекомендуются оптимальные сроки посева. Для Акмолинской области обычно это период с10 по 25 мая.

Помимо оптимальных сроков сева в сельскохозяйственной практике повсеместно встречаются ранние и поздние посевы. Основная причина появления таких посевов – это отсутствие необходимого уровня энерговооруженности, позволяющего производить сев в оптимальные сроки.

Дистанционная оценка дат сева базируется на наземном обследовании ряда полей в период сева и спутниковых данных первых двух каналов TERRA/MODIS (620–670 нм; 841–876 нм), имеющих пространственное разрешение 250 м. В рамках наземного обследования накапливается информация о фактических датах сева ряда тестовых полей. Из данных спутникового мониторинга отбирается наиболее безоблачный снимок в период первых двух недель после окончания массового сева. Спектральные характеристики зернового поля после сева имеют закономерную динамику, связанную с высыханием поверхности почвы, всходами и развитием листовой поверхности у растений. Для оценки динамики посевной кампании на базе опорного снимка строится линейная регрессия между средними для поля значениями 2-го канала TERRA/MODIS и фактическими датами сева. Например, в 2003 году построение калибровочной кривой для Акмолинской области базировалось на снимке за 18 июня и датам сева по 38 полям различных хозяйств с вариациями от 14 мая до 16 июня. Найденная зависимость с коэффициентом корреляции 0,8 позволила оценить пространственную и временную картину проведения сева в области.

Космические методы при контроле биоопасности

Тронин А.А.

Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, 197110, Санкт-Петербург, Корпусная, 18
Тел.: (812) 230-78-34; E-mail: tronin@at1895.spb.edu

Использование космических методов для контроля биоопасностей идет по двум направлениям: 1) биоопасности, связанные с человеком и 2) биоопасности, связанные с растительностью. К первому направлению относятся работы по контролю распространения малярийного комара и иксодового клеща. Ко второму направлению относятся работы по контролю за вредителями сельскохозяйственных культур и леса. В первую очередь это относится к саранче. Оба эти направления близки, так как изучается жизнедеятельность главным образом насекомых. Условия обитания насекомых определяются главным образом температурой окружающей среды, влажностью и наличием растительности. Все эти параметры в настоящее время измеряются с помощью космических средств. Спутники Terra/Aqua предоставляют информацию о температуре и влажности поверхности, объеме биомассы, которая может быть использована для мониторинга численности вредных насекомых и их миграции. Некоторые проблемы, такие как определение влажности поверхности под пологом леса, до сих пор не решены.

Исследование сезонной изменчивости лесов Ермаковского района Красноярского края по спутниковым данным Terra/MODIS

Чернецкий М.Ю. [1], Шевырногов А.П. [1], Сухинин А.И. [2], Слинкина О.И. [2]

[1] Институт Биофизики СО РАН, [2] Институт леса СО РАН,
660036, Красноярск, Академгородок
Тел.: (3912) 49-46-03; E-mail: maxim@ibp.ru

Хорошо известно, что спектральные характеристики растительности тесно связаны с ее видовым составом и физиологическим состоянием. Известно, что спектры отражения различных древостоев незначительно меняются в относительно стабильный летний период. В течение лета и осени эти изменения значительно больше. Исследование этой изменчивости возможно на основе совместного использования спутниковых данных TERRA/MODIS, обладающих узкими спектральными полосами, и набора спектральных портретов высокого разрешения, собранных в Институте биофизики СО РАН за 20 лет в лесах Красноярского края. Спектральные особенности, найденные при натурных исследованиях спектров отражения высокого разрешения, могут быть использованы для лучшей интерпретации спутниковых данных. В этой работе представлены результаты исследований на основе совместного использования данных TERRA/MODIS, подспутниковых измерений и ГИС. Они позволяют производить оценку распределения типов и состояния лесной растительности. В работе показано, что для классификации типов лесов необходимо применять библиотеку динамических спектров, то есть учитывать изменения спектров яркости в течение сезона вегетации. Для исследования были выбраны леса Ермаковского района Красноярского края, т.к. в этом районе Институтом биофизики СО РАН проводились натурные исследования спектров отражения растительности лесов.

Перспективные направления СВЧ-радиометрического зондирования почвы и растительности из космоса

Чухланцев А.А.

Институт радиотехники и электроники РАН,
141190, Московская обл., г. Фрязино, пл. Введенского, 1
Тел.: (095) 526-91-50; E-mail: chukhlantsev@ms.ire.rssi.ru

В докладе проведен анализ состояния исследований в области дистанционного СВЧ радиометрического зондирования почвы и растительности и намечены некоторые перспективы дальнейших исследований в данном направлении. Представляются перспективными следующие направления.

Глобальное картирование яркостной температуры суши. Низкое пространственное разрешение СВЧ радиометрических средств дистанционного зондирования при их размещении на спутниках требует проведения модельного картирования яркостной температуры суши в глобальном масштабе. Такое картирование позволяет получить глобальные карты яркостных температур с разрешением, соответствующим пространственному разрешению спутниковой радиометрической системы, при различном гидрологическом режиме почвы и состоянии растительности внутри элемента разрешения. Яркостная температура пикселя находится при этом как сумма яркостных температур поверхностей (открытая почва, открытые водоемы, лес, почва с растительностью), входящих в пиксель, с учетом их относительной площади заполнения пикселя.

Контроль составляющих энергетического баланса геосистем и их состояния. Состояние растительного покрова как геосистемы описывается набором параметров состояния или оценивается соотношением составляющих уравнения энергетического баланса для геосистемы. Данный подход в сочетании с ГИС технологиями представляется перспективным для оценки характеристик процессов переноса влаги и тепла на границе поверхности суши и атмосферы.

Разработка нейросетевых алгоритмов оценивания параметров почвы и растительности. Нейросетевые алгоритмы по производительности конкурируют с традиционными методами обработки дистанционных данных, основанными на обращении радиационных моделей. Обучение нейронных сетей требует репрезентативного набора экспериментальных данных, не всегда наличествующего при измерениях. Поэтому используется смешанное обучение нейронной сети радиационной моделью и ограниченной экспериментальной выборкой.

Среди других возможных направлений следует отметить развитие методов СВЧ поляризационных радиометрических измерений, задачи синтеза апертуры антенн радиометрических приемников, разработку цифровых корреляционных радиометров и др.

Автоматизированный программный метод создания векторизованной тематической карты лесных массивов по аэрокосмическим фотоснимкам

Щепин М.В.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 331-17- 01, 398-19-73; E-mail: dm66@mail.ru

В докладе представлен автоматизированный программный метод квантования яркости изображения при создании векторизованной тематической карты лесных массивов по синтезированным космическим снимкам системы ASTER лесного массива Лосиный Остров.

Представленный метод является одним из ряда методов разработанных и апробированных автором в оригинальном программном продукте, программе ALINA, программе обработки изображений аэрокосмических фотопланов.

Алгоритм метода.

Результаты работы программы ALINA – демонстрация метода.

Области, где данный метод может быть использован.

Использование космической съемки для анализа и мониторинга антропогенных воздействий на бореальные леса

Ярошенко А.Ю., Турубанова С.А., Потапов П.В.

Гринпис России,
125124, Москва, ул. Н. Башиловка, 6
Тел.: (095) 257-41-18; E-mail: taiga@diala.greenpeace.org

Активное хозяйственное освоение бореальных лесов требует проведения инвентаризации сохранившихся неосвоенных территорий с целью организации их охраны и мониторинга. Базовая работа по выявлению малонарушенных лесных территорий (МЛТ) бореальной лесной зоны Евразии и Северной Америки была выполнена Гринпис России совместно с рядом других организаций, входящих во Всемирную Лесную Вахту, в 1997–2003 гг. Целью работы являлась инвентаризация крупнейших (площадью от 50 тыс. га) территорий таежной зоны, в минимальной степени нарушенных хозяйственной деятельностью человека. Разработанная оригинальная методика анализа предполагала последовательное выявление территорий, преобразованных хозяйственной деятельностью, на основании данных различных типов: общегеографических карт, космических снимков среднего (Ресурс/МСУ-СК) и высокого (Landsat/ETM+) разрешения. Анализ картографической и дистанционной информации проводился с использованием современных геоинформационных систем. Основным методом анализа космических снимков было визуальное экспертное дешифрирование. В процессе дешифрирования снимков использовались данные наземного обследования ключевых участков и ряд вспомогательных материалов, в том числе материалы лесоустройства по отдельным территориям. Окончательное построение границ выявленных МЛТ проводилось на основе снимков высокого разрешения (Landsat/ETM+ и аналогичных им по разрешению) в масштабе 1: 1 000 000 и отражает состояние территории на 2000 г.

Для организации системы мониторинга хозяйственной деятельности в пределах МЛТ была разработана методика анализа изменений с использованием космических снимков, которая была апробирована на территории европейского Севера России в 2004 г. Предварительный анализ изменений был проведен на основе снимков Terra/MODIS за 2001 и 2004 гг. Анализ снимков проводился с использованием автоматического алгоритма выявления изменений. Более детальный анализ изменений производился путем сравнения снимков высокого разрешения за 2004 г. (Метеор-3М/МСУ-Э, IRS/PAN и IRS/LISS) со снимками Landsat/ETM+ 2000 года. Результаты проведенного анализа показали следующий относительный вклад основных факторов в сокращение площади МЛТ: рубки – 27,5%, фрагментация хозяйственной инфраструктурой и вырубками – 58%, пожары, примыкающие к инфраструктуре – 14,5%. Скорость сокращения площади МЛТ сильно варьирует, достигая для отдельных массивов 7% в год.

СЕКЦИЯ
Спутниковый мониторинг лесных пожаров

СЕМИНАР GOFC/GOLD СЕТИ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОЖАРАМИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ "СЕТЬ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПОЖАРАМИ В СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ: МЕТОДЫ, ПРОДУКТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ"

Анализ эффективности спутниковых методов обнаружения лесных пожаров

Абушенко Н.А., Алтынцев Д.А., Семенов С.М.

Институт Солнечно-земной физики СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126
Тел.: (3952) 42-58-65; E-mail: nick1@iszf.irk.ru

В работе анализируются основные факторы, влияющие на эффективность обнаружения мелкомасштабных, высокотемпературных объектов (лесные пожары) на фоне земной поверхности при помощи дистанционного спутникового зондирования.

Показано, что главную роль в эффективности обнаружения играет точный учет тепловой и отражательной составляющей в суммарном потоке излучения в средней ИК области спектра (3–4 мкм).

Показана недостаточная эффективность работы традиционных алгоритмов автоматизированной обработки спутниковой информации при детектировании высокотемпературных объектов, основанных на «пороговых методах», использующих линейный вид функций разделения объектов «пожар» – «не пожар» в многомерном пространстве признаков. Где признаком является значения потока излучения в различных каналах измеряющего прибора (на основе данных радиометров AVHRR и MODIS).

Предложена методика, основанная на использовании нелинейных функций разделения объектов в многомерном пространстве признаков, учитывающая физические и статистические свойства потока излучения высокотемпературного объекта в средней ИК области спектра.

Проанализирована эффективность работы данного метода при различных пространственно-временных условиях наблюдений, в том числе в наиболее неблагоприятных зонах: зонах солнечных бликов, перегретых поверхностей (с температурой близкой к температуре насыщения приборов), зонах сильной задымленности.

Программный комплекс для визуального обнаружения очагов лесных пожаров с использованием спутниковых данных NOAA/AVHRR и EOS/MODIS

Алтынцев Д.А., Абушенко А.Н., Тащилин С.А.

Институт Солнечно-земной физики СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126
Тел.: (3952) 42-58-65; E-mail: alt@iszf.irk.ru

В Центре Космического Мониторинга Института Солнечно-земной физики (ЦКМ ИСЗФ, г. Иркутск) разработана программа «*FireProc*» для экспертного дешифрирования очагов лесных пожаров (ЛП) по спутниковым данным NOAA/AVHRR и EOS/MODIS. Программа основана на разработанной в ЦКМ ИСЗФ оригинальной методике визуального детектирования очагов лесных пожаров по спутниковым изображениям. По сравнению с автоматическими алгоритмами детектирования ЛП данная методика позволяет повысить достоверность определения очагов ЛП, а также выделять более слабые ЛП в начальной стадии развития и в сложных метеоусловиях. Программа «*FireProc*» позволяет оператору управлять отображением спутниковых изображений, накладывать на изображения векторную информацию, корректировать географическую привязку сеанса, импортировать, отображать, редактировать и экспортировать данные об очагах ЛП. Программа в течение нескольких лет апробировалась в системе регионального мониторинга ЛП ЦКМ ИСЗФ и в 2004 г. была внедрена в федеральную систему ИСДМ МПР РФ.

Применение теории распознавания образов для обнаружения пожаров. Детерминистский и вероятностный подходы

Алтынцев Д.А., Семенов С.М., Тащилин С.А.

Институт Солнечно-земной физики СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126
Тел.: (3952) 46-18-65; E-mail: semenov@iszf.irk.ru

Если рассматривать пожары, как образы в некотором n-мерном пространстве признаков, то задача их обнаружения сводится к определению гиперповерхностей, разделяющих распознаваемые классы. Для построения гиперповерхностей может быть использован детерминистский подход, если классы не пересекаются или статистический, в обратном случае. Построение гиперповерхностей производится по обучающей выборке, предоставленной программе обучения человеком-оператором. Для определенного времени суток (ночь, утро и т.д.), месяца и региона (например, Иркутской области) пожары образуют компактный кластер, и выделение их методом потенциальных функций МПФ производится с высокой надежностью при небольшом объеме обучающей выборки. Однако, в настоящее время, ставится задача распознавания пожаров по всей России при наличии только двух наборов гиперповерхностей, соответствующих ночному и дневному периодам. Форма этих кластеров настолько сложна, что приемлемый уровень трудозатрат по обучению и времени на распознавания не дает возможности обеспечить столь же высокую надежность выделения пожаров. Как возможная альтернатива, был проверен Байесовский критерий, который, как можно показать, в данном случае сводится к методу k-соседей. Однако оказалось, что для обучения в этом случае требуется еще большая обучающая последовательность. При этом надежность распознавания значительно ниже. В результате, был предложен подход, совмещающий в себе оба упомянутых метода. Сначала пожары выделяются МПФ, а затем методом k-соседей определяется вероятность выделенных пожаров. Для определения вероятности использовалась еще две обучающих последовательности (ночная и дневная). Оказалось, что, обычно, ложные пожары имеют значительно меньшую вероятность, чем истинные. Кроме повышения надежности распознавания появляется возможность простого способа коррекции результата человеком-оператором, путем задания желательного уровня вероятности пожаров. Приводятся результаты экспериментов.

Структура совместной обработки данных от среднеорбитальных и высокоорбитальных космических систем в целях мониторинга лесопожарной обстановки

Артамонова Ю.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Центральный научно-исследовательский институт «Комета»,
115280, Москва, ул. Велозаводская, 5
Тел.: (095) 274-08-61; E-mail: enat_kom@inbox.ru, jartamonova@mail.ru

Для организации обнаружения пожаров на ранней стадии их развития необходима спутниковая система, функционирующая в реальном масштабе времени. В настоящее время в мировой практике при решении оперативных вопросов обнаружения лесных пожаров предпочтение отдается космической системе метеорологических спутников серии NOAA, однако, ее применение не позволяет осуществлять глобальный контроль пожароопасных регионов России.

В целях повышения оперативности, информативности и достоверности информации об обнаруженных лесных пожарах (ЛП) целесообразно использовать существующую отечественную высокоорбитальную космическую систему глобального наблюдения с привлечением данных метеорологических среднеорбитальных космических систем.

Вопрос совместной обработки данных о ЛП, полученных от различных космических систем, является кардинальным. Он включает в себя вопросы предварительной и первичной обработки данных, совместной координатной привязки и тематической обработки с последующей выдачей информации потребителю.

В докладе рассмотрена возможность организации совместной обработки данных и повышения качества выдаваемой информации от среднеорбитальных и высокоорбитальных космических систем. Представлены алгоритмы обработки и объединения данных.

Оперативный космический мониторинг пожаров на территории западного Казахстана

Архипкин О.П., Спивак Л.Ф., Сагатдинова Г.Н.

Институт космических исследований
Министерства образования и науки Республики Казахстан,
480100, Казахстан, Алма-Ата, ул. Шевченко, 15
Тел.: (3272) 49-28-72; Факс: (3272) 91-80-77; E-mail: oarkhipkin@rambler.ru

Разработанная в ИКИ оперативная система космического мониторинга пожаров базируется на сочетании ночных тепловых съемков NOAA AVHRR и дневных EOS-AM Terra MODIS. Она прошла опытную эксплуатацию в режиме реального времени при мониторинге пожаров в Западно-Казахстанской (2002–2004 гг.) и Актюбинской (2003–2004 гг.) областях. Технология мониторинга предусматривает три уровня обработки: экспресс-анализ космоснимков и определение координат очагов пожаров (максимум в течение часа); оперативный (в течение 1–2 часов) анализ ситуации с учетом метеоданных для определения потенциальной угрозы населенным пунктам или другим хозяйственным объектам (дороги, предприятия, поля и т.п.); анализ динамики выгоревших территорий. Результаты первых двух уровней передаются в органы ЧС в режиме реального времени. Карты-маски выгоревших площадей с разделением новых и старых гарей и таблицы с указанием величины выгоревших площадей по нарастающему итогу передаются ежедекадно (в пиковый период чаще).

В настоящее время для повышения оперативности принятия решений на местах создается автоматизированное рабочее место (АРМ) оперативного дежурного ЧС. В основу АРМ положена ГИС, содержащая картографическую и историческую информацию по каждой области. Внедрение АРМ позволит второй и третий уровень обработки проводить непосредственно в областях. В перспективе АРМ оперативного дежурного ЧС будет составной частью Областного ситуационного центра космического мониторинга.

Исходя из результатов третьего уровня обработки, можно решить ряд других прикладных задач. В частности, ранжировать территории по степени риска возникновения пожаров, оценить ущерб от пожаров и т.д. Реализацию соответствующих методик планируется осуществить в рамках развития Системы космического мониторинга Казахстана.

Валидация спутниковых данных MODIS

Афонин С.В., Белов В.В., Энгель М.В.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
634055, Томск, пр. Академический, 1
Тел.: (3822) 42108; E-mail: afonin@iao.ru

В настоящее время для решения широкого спектра задач мониторинга подстилающей поверхности и атмосферы из космоса большой интерес представляют данные 36-канального радиометра MODIS, получаемые со спутников Terra и Aqua. Для потребителей этих данных в Goddard Distributed Active Archive Center (DAAC) созданы архивы спутниковой информации MODIS, содержащие как результаты первичной обработки измерений различного уровня, так и результаты их тематической обработки (MODIS Atmosphere Products, MODIS Land Products и т.д.). Однако использование спутниковых данных для решения научных и прикладных задач делает важным вопрос о точности этих данных. Несмотря на уже имеющиеся в литературе результаты валидации данных MODIS, мы сочли необходимым провести дополнительные исследования для условий Томского региона.

В качестве тестовых данных для MODIS Atmosphere Products (MOD04_L2, MOD05_L2) использовались результаты локальных наземных фотометрических измерений спектральной аэрозольной оптической толщины (АОТ) и интегрального влагосодержания атмосферы (ИВА), регулярно проводимых Институтом оптики атмосферы (ИОА) СО РАН. Полученные в работе результаты валидации АОТ и ИВА в целом хорошо совпадают с приведенными в литературе данными и демонстрируют для Томска высокий уровень корреляции спутниковых и наземных измерений этих характеристик.

В качестве тестовых данных для MODIS Fires (MOD14) использовалась официальная информация томских служб пожароохраны лесов о лесных пожарах, обнаруженных на территории области. Кроме того, был проведен сравнительный анализ данных MOD14 и результатов мониторинга лесных пожаров, регулярно проводимых ИОА СО РАН в Томской области на базе спутниковых измерений AVHRR/NOAA. Результаты валидации данных MOD14 показали заметно более низкую результативность данных MODIS Fires по сравнению с данными ИОА СО РАН, особенно при обнаружении малоразмерных очагов низкой интенсивности.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проект РФФИ № 04-07-90018).

Валидация результатов выявления и оценки площадей, поврежденных пожарами лесов по данным спутникового мониторинга

Барталев С.А. [1], Беляев А.И. [3], Егоров В.А. [1], Ершов Д.В. [2], Коровин Г.Н. [2], Коршунов Н.А. [3], Котельников Р.В. [3], Лупян Е.А. [1]

[1] Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru
[2] Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел: (095) 332-68-77; E-mail: korovin@cepl.rssi.ru
[3] ФГУ «Авиалесоохрана»,
141200, Московская обл., г. Пушкино, ул. Горького, 20
Тел.: (095) 993-31-25; E-mail: aviales@space.ru

Институтом космических исследований РАН и Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН разрабатываются методы использования данных спутниковых наблюдений для мониторинга воздействия пожаров на лесные экосистемы. В настоящее время по данным инструмента SPOT-Vegetation получены результаты оценки площадей поврежденных пожарами участков растительного покрова Северной Евразии за период 2000–2003 гг.

Оценка точности полученных площадей поврежденных пожарами лесных экосистем относится к числу важнейших составляющих проводимых разработок. Очевидно, что при валидации полученных площадных оценок, данные, принимаемые в качестве опорных, должны быть получены методами, обеспечивающими существенно более высокую геометрическую точность и детальность пространственных измерений. Принимая во внимание практические сложности проведения наземных обследований, было признано целесообразным формирование репрезентативного набора опорных данных с использованием изображений высокого разрешения, включающего в себя 26 изображений Landsat-ETM+ и 5 фрагментов изображений Метеор-3М/МСУ-Э в различных регионах России. Для получения опорных данных были отобраны 55 поврежденных пожарами участков выявленных как по данным SPOT-Vegetation, так и на изображениях высокого разрешения. Обработка изображений высокого разрешения проводилась с применением ERDAS Region Growing алгоритма. Анализ различий на уровне индивидуальных участков выявил отрицательное систематическое отклонение измерений площадей по данным SPOT-Vegetation, относительная величина которого составила -8,6%. При этом, величина стандартного среднеквадратического отклонения, характеризующего уровень случайных ошибок измерений площадей, оказалась равной +/- 4,4%.

ФГУ «Авиалесоохрана» в августе 2004 года были организованы самолетные облеты и наземные обходы в Красноярском крае выборочных участков гарей 2003 и 2004 гг. Исходя из сравнения площадей гарей, получаемых с использованием спутниковых изображений МСУ-Э/Метеор-3М и самолетных облетов, можно сделать вывод о хорошей согласованности значений площади, получаемых из двух указанных выше независимых источников данных. Опираясь на данный вывод, а также исходя из соображений простоты практической реализации и экономической целесообразности, представляется оправданным в дальнейших исследованиях для целей валидации полученных результатов ограничиваться использованием спутниковых данных высокого разрешения.

Оценка площади повреждений наземных экосистем Северной Евразии пожарами в 2000-2003 годах по спутниковым данным инструмента SPOT-Vegetation

Барталев С.А., Егоров В.А., Лупян Е.А., Уваров И.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: bartalev@smis.iki.rssi.ru

Пожары являются мощным фактором воздействия на экосистемы планеты и часто сопровождаются негативными экономическими и социальными последствиями. В настоящее время, в связи с наблюдаемыми процессами глобального потепления климата, наиболее интенсивно проявляющимися в Северной Евразии, и необходимостью выполнения условий Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций, существенно возрастет необходимость в получении точных количественных данных о влиянии растительных пожаров на концентрацию в атмосфере тепличных газов. Решение этой задачи, а также существующая потребность в оценке экономического ущерба от пожаров, требует получения надежных сведений о площадях поврежденных огнем экосистем различных типов.

Современные методы наблюдения земли со спутников открывают практически безальтернативную возможность получения регулярных оценок пройденных огнем площадей на уровне России и всей Северной Евразии. Институтом космических исследований РАН в сотрудничестве с рядом ведущих организаций Российской Академии Наук и Министерства Природных Ресурсов РФ, при поддержке, таких как международных научных программ как GOFC-GOLD и NEESPI, проводится комплекс разработок, объединенных в долгосрочный исследовательский проект BIS (Burns Inventory from Satellites). Проект BIS направлен на создание методов использования данных спутниковых наблюдений и получения новых информационных продуктов для долгосрочного мониторинга последствий воздействия пожаров на наземные экосистемы Северной Евразии, а в перспективе и всей бореальной зоны планеты. В настоящее время получены первые результаты оценки площадей поврежденных пожарами участков растительного покрова в регионе Северной Евразии за период 2000–2003 гг., выявленных по данным инструмента Vegetation со спутников SPOT-4/5. Для оценки точности полученных результатов было выполнено сравнение площадей представительной выборки поврежденных огнем участков в лесных и тундровых экосистемах с данными, полученными по спутниковым изображениям высокого разрешения Landsat-ETM+ и МСУ-Э/Метеор-3М. Проведен сравнительный анализ полученных данных о пройденных огнем площадях с имеющимися на всю или часть территории Северной Евразии наборами данных из других источников.

Созданная в рамках проекта BIS автоматическая технология, открывает возможности получения такого рода оценок площадей на регулярной основе и создания обновляемого банка данных долгосрочных наблюдений за воздействием пожаров на растительный покров бореальных экосистем.

Организация хранения данных спутникового мониторинга лесных пожаров

Галеев А.А. [1], Ершов Д.В. [2], Лупян Е.А. [1], Мазуров А.А. [1], Тащилин С.А. [3], Прошин А.А. [1], Флитман Е.В. [1]

[1] *Институт космических исследований РАН,*
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru
[2] *Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,*
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 332-68-77; E-mail: korovin@cepl.rssi.ru
[3] *Институт солнечно земной физики СО РАН,*
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126, а/я 4026
Тел.: (3952) 43-48-65; E-mail: sergey@iszf.irk.ru

В докладе рассматриваются вопросы организации хранения спутниковых данных и результатов их обработки в информационной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ (ИСДМ МПР РФ). В нем описаны основные задачи, которые должна решать данная система хранения, и рассмотрены основные типы данных, работу с которыми она должна обеспечивать. В настоящее время система рассчитана на работу с данными, поступающими со спутников NOAA, Terra, Aqua и SPOT (прибор VGT). К основным особенностям системы можно отнести следующие:

– в системе должны содержаться разные типы данных, поступающих с различных спутников;
– в системе должны содержаться достаточно большие объемы информации;
– данные в систему могут поступать из различных центров приема и архивации спутниковой информации.

Эти особенности потребовали разработки такой архитектуры, которая должна позволять ведение распределенных архивов данных и обеспечивать взаимодействие систем хранения различных типов данных. В работе представлена такая архитектура и схемы организации различных баз данных (БД), входящих в систему. К этим БД относятся:

– БД точек с подозрениями на пожары, которые обнаружены по спутниковым данным;
– БД спутниковых изображений по различным районам, в которых осуществляется мониторинг пожаров;
– БД, обеспечивающая хранение изображений площадей, пройденных огнем в предыдущие годы;
– БД, обеспечивающие хранение исходной спутниковой информации, полученной в центрах приема и архивации спутниковых данных.

В докладе представлены также схемы организации ведения данных баз и описаны их особенности. Особое внимание в докладе уделено вопросу организации БД точек с подозрениями на пожары, обнаруженных на основе спутниковых данных. В настоящее время эта БД содержит информацию, полученную по данным прибора AVHRR спутников NOAA и прибора MODIS, установленного на спутниках Terra и Aqua. При этом она содержит как исходные данные о горячих точках и сеансах спутниковых данных, с которых они получены, так и различную производную информацию, например, информацию о том, какие точки могут быть объединены в один пожар. В докладе описана процедура автоматического заполнения и ведения данной базы. При этом основную сложность при разработке данной процедуры представляла обработка исходных данных о «горячих» точках с целью получения интегральной информации о пожарах и динамике их развития.

В докладе также обсуждаются возможности использования созданной системы для решения различных задач.

Анализ временных серий спутниковых данных SPOT-Vegetation для детектирования поврежденной пожарами растительности Северной Евразии

Егоров В.А., Барталев С.А.

Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: egorov@smis.iki.rssi.ru

Регион Северной Евразии обладает рядом уникальных экологических, климатических и экономических особенностей. В то же время пожары в бореальной зоне, относятся к числу наиболее мощных природных факторов, значение последствий которых трудно переоценить. Вместе с тем, возможность получения достоверных оценок воздействия пожаров на экосистемы в настоящее время не обеспечивается.

Информация о площадях поврежденной пожарами растительности Северной Евразии может быть получена с использованием данных наблюдений инструментом Vegetation со спутников серии SPOT. Инструмент SPOT-Vegetation обеспечивает непрерывные глобальные наблюдения планеты с пространственным разрешением 1,15 км в оптимизированных для наблюдения растительности спектральных каналах оптического диапазона. Использованные для анализа стандартные продукты S10 SPOT-Vegetation, содержащие значения спектрального отражения, выбранные по критерию максимальной величины NDVI на верхней границе атмосферы за десятидневный период наблюдений, были получены с портала VITO (*http://free.vgt.vito.be/*). Очищенные от влияния снежного покрова, облаков и шумов, вызываемых аппаратными сбоями в работе спутникового сенсора, данные продуктов S10 были использованы для выявления межгодовых изменений состояния растительности на основе анализа временных серий значений индекса влагосодержания NDWI (Normalised Difference Water Index). Примененный при этом многошаговый алгоритм основан на совокупности критериев, учитывающих потенциальные спектральные изменения растительного покрова под воздействием пожаров, а также компенсирующих возможные помехи, вызываемые в частности межгодовыми фенологическими различиями в развитии растительности и другими мешающими факторами.

Для идентификации вызванных воздействием огня повреждений растительности, использованный алгоритм предусматривает оценку пространственно-временной согласованности выявляемых по данным SPOT-Vegetation изменений с информацией о действующих пожарах, получаемой по данным MODIS со спутников Terra и Aqua на основе алгоритма MOD14 (*http://edcimswww.cr.usgs.gov*).

Получение оценок поврежденных пожарами экосистем различных типов основано на использовании созданной в рамках проекта Global Land Cover 2000 карты наземных экосистем Северной Евразии (*http://www.gvm.jrc.it/glc2000*).

Разработанный алгоритм вошел составной частью в автоматическую технологию, обеспечивающую возможность получения оценок пройденных огнем площадей на регулярной основе, и создания банка данных долгосрочных наблюдений за воздействием пожаров на растительный покров бореальных экосистем.

Оперативная работа с данными в информационной системе дистанционного мониторинга пожаров МПР РФ

Ершов Д.В. [2], Ефремов В.Ю. [1], Ильин В.О. [1] , Крашенинникова Ю.С. [1], Ильин В.О. [1], Лупян Е.А. [1], Мазуров А.А. [1], Прошин А.А. [1], Флитман Е.В. [1]

[1] *Институт космических исследований РАН,*
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 333-53-13; E-mail: info@smis.iki.rssi.ru
[2] *Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 332-68-77; E-mail: korovin@cepl.rssi.ru

В докладе описана технология работы с данными, реализованная в распределенной информационной системе дистанционного мониторинга пожаров МПР РФ. В настоящее время система рассчитана на работу с данными, поступающими со спутников серии NOAA, а также спутников Aqua и Terra. В докладе рассматриваются вопросы, связанные с организацией оперативного сбора информации, использующейся в системе, формирования на основе нее различных информационных продуктов и предоставления их удаленным пользователям.

Представляемая в докладе информационная система включает в себя 7 базовых узлов, расположенных в Москве, Пушкино, Иркутске, Новосибирске, Красноярске и Хабаровске. Основными задачами, которые решают данные узлы, являются сбор и обработка информации и предоставление пользователям различных информационных продуктов. Основной спецификой созданной системы являются:

– Большие объемы информации, которой обмениваются узлы системы (основной объем составляет спутниковая информация).
– Необходимость обеспечения передачи информации между узлами системы в соответствии с различными правилами.
– Необходимость минимизации времени поступления данных пользователям системы.
– Организация удаленного доступа пользователей к информации.
– Обеспечение надежности функционирования системы и доступа к данным в случае временных отказов отдельных узлов системы или каналов связи.

При создании системы были разработаны технологии решения указанных задач и отдельные функциональные блоки, реализующие эти подходы. В частности, в докладе описаны следующие решения:

– модульный подход к построению всех компонентов системы (архитектура региональных узлов системы, структура обработки и хранения данных, и т.д.);
– унификация систем обработки и хранения данных для облегчения поддержки узлов системы и их гибкого конфигурирования в соответствии с локальной спецификой;
– схема реализации web-серверов с набором специализированных интерфейсов для доступа удаленных пользователей к данным через Интернет.

Технологии и решения, разработанные в процессе создания информационной системы и описанные в докладе, достаточно универсальны и могут быть использованы в дальнейшем при решении различных задач мониторинга окружающей среды с использованием спутниковых данных.

Использование данных спектрорадиометра MODIS для регистрации и учета лесных гарей

Ершов Д.В., Панова О.В.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,
119997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 332-68-77, E-mail: ershov@ifi.rssi.ru , olga@ifi.rssi.ru

Одной из важных задач дистанционного зондирования земной поверхности из космоса является актуальная для России проблема регистрации и учета лесных площадей, пройденных пожарами. Огромные масштабы лесных пожаров на Дальнем Востоке летом 2002 года явились основанием для проведения эксперимента по их детектированию и картированию по спутниковым данным Terra/MODIS.

Цель работы заключалась в исследовании информативных возможностей спектрорадиометра MODIS для решения задач мониторинга лесных пожаров, а также в разработке алгоритма детектирования лесных гарей и проведении экспериментальных исследований.

Метод картографирования пройденных огнем территорий с использованием 32-дневных композитных изображений Terra/MODIS основан на анализе межгодовой изменчивости состояния растительности, вызванной пожарами. Для проведения эксперимента дополнительно, кроме данных MODIS, использовался также целый ряд вспомогательных продуктов: данные детектирования лесных пожаров, данные о лесном покрове, данные обработки SPOT-VGT, данные спутниковой съемки высокого пространственного разрешения Landsat-7.

По результатам проведенного статистического анализа можно говорить о том, что алгоритм картирования свежих лесных гарей с использованием 32-дневных композитов MODIS выделяет их со среднеквадратической ошибкой в среднем около 30%.

Сопоставление результатов детектирования пожаров и оценок их характеристик по данным MODIS и BIRD

Жуков Б. [1*], Эртель Д. [1], Лоренц Е. [1], Зиман Я.Л. [2], Чизар И. [3]

[1] DLR Institute of Space Sensor Technology and Planetary Exploration,
D-12489 Berlin, Rutherfordstr., 2
Tel.: (49 30) 67055167; E-mail: boris.zhukov@dlr.de
*(*Б. Жуков прикомандирован от Института космических исследований РАН)*
[2] Институт космических исследований РАН,
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
[3] University of Maryland, Department of Geography, College Park, MD, USA

Для глобального и регионального мониторинга активных пожаров широко используются данные спектрорадиометра MODIS на ИСЗ Terra и Aqua, осуществляющих глобальную съемку поверхности Земли 4 раза в сутки с разрешением 1 км. Недостатком MODIS является возможный пропуск малых пожаров, что ведет к недооценке полной мощности излучения пожаров и, как следствие, недооценке полного количества горящей биомассы и газовых и аэрозольных эмиссий, характеризующих воздействие пожаров на экосистемы и атмосферу. Для оценки этого эффекта в работе сопоставляются количество и характеристики детектированных пожаров по данным MODIS и по данным специализированного малого спутника BIRD, имеющего разрешение 370 м в инфракрасных каналах и позволяющего детектировать в 7 раз меньшие по площади пожары, чем MODIS. С этой целью использовались данные съемок пожаров в Сибири, а также для сравнения пожаров в Австралии, Португалии и США, выполненных почти одновременно MODIS и BIRD. Полученные результаты показывают, что данные BIRD позволяют распознать в несколько раз больше «горячих» кластеров, часть из которых по данным MODIS не распознается, а часть сливается в более крупные кластеры. Данные BIRD позволяют также более точно оценить характеристики пожаров: эффективную температуру, эффективную площадь и мощность излучения. По сравнению с BIRD, MODIS недооценивает полную мощность излучения пожаров от 1,1 до более чем двух раз в зависимости от интенсивности пожара и от экосистемы. Подобные коэффициенты могут быть использованы для статистической коррекции мощности излучения пожаров, а также количеств горящей биомассы и газовых и аэрозольных эмиссий активных пожаров, оцененных по данным MODIS.

Повышение точности определения координат очагов лесных пожаров за счет компенсации стабилизационных колебаний космического аппарата

Зубков И.А., Платонов В.В., Скрипачев В.О., Школьников В.В.

ФГУП Центр космических наблюдений,
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел. (095)334-15-82; E-mail: zubkov@cpi.space.ru

В процессе обнаружения очагов лесных пожаров (ЛП) высокоорбитальными космическими аппаратами (КА) актуальной является задача повышения точности определения координат ЛП. Определение координат ЛП проводится на основании привязки положения визирной (оптической) оси бортовой аппаратуры обнаружения (БАО) КА по заданным координатам точки наведения к положению в картинной плоскости информационного кадра КА, передаваемого на наземную станцию приема и обработки информации. Так как при движении по орбите КА может совершать колебания вокруг центра масс в пределах точностных характеристик системы управления ориентацией и стабилизацией (СУОС), то положение оптической оси в информационном кадре приобретает дополнительную неопределенность, учет которой влияет на определение местоположения (координат) КА. Следовательно, одной из важных проблем, возникающих при решении задач обнаружения очагов ЛП, является проблема определения положения оптической оси БАО в пространстве. При этом точность определения положения оптической оси БАО в пространстве влияет не только на точность определения координат очагов ЛП, но также и на характеристики оценок угловых координат оптической оси БАО, оказывающих существенное влияние на показатели качества алгоритмов обнаружения.

Задача повышения точности определения положения оптической оси БАО в пространстве может решаться двумя путями:

– повышением точности совмещения оптической оси БАО с заданным положением;
– повышением точности определения отклонения оптической оси БАО от заданного положения.

Поставленная в докладе проблема сводится к определению параметров стабилизационных колебаний КА с точностью, превышающей технические возможности существующих СУОС.

Оценка информативности признаков для выделения пожаров по данным спутников NOAA (AVHRR)

Круглов М.В., Алексанин А.И.

Институт Автоматики и Процессов Управления ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Радио, 5
Тел.: (4232) 31-04-68; E-mal: forceful@inbox.ru

В задаче обнаружения лесных пожаров (ЛП) по спутниковой информации есть ряд вопросов, связанных с оценкой информативности используемых признаков. Под информативностью признака понимается зависимость его величины от интенсивности лесного пожара. Целью работы является определение чувствительности широко используемых признаков и их сочетаний. Из них анализировались следующие: данные ИК каналов; построенные по ним временные композиции; контрастность выброса относительно смежных пикселей спутникового снимка по площадкам разного размера; индекс NDVI и другие. Временные композиции, или предыстория, позволили избежать расхождений, связанных с сезонностью, особенностями ландшафта, техногенными и природными объектами.

В работе рассмотрены зависимости величин признаков от расчетной интенсивности пожаров, определяемой по данным наземных служб. Анализировалась “работа” признаков в условиях дневной и ночной съемки и для разных типов растительности (леса, лугов и т.п.). Полученные графики показали достаточно неравномерное горение леса, затрудняющее использование расчетной интенсивности по данным наземных служб в задаче оценивания информативности признаков.

Исследование затронуло вопросы зависимости количества найденных пожаров от величины признака. Построены графики роста числа обнаружений и ложных срабатываний при вариациях величин значимых признаков.

Проведенное исследование позволяет определить вклад признаков в критерий того, является ли объект температурным выбросом или нет, что позволяет давать оценки ситуациям на основе сочетаний каждого из признаков.

Работа поддержана грантом РФФИ 04-07-90350 и грантами ДВО РАН.

Мониторинг лесных пожаров с использованием данных спектрорадиометра MODIS

Лагутин А.А., Белоусов В.Н., Никулин Ю.А., Бугаев В.В., Осадчий К.И., Синицин В.В., Фролова Е.А.

Алтайский государственный университет, ГУ по делам ГО и ЧС Алтайского края, 656049, г. Барнаул, пр. Ленина, 61
Тел.: (3852) 36-70-75; E-mail: lagutin@theory.dcn-asu.ru

В докладе обобщается опыт трехлетней работы Отдела космического мониторинга и прогнозирования ЧС Алтайского госуниверситета и ГУ по делам ГО и ЧС Алтайского края по мониторингу лесных пожаров в Сибирском регионе с использованием данных спектрорадиометра MODIS спутника Terra. Оперативное детектирование пожаров осуществлялось с использованием различных версий кода MOD14. В 2004 г. при мониторинге пожаров дополнительно использовался также код PGE11.

Представлены результаты анализа данных по положению точек термальных аномалий, полученных с использованием кодов MOD14 и PGE11, обсуждаются первые результаты валидационных исследований, выполненных с использованием данных ГУПР РФ по Алтайскому краю по лесным пожарам в охраняемых зонах лесного фонда Алтайского края.

Рассматривается также проблема обнаружения точек термальных аномалий при низкой температуре подстилающей поверхности. На основе анализа нескольких сцен установлено, что стандартный алгоритм EOS MODIS и реализующие его программы не позволяют находить точки даже очень больших термальных аномалий в условиях сибирской зимы. Показано, что параметры алгоритма определения термальных аномалий должны меняться не только для случая день/ночь, но и быть функциям температуры поверхности.

Представлены первые результаты определения аэрозольной оптической толщины дымовых шлейфов в диапазоне длин волн (0,4–0,66) мкм.

Ландшафтная основа региональной системы мониторинга лесных пожаров и интерпретации данных дистанционного зондирования

Марченко Н.А.

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова,
географический факультет,
119992, Москва, Ленинские горы, ГСП-2
E-mail: amarch@orc.ru

Решение проблемы лесных пожаров во многом зависит от правильной оценки природной среды и текущей пожарной опасности с достаточной степенью оперативности и детальности. Важна также оценка экологических последствий пожаров, в том числе эмиссии углерода; оценка фактической горимости лесов конкретных территорий - она отражает роль пирогенного фактора в преобразовании лесных ландшафтов и необходимость их охраны. Для правильной же интерпретации данных дистанционного зондирования необходимо оперативное получение качественных данных о природной среде с подробностью соизмеримой с масштабом исследований и представления информации.

Большие возможности для решения этих задач открывает применение методов ландшафтоведения. В ландшафтоведении разработаны приемы выделения, картографирования природно-территориальных комплексов (ПТК) и состояний ПТК, а также их иерархия. ПТК рассматриваются как относительно однородные участки природной среды, в пределах которых её параметры изменяются незначительно по сравнению с их изменением при переходе от одного ПТК к другому. ПТК – однородны по рельефу, геологическому фундаменту, гидро-климатическим условиям, растительности и почвам. Суточные состояния ПТК являются пространственно-временными единицами с относительно постоянными параметрами природной среды, изменяющимися в течении года. К этим параметрам относятся и условия горения, а следовательно и характеристики развивающихся в данных состояниях пожаров.

Сейчас на практике оценка текущей пожарной опасности осуществляется для административных единиц с помощью выделения классов пожарной опасности погоды по кумулятивному гидротермическому индексу и специальным шкалам. Однако такая оценка не предусматривает ни определение параметров возможных пожаров; ни рассмотрение внутрисезонных, а иногда и сезонных различий и их межгодичной изменчивости. Шкалы разработаны для больших территорий (например, в Приморском крае для южной, западной и восточной его частей), что не позволяет достаточно полно учитывать местные особенности; а площади, охраняемые авиаотрядами, для которых определяются классы, часто охватывают

значительные разнородные пространства, где лесорастительные и гидротермические условия изменяются в широких пределах. В горных же и малоосвоенных районах основным осложнением является разреженность сети метеостанций, что делает необходимым экстраполяцию их данных.

Перечисленные выше ограничения и сложности могут быть преодолены использованием ландшафтов и их состояний в качестве операционных единиц, а ландшафтной карты – как основы для картографирования пожарной опасности и действующих пожаров, для интерпретации данных дистанционного зондирования. Исследования пирологических особенностей ландшафтов Южного и Среднего Сихотэ-Алиня и их суточных состояний, выявили их тесную связь с лесными пожарами, и позволили разработать метод оценки текущей пожарной опасности по параметрам возможных пожаров. На основе ландшафтной карты Южного и Среднего Сихотэ-Алиня масштаба 1: 500 000 и разработанного метода оценки текущей пожарной опасности была разработана ГИС, позволяющая по данным 15-ти базовых метеостанций составлять карты пожарной опасности, охарактеризованной скоростями увеличения периметров возможных пожаров. Верификация метода и ГИС показала, что происходящие в исследуемых ландшафтах процессы моделируются достаточно точно : параметры 75-ти из 77 зарегистрированных пожаров соответствовали рассчитанным.

Ландшафтная карта, отражающая естественную дифференциацию природной среды, может стать хорошей основой для системы мониторинга и информационной поддержки принятия решений в области охраны лесов, а также для интерпретации данных дистанционного зондирования. Ландшафты, как относительно однородные участки, позволяют осуществлять развертку и экстраполяцию данных точечных наблюдений (полевые и стационарные исследования фитомассы, запасов горючих материалов, характеристики проводников горения), оценивать последствия произошедших пожаров и ущерб ими причиненный.

Работа поддержана проектом И0615 программы «Интеграция».

Построение карт распределения эмиссий парниковых газов в атмосферу за счет лесных пожаров по данным дистанционного спутникового зондирования

Ресельс И.П.

Институт солнечно-земной физики РАН,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126, а/я 4026
Тел.: (3952) 42-58-65; Факс: (3952) 46-25-57; E-mail: resels@iszf.irk.ru

Лесные пожары вносят большой вклад в загрязнение атмосферного воздуха парниковыми газами. В результате сгорания биомассы в атмосферу поступают компоненты, такие как углекислый газ (CO_2), окись углерода (CO), метан (CH_4), неметановые гидрокарбоны (NMHC), а так же свободный углерод в виде сажи. Ввиду обширных лесных территорий Сибири, представляет интерес получение регулярных данных о среднегодовой массе поступающем в атмосферу CO_2 в результате сгорания биомассы.

При расчете количества эмиссии парниковых газов в атмосферу в результате лесных пожаров наиболее важные можно считать следующие параметры: запас и депонирование углерода в сгорающих породах и общая масса сгорающих материалов на единицу площади пройденной огнем. И тот и другой параметры напрямую зависят от типа сгоревшей растительности. Целью данной работы являлось построение карт основных типов растительности с использованием спутниковых данных прибора ETM+ ИСЗ Landsat 7 с последующим построением на их основе карт распределения вышеназванных параметров. В качестве тестовой территории был выбран Нижнеилимский район Иркутской области. В результате классификации были выделены пять основных видов лесообразующих пород, такие как: хвойные, лиственные, смешанные, кустарники и открытые участки почвы. По результатам классификации были построены карты распределения лесообразующих пород и на их основе карты распределения запаса углерода и общей массы сгорающих материалов на единицу площади пройденной огнем.

Пространственно-временная динамика лесных пожаров в Восточной Сибири

Соловьев В.С., Козлов В.И.

Институт космофизических исследований и аэрономии СО РАН,
677891, г. Якутск, пр. Ленина, 31
Тел.: (4112) 33-67-53; E-mail: solo@ikfia.ysn.ru

Картина пространственно-временной динамики лесных пожаров в Восточной Сибири, помимо локальных факторов, в определенной степени обусловлена солнечно-земными связями. По данным радиометра AVHRR/NOAA проанализирована пространственно-временная динамика лесных пожаров за последние пять лет в широтном диапазоне 56°–72° с.ш., в пределах территории Якутии на площади 3103 тыс. кв. км (18% России). Климатические особенности Восточной Сибири – наличие мощного слоя вечной мерзлоты, малоснежная зима, засушливая весна и быстрый сход снежного покрова – во многом определяют высокую пожароопасность и благоприятствуют возникновению многочисленных очагов лесных пожаров. Обычно, начиная уже с мая, на территории Якутии регистрируются первые очаги пожаров. При сухой и жаркой погоде мелкие очаги стремительно перерастают в крупномасштабные лесные пожары, потушить которые способны только проливные дожди второй половины лета. В отсутствие этих дождей пожары принимают катастрофический характер. Показано, что в указанном регионе лесные пожары в среднем (50 лет) наблюдаются с мая по сентябрь, в основном, в течение трех летних месяцев с максимумом активности, приходящимся на вторую половину лета.

Из ретроспективного анализа многочисленных срезов стволов перестойных лиственниц по наличию пожарных подсушин на годичных кольцах можно заключить, что лесные пожары – довольно распространенное явление в Якутии, имеющие определенную периодичность. На отдельных модельных деревьях в возрасте до 300 лет отмечалось действие до десятка пожаров, случающихся через 10 или 22 года. В данных Якутской авиационной базы охраны лесов (количество, площади пожаров) за последние 50 лет в Якутии также выделяется приблизительно 20-ти летний период.

Результаты спутниковых наблюдений 1998–2003 гг. показывают, что на фазе максимума 11-летнего цикла солнечной активности наблюдается тенденция смещения лесных пожаров с севера и юга к зоне 62–68° с.ш., что может быть объяснено широтным смещением траекторий атлантических циклонов, определяющих погоду от Европы до 140-го меридиана в северной Азии.

Космический мониторинг пожарной опасности в лесах Восточной Сибири

Сухинин А.И. [1], МакРей Д. [2], Пономарев Е.И. [1]

[1] *Институт леса СО РАН им. В.Н. Сукачева,*
660036, Красноярск, Академгородок
Тел.: (3912) 49-40-92; E-mail: boss@ksc.krasn.ru
[2] *Канадская лесная служба*
P.O. Box 490, Sault Ste. Marie, Ontario, Canada P6A 5M7
Tel.: (705) 759-5740 ext. 2180; E-mail: DMcRae@NRCan.gc.ca

Успешное функционирование системы управления пожарной ситуацией в лесах Восточной Сибири во многом определяется эффективностью оценки и прогноза пожарной опасности. Под пожарной опасностью следует понимать не столько угрозу возникновения лесных пожаров, сколько угрозу нанесения экономического, экологического и социального ущерба. Пожарная опасность по условиям погоды, определяющая скорость сушки лесных горючих материалов, зависит от метеорологических факторов (солнечная радиация, облачность, ветер, осадки, температура и влажность воздуха и т.д). В то же время редкая сеть метеостанций Восточной Сибири не позволяет детально оценивать пожарную опасность всей лесной территории страны.

Для оценки и картирования пожарной опасности в ИЛ СО РАН им. В.Н. Сукачева разработана методика, использующая спутниковые данные комплекса AVHRR/TOVS NOAA. Обработка серии спутниковых изображений в заданной картографической проекции позволяет получать ежедневно обновляемую карту распределения показателя пожарной опасности по условиям погоды.

Резкое увеличение площади пожарищ в последние годы вызвано главным образом сокращением финансирования на охрану лесов. В связи с этим принятие концепции пожарной опасности как “угрозы нанесения экономического и экологического ущерба” приведет к более совершенной тактике полной ликвидации пожара или его частичного сдерживания, а применение управляемого огня в лесу в профилактических целях приобретает экономическую и экологическую целесообразность.

Методика расчета экономического и экологического ущерба, равно как и оценка роли пожара как природного экологического фактора, еще не разработана в достаточной для практики мере. Однако несомненно, что интенсивность и длительность тепловыделения на кромке пожара — основные факторы, определяющие степень поражения лесного насаждения, следовательно, и все послепожарные изменения.

Пространственно-временная динамика пожаров в зоне доминирования лиственницы

Харук В.И. [1] , Рэнсон К.Дж. [2], Двинская М.Л. [1]

[1] *Институт леса СО РАН, Красноярск,*
Тел.: (3912) 49-44-53; E-mail: kharuk@ksc.krasn.ru
[2] *Годдардский центр НАСА, США,*
E-mail: jon@taiga.gsfc.nasa

Рассмотрена периодичность пожаров в лиственничниках Эвенкии, их взаимосвязь с элементами ландшафта. В работе использовались материалы наземных обследований, дистанционного зондирования (снимки Landsat, NOAA/AVHRR, SPOT Vegetation), 3D топокарты. Хронология пожаров охватывала XV–XX века. Величина межпожарного интервала (МПИ) зависит от орографии места произрастания и составляет 86±11 лет для северо-восточных склонов, 61±8 года юго-западных; 139±17 для болот и 68±14 года для равнин; средняя величина МПИ равна 82±7 г. Установлено, что в азиатской части России в период с 1996 по 2000 гг. ежегодно в гари в среднем переводилось 0,25% лесной территории. Скорость подъема вечной мерзлоты после пожара составляет в среднем 0,3 см/год. В частоте пожаров наблюдается временной тренд: в XIX веке МПИ был равен ~ 100 годам, в XX веке – 65 годам. Анализируется вклад антропогенной и климатической компонент в динамику МПИ. Рассматривается роль гарей как “стартовых площадок”, расширяющих возможности продвижения в зону доминирования лиственницы темнохвойных (а также сосны) и мелколиственных видов древесных растений.

Оценки горимости леса Северной Евразии по метеорологическим данным

Шерстюков Б.Г.[1], Разуваев В.Н.[1], Гройсман П.Я.[2], Найт Р.В.[2], Инлое Дж.Г.[2]

1Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД)
249035, Обнинск, Калужской обл. ул.Королева, 6
E-mails: Boris@meteo.ru; Razuvaev@meteo.ru
2Национальный климатический центр США
National Climatic Data Center (NCDC), Asheville, USA, NC 28801
E-mails: pasha.groisman@noaa.gov

Существенные климатические изменения в северной Евразии в течение XX столетия отразились на различных экономических, социальных, и экологических показателях, включая повторяемость лесных пожаров. Для территории бывшего СССР, использованы ежедневные данные Глобальной метеорологической сети станций (Gleason и другие. 2002) и новый Глобальный архив синоптических данных, созданный совместно NCDC и ВНИИГМИ-МЦД. Эти данные используются для выявления систематических различий в индексах, используемых в Соединенных Штатах и России, для оценок потенциальной опасности лесных пожаров.

Использовались три индекса: (1) Индекс засушливости Keetch-Byram, (KBDI; этот индекс широко используется в Соединенных Штатах); (2) Модифицированный индекс Нестеров, и (3) Индекс Жданко (эти индексы широко используются в России).

Исследования показывают, что сведения о потенциальной горимости леса, полученные по каждому из этих трех индексов (a) являются хорошо коррелированными, и (b) все индексы действительно являются комплексной характеристикой тех погодных условий, которые способствуют лесным пожарам. В восточной части Северной Евразии (Сибирь и Дальний Восток) к концу XX века обнаружены статистически значимые увеличения в индексах и изменения в погодных условиях, способствующих лесным пожарам. Эти районы совпадают с областями существенного роста температуры за последние несколько десятилетий.

Полученные результаты о росте потенциальной горимости леса в указанных районах согласуются с реальными данными о лесных пожарах (Коровин и Зуккерт 2003).

Detection of forest fires in China through the ENVISAT-AATSR sensor

Calle A., Sanz J., Romo A., Casanova J.-L.

Remote Sensing Laboratory of University of Valladolid (LATUV),
Prado de la Magdalena, s/n, 47071 Valladolid, Spain
E-mail: jois@latuv.uva.es, abel@latuv.uva.es

The detection of forest fires through the ATSR sensor on board the ERS European satellites has been widely studied and analysed on European and African territories. Putting the ENVISAT satellite in orbit has allowed us to bring the AATSR sensor (*Advanced Along Track Scaning Radiometer*) into operation, whose spectral and radiometric capacities are very advanced with respect to its predecessor. This sensor has raised high expectations in relation with the statistical global results of fire occurrence. However, the existing algorithm parameters need to be revised and modified for new territories that have different forest cover characteristics from the ones that have already been studied and validated.

In this paper, we present an analysis on fires occurred on the north-east of China during 2002 and 2003 in order to adjust the detection algorithms to the new environmental conditions.

The Remote Sensing Laboratory of the University of Valladolid is leader in the forest fires group in the DRAGON project, which is financed by the ESA in collaboration with the Science and Technology Ministry of the Popular Republic of China. The present paper is part of this work.

Forest fire detection and monitoring by means of an integrated MODIS-MSG system

Casanova J.-L., Calle A., Romo A., Sanz J.

Remote Sensing Laboratory of University of Valladolid (LATUV),
Prado de la Magdalena, s/n, 47071 Valladolid, Spain
E-mail: jois@latuv.uva.es, abel@latuv.uva.es

During the last years, the detection of forest fires was almost exclusively carried out through the NOAA-AVHRR sensor, which had serious problems of saturation in the band in charge of the process. It, therefore, was inoperative for monitoring tasks such as determining the fire intensity and temperature. The MODIS sensor has exceeded the AVHRR's expectations and has proved its capacity for all the processes involved in a fire: risk, detection, monitoring and cartography. Nowadays, we have the geostationary sensor MSG-SEVIRI, with a spatial resolution of 3x4.5 km2 in Spain and a time resolution of 15 minutes, which makes it suitable to provide fire results in real time.

The Remote Sensing Laboratory of the University of Valladolid, LATUV, has the receiver antennae TERRA and AQUA-MODIS, apart from the MSG-SEVIRI. In the present work, we have developed an integrated system for the searching, detection and monitoring of forest fires in Mediterranean Europe. We present an automatic algorithm, which works in real time, applied to the SEVIRI sensor and we show an analysis of its capacity with respect to both the minimum detected fire size and the obtaining of fire parameters such as the intensity, which is a very interesting parameter for the evaluation of a fire's destructive power. In coinciding trajectories, the MODIS sensor has been a tool to validate results.

Estimating burned area from AVHRR and MODIS: validation results and sources of error

Loboda T.V., Csiszar I.A.

University of Maryland, Geography Department,
1104 LeFrak Hall, College Park, MD, USA 20742
Phone: (1) 301-405-8298; E-mail: tloboda@hermes.geog.umd.edu

Fire impact on Russian boreal forests has been studied for several decades. However, only remote sensing can currently provide consistent and unbiased observations of fire activity over the entire territory. Burned area estimates provide a critical input for numerous fields of science and resource management such as carbon cycle, climate modeling, forestry and fire management. Coarse resolution satellite instruments (e.g. SPOT-VEGETATION, AVHRR, MODIS, and ATSR) provide daily global observations of fire activity. We evaluated a set of fire products from AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) and MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). The validation of these products by fine resolution Landsat imagery has demonstrated that they provide consistent and realistic estimates of burned area with RMSE = 0.9. AVHRR derived products in general tend to overestimate burned area whereas MODIS products tend to slightly underestimate it. Georegistration error, fire spread, duration of fire events, season of burning and other parameters have been found to influence the differences in area estimates from the two instruments. Both active fire and burned area products are necessary for detailed characterization of fire activity and impact extent. In addition to the operational use of the burned area estimates, records of fire activity from AVHRR provide an opportunity to observe longer-time trends and cycles in fire occurrence. The intercomparison of the products is aimed at the development of a long-term consistent suite of fire products which will enable us to understand changes in fire regimes with climate and land use change.

Evaluation of MODIS fire products in Northern Eurasia using ASTER and ETM+

Csiszar I.A., Loboda T.V., Morisette J. T., Giglio L.

University of Maryland, Geography Department,
2181 LeFrak Hall, College Park, MD, USA 20742
Phone: (1) 301-405-8696; E-mail: icsiszar@hermes.geog.umd.edu

The primary tools for operational and semi-operational fire monitoring in Northern Eurasia are moderate and coarse resolution (250 m – 1 km) sensors on polar orbiting environmental satellites. Active fire and burned area products from such sensors cannot capture the fine scale heterogeneity of burning, which can result in false signal interpretation and in the inability to properly characterize fire events. High resolution (~30 m) sensors do not provide full spatial and temporal coverage, but they have multiple uses in a comprehensive fire mapping and monitoring framework. In this presentation we provide a description of the use of Terra/ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) and Landsat ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) data in evaluating active fire and burned area products in Eastern Russia from Terra/Aqua/MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) in 2001 and 2002. Coincident ASTER and ETM+ observations are used for calibration and validation of MODIS fire products, including the determination of detection envelopes and mapping probabilities as a function of sub-pixel fire fraction and burning characteristics. A large number of ASTER and ETM+ scenes are then used for establishing regional statistics of fire characteristics, which allow the detection and mapping error rates from MODIS. Quantifying Fire Emissions From Siberia: An Application of Satellite-based Fire Monitoring

Quantifying fire emissions from Siberia: an application of satellite-based fire monitoring

Soja A. J.[1]; Stackhouse P.W. Jr. [1]; Sukhinin A.I.[2]; Shugart H.H.[3]; Conard S.G.[4]; W. and Randy Cofer[5];

[1] *NASA Langley Research Center,*
21 Langley Boulevard, MS 420, Hampton, Virginia, 23681-2199, USA
Phone: (757) 864-5603; a.j.soja@larc.nasa.gov; p.w.stackhouse@larc.nasa.gov
[2] *Sukachev Forest Institute, Russian Academy of Sciences,*
660036, Krasnojarsk, Russia; E-mail: boss@ksc.krasn.ru
[3] *University of Virginia, Department of Environmental Sciences,*
Charlottesville, Virginia, 22903, USA; E-mail: hhs@virginia.edu
[4] *USDA Forest Service,*
Rosslyn Plaza-C 4th floor, 1601 North Kent Street, Arlington, Virginia, 22209, USA;
E-mail: sgconard@aol.com
[5] *Terra Systems Research Inc.,*
2740 Linden Lane, Williamsburg, Virginia, 23185; E-mail: wrclll@aol.com

The accurate quantification of fire emissions is valuable within the Air Quality, Climate Change, Land Cover Change, Carbon Balance, Atmospheric Chemistry and Transport Modeling communities. Larger Siberia is an essential region to consider when assessing disturbance-driven exchange of carbon between the biosphere and atmosphere. Siberia holds one of the largest pools of terrestrial carbon, and under current climate change scenarios, fire regimes are expected to intensify in terms of increased fire frequency, fire severity, area burned and extended fire season length.

We present a method that uses satellite-derived area burned products, an ecosystem map and inventories of carbon stored in the biomass and soils of Siberia to estimate total direct carbon and species-specific emissions for 1998 through 2002. Emissions models are spatially explicit, therefore emissions released are specific to their unique ecoregions. Carbon consumption estimates range from 3.4 to 75.4 t C ha^{-1} for 23 ecoregions, each of which include three levels of severity. Three scenarios are modeled that span from the traditional scenario estimate of 116 Tg C in 1999 (6.9 M ha burned) to the extreme scenario estimate of 520 Tg C in 2002 (11.2 M ha burned), which represent 5 and 20%, respectively, of the total global carbon emissions from forest and grassland burning.

Our results highlight the importance of ecosystem-specific carbon consumption estimates and fire severity, which can affect total direct carbon emissions by as much as 50%. Additionally in extreme fire years, total direct carbon emissions can be 37-41% greater than in normal fire years.