

Предисловие

С 2010 года сборник научных статей «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» начинает выходить четыре раза в год. Уже более года Сборник представлен в системе «Научная электронная библиотека» eLIBRARY.RU, крупнейшем российском информационном портале в области науки, технологии, медицины и образования. Адрес страницы Сборника в Научной электронной библиотеке <http://elibrary.ru/issues.asp?id=28180&selid=559297>. Сборник также включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), национальную информационно-аналитическую систему, аккумулирующую более 2 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию о цитировании этих публикаций из более 2000 российских журналов. РИНЦ предназначена не только для оперативного обеспечения научных исследований актуальной справочно-библиографической информацией, но является также и мощным инструментом, позволяющим осуществлять оценку результативности и эффективности деятельности научно-исследовательских организаций, ученых, уровень научных журналов.

Следуя правилам для периодических изданий, с 2010 года вместо номера выпуска будет использоваться номер тома. А ежегодный том будет состоять из четырех номеров. Таким образом, в 2010 году Сборник будет представлен 7 томом, состоящим из номеров 1-4. Последний, четвертый номер, планируется выпустить к началу очередной Восьмой Всероссийской Открытой Ежегодной конференции "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, природных и антропогенных объектов)", которая состоится в Москве, в Учреждении Российской академии наук Институт космических исследований РАН с 15 по 19 ноября 2010 года.

Основу седьмого тома Сборника составляют научные статьи, которые были представлены в виде докладов на Седьмой Всероссийской конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса", которая проходила в Москве, в Учреждении Российской академии наук Институте космических исследований РАН с 16 по 20 ноября 2009 года. Всего на Конференции было представлено 248 устных и 124 стендовых докладов. Тематика докладов охватывала все направления дистанционного зондирования Земли из космоса.

Работа конференция осуществлялась в рамках следующих секций:

- Пленарные заседания
- Методы и алгоритмы обработки спутниковых данных

- Технологии и методы использования спутниковых данных в системах мониторинга
- Вопросы создания и использования приборов и систем для спутникового мониторинга состояния окружающей среды
- Дистанционные методы исследования атмосферных и климатических процессов
- Дистанционные исследования поверхности океана и ледяных покровов
- Дистанционное зондирование планет Солнечной системы
- Спутниковые методы в геологии и геофизике
- Методы дистанционного зондирования растительных и почвенных покровов
- Спутниковые исследования ионосферы

Первое Пленарное заседание, которое состоялось 16 ноября 2009 г., было посвящено запуску космического аппарата «Метеор-М» №1, осуществленному 17 сентября 2009 г., и анализу первых данных его целевых бортовых приборов. С обзорным докладом о «Состоянии и перспективах развития российской космической группировки дистанционного зондирования Земли, наземной инфраструктуры и системы распространения данных в интересах социально-экономического развития России» выступили представители Федерального космического агентства. В докладе были представлены характеристики как работающих на орбите российских спутников, так и космических аппаратов и приборов, которые планируется запустить в ближайшие годы. Всего до 2015 года планируется запустить 11 спутников наблюдения Земли, в том числе 3 геостационарных метеорологических спутника серии «Электро» и 8 полярноорбитальных спутников:

- 4 космических аппарата серии «Метеор», включая один океанографический КА;
- 2 космических аппарата серии «Канопус – В»;
- 2 космических аппарата серии «Ресурс – П».

Дополнительно, по инициативе Росгидромета и Роскосмоса, развернуты работы по созданию космической системы «Арктика», предназначенной для непрерывных наблюдений за арктическим регионом (недоступном для наблюдений с геостационарных орбит). Орбитальная группировка КС «Арктика» должна состоять из 2-х одинаковых космических аппаратов на высокоэллиптических орбитах, а также 2-х КА радиолокационного наблюдения на приполярных орбитах. К 2012 г. планируется сформировать на орбите и в дальнейшем поддерживать непрерывно действующую группировку полярноорбитальных КА серии «Метеор».

Второй круг вопросов, которому были посвящены обзорные, это состояние и перспективы использования спутниковой информации при решении сельскохозяйственных

задач. Были представлены некоторые направления использования дистанционных аэрокосмических методов при решении сельскохозяйственных задач в России, Украине и Казахстане. Особый интерес у слушателей вызвало описание специализированной спутниковой системы «Космос СХ», которая создается в интересах системы дистанционного мониторинга земель агропромышленного комплекса (СДМЗ АПК). Система должна обеспечить ежедневное получение информации среднего пространственного разрешения (не хуже 50 м в любой точке полосы захвата) по любому региону России. К системе предъявляются достаточно жесткие требования по обеспечению спектральной калибровки используемых в ней приборов и точности автоматической географической привязки данных.

В докладе, посвященном системе «Космос СХ», на основе опыта создания систем дистанционного мониторинга растительности (в первую очередь СДМЗ АПК), обосновываются основные требования к составу, характеристикам и конфигурации системы.

Основные направления работ представленных на секции *«Методы и алгоритмы обработки спутниковых данных»* – теоретическое, методическое и практическое развитие методов и алгоритмов обработки спутниковых данных. Многие работы продолжают ведущиеся исследования. Большая часть работ направлена на улучшение качества космических данных (радиометрическая и геометрическая коррекция результатов съемки, калибровка) и результатов их обработки (валидация). Расширяется спектральный диапазон используемых измерительных средств – от оптического до дециметрового. По результатам обсуждения представленных на секции докладов следует отметить значительный прогресс в области развития методов и алгоритмов обработки спутниковой информации.

На секции *«Вопросы создания и использования приборов и систем для спутникового мониторинга состояния окружающей среды»* были представлены доклады по ее традиционной тематике:

- приборным разработкам,
- вопросам построения систем ДЗЗ,
- калибровкам аппаратуры ДЗЗ.

В дополнение к представленным на пленарных заседаниях докладам по системам ДЗЗ на недавно запущенном КА «Метеор-М» и по планам разработки перспективных съемочных систем оптического и СВЧ диапазонов, на секции были представлены доклады по УФ системам, спектрорадиометрам и видеоспектрометрам коротковолновой части оптического диапазона, радиолокатору бокового обзора, атмосферным ИК спектрометрам и лидарам.

С большим удовлетворением было отмечено, что после большого перерыва на КА «Метеор-М» №2 появится ИК Фурье-спектрометр ИКФС-2. Отмечена необходимость развития этого направления особенно в отношении повышения спектрального разрешения

таких приборов. Интересным был доклад ИКИ РАН по сети микро и нано спутников для зондирования Земли и планет.

Среди докладов, посвященных тематике наземной отработки и калибровке приборов, было отмечено сообщение по калибровкам оптико-электронных систем в Белгосуниверситете, где был продемонстрирован высокий технический и методический уровень работ.

В докладах секции *«Дистанционные методы исследования атмосферных и климатических процессов»* было отражено современное состояние исследований и разработок по следующим основным направлениям использования данных спутниковых наблюдений:

- анализ данных спутникового мониторинга климатических процессов и катастрофических атмосферных явлений в системе океан-атмосфера (тропические циклоны, циклоны средних и высоких широт); разработка физических механизмов, вызывающих рассматриваемые явления; выработка физических предикторов этих природных явлений и их связи с изменениями климата;

- построение численных и аналитических моделей элементов общей циркуляции атмосферы – устойчивость зональных потоков, планетарные волны, крупномасштабные вихри в сдвиговых течениях; циклоническая деятельность атмосферы, выявление физических механизмов; сравнение с данными дистанционного зондирования;

- определение характеристик атмосферы дистанционными методами и валидация метеопараметров по данным дистанционного зондирования; тесно связанные с изучением изменчивости климата, задачи определения параметров облачного покрова в разных регионах.

Наибольший интерес слушателей вызвали результаты спутникового эксперимента «Русалка», который выполняет в настоящее время сотрудники ИКИ РАН на международной космической станции МКС, и предложения по дистанционному поиску возможных неравновесных излучений в земной атмосфере при резких фазовых переходах водяной пар-вода.

Тематика докладов секции *«Спутниковые исследования ионосферы»* была посвящена следующим вопросам:

- анализу данных приборов, установленных на космических аппаратах для изучения ионосферы;

- методам обработки и получения ионосферных параметров на основе спутниковых данных;

- морфологии ионосферы как при спокойных условиях, так и при таких известных естественных (стратосферные потепления, тропические циклоны, землетрясения, магнито-

ориентированные плазменные возмущений) и антропогенных возмущениях (воздействие нагретого стенда), а также во время полного солнечного затмения;

– теоретическим аспектам.

На секции *«Дистанционные исследования поверхности океана и ледяных покровов»* обсуждались следующие актуальные проблемы:

– методики восстановления спектрально-кинематических характеристик волнения по оптическим и радиолокационным изображениям морской поверхности;

– дистанционные исследования циркуляционных процессов в прибрежной зоне, выявление механизмов их генерации;

– поверхностные проявления внутренних волн в различных районах Мирового океана, возможности их изучения на основе спутниковых данных, сравнение с результатами натурными измерениями и численного моделирования;

– влияние особенностей поля ветра на характеристики поверхностного слоя;

– микроволновые исследования снежного покрова;

– комплексный спутниковый и *in situ* мониторинг биопараметров морских акваторий;

– современное состояние и перспективы выявления и прогноза распространения антропогенных загрязнений на водной поверхности по данным спутникового зондирования.

Следует отметить, что в последнее время, благодаря широкой поддержке РФФИ, проведено большое количество натуральных экспериментов и подспутниковых измерений, что позволило существенно улучшить интерпретацию данных дистанционного зондирования из космоса. Все большее распространение получают и многосенсорные исследования. При решении конкретных задач, комплексно используются спутниковые данные в оптическом, микроволновом и ИК диапазонах. Большой объем накопленных за последнее десятилетие данных дает возможность выявлять глобальные межгодовые и сезонные изменения климатически значащих параметров океана по спутниковым данным.

Было отмечено, что дистанционное зондирование Мирового океана из космоса достигло высокого уровня и является в настоящий момент мощным методом исследования океана.

На секции *«Спутниковые методы в геологии и геофизике»* обсуждались следующие основные проблемные вопросы:

– механизмы подготовки и предвестники землетрясений;

– радиационный баланс Земли;

– динамика и кинематика деформаций земной поверхности.

По всем перечисленным тематикам были сделаны приглашенные доклады, после которых заслушивались доклады по этой же проблеме, основанные на материалах ДЗЗ.

Участники секции отметили, что подобный регламент докладов является чрезвычайно удачным и позволяет сравнивать результаты, полученные с помощью методов ДЗЗ с теориями и данными, полученными на основе наземных наблюдений.

Было отмечено, что наиболее актуальными остаются тематики: дегазация и дегидратация земной коры; возможности методов ДЗЗ по измерению газов в атмосфере (в том числе и в период подготовки землетрясений); картографирование вещественного состава горных пород методами ДЗЗ; алгоритмы распознавания образов при применении методов ДЗЗ для решения геологических задач; механизмы деформаций земной поверхности. Необходимо более подробно обсудить данные проблемы в следующем году.

Кроме того, было отмечено, что при изучении сейсмической активности Земли методами ДЗЗ требуется создание банка временных рядов различных количественных характеристик, подготовленного по единой технологии ДЗЗ.

Основные направления, затронутые в докладах секции *«Методы дистанционного зондирования растительных и почвенных покровов»* можно представить в виде следующих блоков:

- развитие системы оценки количественных характеристик и продуктивности растительного покрова по данным оптических средств наблюдений;
- технологии обработки и интерпретация результатов временных серий изображений;
- признаки классификации и методы обработки изображений для мониторинга растительности;
- моделирование процессов изменения растительного покрова экотонных зон в градиенте сезонных, межгодовых и продолжительных климатических флуктуаций;
- разработка алгоритмов оценки состояния сельскохозяйственных культур, а также полезных и редких видов растений;
- анализ экологических последствий масштабных влияний производственной деятельности в условиях северных регионов;
- вопросы интеграции данных ГИС-систем с данными ДЗ для моделирования региональных процессов.

Представленные на секции результаты исследований и их обсуждение, а также открытая дискуссия участников по итогам работы секции позволяет сделать следующие выводы:

- необходима дополнительная организационная работа при подготовке следующей конференции для привлечения более широкого круга исследователей в области спутникового мониторинга почвенных покровов;

- в рамках следующей конференции рекомендуется привлечение для участия в секции докладов по результатам интеграционных исследовательских проектов, направленных на развитие междисциплинарных связей.

В 2009 году впервые в рамках конференции проходила работа секции *«Дистанционное зондирование планет Солнечной системы»*. Организация данной секции вызвана необходимостью обмена опытом использования спутниковых данных при изучении процессов на поверхности Земли и в ее атмосфере и при изучении других планет Солнечной системы. Представленные на данной секции доклады отражали широкий спектр задач дистанционного зондирования Солнечной системы от фотометрии Луны и радиолокационного зондирования поверхности Венеры на КА Венера 15 и 16, до исследования атмосфер Венеры и Марса в диапазонах спектра от ультрафиолетового до инфракрасного. Секцию посетило много участников конференции, занимающихся исследованиями Земли. Они проявили большой интерес к результатам и методам исследований планет и спутников, например использованию фотометрических кривых Луны для калибровки наземной аппаратуры или методам получения концентрации газов в надоблачной атмосфере Венеры и определению свойств аэрозолей на Марсе. Было отмечено, что подобный обмен опытом чрезвычайно полезен.

Конференция показала, что, несмотря на то, что в России сейчас практически нет собственных действующих спутниковых систем, которые могут давать высококачественную устойчивую информацию необходимую для научных исследований, в стране ведутся активные разработки методов и технологий обработки и использования данных дистанционного зондирования для решения различных научных и прикладных задач. Эти разработки во многих случаях не уступают, мировому уровню и позволяют решать актуальные научные задачи и активно развивать и внедрять различные прикладные системы мониторинга. Активному развитию данных работ способствует постоянно растущая доступность данных получаемых от различных зарубежных систем дистанционного зондирования, а также международное сотрудничество в данной области. Так, например, российскими учеными, их коллегами из Украины, Беларуси и Казахстана, регулярными участниками конференции, разработаны уникальные методики обработки спутниковых данных, позволяющие получать все более полную информацию о процессах на поверхности Земли, ее атмосфере и ионосфере.

В рамках Конференции, работала *Пятая Юбилейная Школа молодых ученых по фундаментальным проблемам дистанционного зондирования Земли из космоса*.

В первый день работы Школы ведущие российские ученые прочитали обзорные лекции по актуальным проблемам развития методов и систем дистанционного зондирова-

ния и использования технологий спутникового мониторинга Земли для решения фундаментальных и прикладных задач. Список лекций, прочитанных 16 ноября 2009 г.:

- **Савин И.Ю.** Спутниковый мониторинг сельскохозяйственных земель: современное состояние и перспективы (Институт космических исследований РАН, Москва);
- **Ершов Д.В.** Использование ГИС-технологий для работы с данными ДЗЗ на примере ИСДМ-Рослесхоз (Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, Москва);
- **Хренов А. П.** Аэрокосмические дистанционные методы исследования современного вулканизма (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии, Москва);
- **Копылов В.Н.** Особенности практического применения методов ДЗЗ из космоса при мониторинге окружающей среды (Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий, Ханты-Мансийск);
- **Лагутин А. А.** Оперативный мониторинг атмосферы и подстилающей поверхности по данным MODIS: алгоритмы, технологии и продукты (Алтайский государственный университет, Барнаул);
- **Кудрявцев В.Н.** Формирование радиолокационных изображений океана (Нансен-Центр, Санкт-Петербург)

Представление докладов молодых ученых проходило в рамках соответствующих секций. Был отмечен высокий уровень работ и большая активность молодых ученых. В последние годы все большее количество российских ВУЗов уделяет внимание дистанционным методам исследования Земли. В этой связи хочется отметить МГУ им. М.В. Ломоносова (географический и физические факультеты), Российский государственный гидрометеорологический университет (Санкт – Петербург), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, а также Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина и Белгосунiversитет (Минск).

Молодые ученые проявляют большой интерес к быстро развивающемуся направлению в науке, а именно дистанционному исследованию Земли из космоса. Подобные школы, как было отмечено всеми участниками, помогают молодым ученым ориентироваться в современных проблемах, осваивать новые методы и алгоритмы обработки спутниковых данных. Знакомится с ведущими специалистами в данной области, и набираться у них полезного опыта.

Среди молодых ученых проводился конкурс научных работ. Участники конкурса были награждены одной первой премией, двумя вторыми премиями и четырьмя третьими

премиями. Был отмечен высокий уровень и большая активность молодых ученых. Жюри, подведя итоги конкурса молодых ученых, постановило:

1) присудить первую премию и наградить почетной грамотой **Крота Юрия Александровича** (НИИ прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко Белгосуниверситета, Минск, Беларусь) за доклад «Спектрорадиометры на область 0,35-2,5 мкм для дистанционного мониторинга Земли», представленный на секции «Вопросы создания и использования приборов и систем для спутникового мониторинга состояния окружающей среды»

2) присудить две вторых премии и наградить почетными грамотами:

Ермошкина Алексея Валерьевича (Учреждение Российской академии наук Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород) за доклад «Анализ эволюции интенсивных внутренних волн в Японском и Охотском морях с использованием спутниковых данных радиолокатора с синтезированной апертурой и радиометров», представленный на секции «Дистанционные исследования поверхности океана и ледяных покровов»;

Недолужко Илью Валерьевича (Учреждение Российской академии наук Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток) за доклад «Функционирование Центра спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН в качестве сервис-провайдера среды SSE Европейского космического агентства», представленный на секции «Технологии и методы использования спутниковых данных в системах мониторинга»

3) присудить четыре третьих премии и наградить почетными грамотами

Лобанову Марию Анатольевну (Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург) за доклад «Зависимость параметра асимметрии индикатрисы рассеяния от характеристик среды», представленный на секции «Методы и алгоритмы обработки спутниковых данных»

Новичихина Антона Евгеньевича (МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет лаборатория аэрокосмических методов, Москва) за доклад «Автоматизированное картографирование характеристик древостоев в зоне экотона лесотундры по снимкам сверхвысокого пространственного разрешения», представленный на секции «Методы дистанционного зондирования растительных и почвенных покровов»

Беляева Дениса Анатольевича (Учреждение Российской академии наук Институт космических исследований РАН) за доклад «Исследование содержания SO₂ над облаками Венеры по данным прибора SPICAV/SOIR миссии «Венера Экспресс»», представленный на секции «Дистанционное зондирование планет Солнечной системы»

Ясюкевича Юрия Владимировича (Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск) за доклад «Рассеяние сигнала GPS на среднеширотных магнитоориентированных ионосферных плазменных неоднородностях в области магнитного зени-

та и магнитной нормали», представленный на секции «Спутниковые исследования ионосферы»

В заключение отметим, что большое число представленных на конференции работ поддержано РФФИ в рамках инициативных, региональных, экспедиционных и ориентированных фундаментальных проектов. Многие ученые, в первую очередь молодые, смогли принять участие в работе конференции благодаря грантам РФФИ.

**Решение Седьмой Всероссийской Открытой Ежегодной конференции
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА
(Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды,
природных и антропогенных объектов)"**

1) Признать работу Седьмой Всероссийской Открытой Ежегодной конференции "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА" (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, природных и антропогенных объектов) успешной. Выразить благодарность Программному и Организационному комитетам конференции за хорошую организацию и проведение конференции. Поблагодарить администрацию ИКИ РАН за предоставление прекрасных помещений и новейшего оборудования для работы секций.

2) Выразить большую благодарность РФФИ и Президиуму РАН за оказанную материальную поддержку.

3) По материалам конференции издать очередной седьмой том в четырех номерах Сборника научных статей «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса».

4) Провести в ИКИ РАН, Москва 15-19 ноября 2010 года Восьмую Открытую Всероссийскую конференцию «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА».

Оргкомитет Конференции выражает благодарность Российскому фонду фундаментальных исследований за оказанную финансовую поддержку (проекты РФФИ 09-05-06080-г и 09-05-06811-моб_г).

Заместители главного редактора сборника научных статей
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»
Е.А. Лупян (ИКИ РАН)
О.Ю. Лаврова (ИКИ РАН)