

СЕКЦИЯ

"МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ"

## **Автоматическое выделение вихрей по спутниковым ИК-изображениям**

*Алексанин А.И., Алексанина М.Г.*

*Институт Автоматики и процессов управления ДВО РАН*

*690041, Владивосток, Радио 5, (4232)310468*

*[aleks@iacp.vl.ru](mailto:aleks@iacp.vl.ru) , [aleks@satellite.dvo.ru](mailto:aleks@satellite.dvo.ru)*

На спутниковых инфракрасных (ИК) изображениях синоптические вихри поверхности океана выглядят как характерные термические структуры, которые можно выделять на основе поля доминантной ориентации термического контраста (ДОТК). По сути ДОТК является статистически значимой касательной к изотерме в некоторой окрестности точки. Высокая степень корреляций ДОТК с направлениями векторов поверхностных течений, стабильность ДОТК в течение нескольких дней позволяют в сложных облачных условиях выделять синоптические вихри и определять их параметры по композиционным ДОТК.

Задача построения композиционных полей ДОТК рассматривалась на примере Курильского района в Охотском море как наиболее облачного и динамичного. Высокая степень совпадения доминантных ориентаций термических контрастов с направлениями поверхностных течений позволила создать алгоритм автоматического выделения вихрей с оценкой параметров на основе аналитической модели вихря. Модель характеризуется следующими параметрами: положение центра вихря, размер, границы вихря и положение зоны максимальных скоростей.

## **Построение интерфейсов для организации работы с архивами спутниковых данных удаленных пользователей**

*Андреев М., Ефремов В., Лупян Е.А., Мазуров А.А, Наглин Ю.,*

*Прошин А.А., Флитман Е.В.*

*Институт космических исследований РАН*

В докладе представлены возможности созданной в ИКИ РАН базовой системы интерфейсов для организации работы удаленных пользователей с архивами спутниковых данных. Созданные интерфейсы позволяют пользователям легко задавать различные параметры для поиска данных в архивах, работать с каталогами данных, осуществлять поиск необходимых данных, оценивать качество данных по их обзорным изображениям, анализировать покрытие выбранных территорий данными, находящимися в архивах, осуществлять выбор и получение фрагментов данных полного разрешения, а также осуществлять совмещение разных типов данных. В докладе описаны основные технические особенности построения таких интерфейсов, а также приводятся примеры их использования для построения различных архивов спутниковых данных.

# Технология восстановления спектральной яркости объектов земной поверхности по данным спектрозональной съемки

*Антонушкина С.В., Еремеев А.В.*

*Рязанская государственная радиотехническая академия*

*390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1.*

*E-mail: gislab@org.etr.ru, тел. (0912) 72-15-56*

Рассматривается методика оценки спектральной яркости объектов земной поверхности  $G(\lambda)$  по серии спектрозональных изображений  $B_k$ ,  $k = \overline{1, K}$ , и спектральным чувствительностям многозонального сканирующего устройства  $S_k(\lambda)$ ,  $k = \overline{1, K}$ , полученным в ходе его предполетной аттестации. Методика основана на численном решении системы уравнений

$$B_k = \int_0^{\infty} G(\lambda) S_k(\lambda) d\lambda, \quad k = \overline{1, K},$$

относительно коэффициентов  $a_r$ ,  $r = \overline{0, K-1}$ , полиномиального приближения спектральной яркости сцены  $G(\lambda) = \sum_{r=0}^{K-1} a_r \lambda^r$ .

Выполнена оценка точности методики для наиболее распространенных объектов природной среды. Установлено, что среднеквадратическая погрешность оценки  $G(\lambda)$  составила для полинома 2-й степени – не более 5%, для полинома 3-й степени – не более 3%.

# **Опыт использования многозональных космоснимков ASTER на примере Уронайского рудного узла**

***Баландис В.А., Глушкова Н.В.***

*НИУ ОИГГМ им. А.А.Трофимука СО РАН Россия, г. Новосибирск, пр. Коптюга, д.3*

[hope@uiggm.nsc.ru](mailto:hope@uiggm.nsc.ru)

Объектом исследования является Уронайский рудный узел, располагающийся в Восточном Забайкалье. До настоящего времени, в рамках традиционных геологосъемочных работ здесь было выявлено значительное количество месторождений и рудопроявлений, выходящих на земную поверхность. В связи с этим особую актуальность приобрели методы, позволяющие выявить скрытое оруденение. Для достижения указанной цели нами используются методы ГИС и ДЗ. Обработка ночных и дневных мультиспектральных снимков ASTER позволяет выявлять скрытые геологические структуры и ландшафтные особенности территории.

Для выявления ландшафтных особенностей территории создана серия геоландшафтных схем, отражающих степень задернованности территории, характер четвертичного покрова и увлажненности субстрата. Для выделения участков, покрытых растительностью, использовался расчет NDVI. Для выявления типов растительности проводилась классификация с обучением (методом спектрального угла по эталонным участкам). Основным рудоконтролирующим фактором на исследуемой территории являются разломы. Для выявления разломов не закартированных при геологических исследованиях использовались ночные тепловые снимки ASTER. Для зон разломов характерна высокая влажность почв и подпочвенного субстрата, уменьшающая поверхностную температуру. Поэтому на ночных тепловых снимках они отчетливо фиксируются на фоне окружающих пород темным серым тоном.

Уточнение структурных и ландшафтных особенностей исследуемой территории является основой комплексной геоинформационной модели рудоконтролирующих факторов, которая используется для выделения участков, перспективных на обнаружение скрытого оруденения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ №03-05-64151. Снимки ASTER предоставлены центром ERSDAC по программе ASTER ARO(AP-0238).

## **Объединение информационных ресурсов спутникового мониторинга в единую информационную среду**

*Балашов А.Д., Кудашев Е.Б., Филонов А.Н.*

*ИКИ РАН, Москва, 117997, Профсоюзная 84/32*

*E-mail: [eco@iki.rssi.ru](mailto:eco@iki.rssi.ru). Тел.: (095) 333 1234*

Развитие программ дистанционного зондирования Земли CEOS (The Committee on Earth Observation Satellites); объединение спутниковых и наземных систем глобального экологического мониторинга природной среды программой IGOS: Global Climate Observing System (GCOS), Global Ocean Observing System (GOOS), Global Terrestrial Observing System (GTOS) делает особенно актуальными задачи систематизации спутниковых данных, структуризации и создания средств каталогизации и поиска. Из-за тенденции к интеграции национальных информационных ресурсов на первый план выдвигаются проблемы освоения международных стандартов хранения и представления информации и метаданных; разработка технологии централизованно-распределенного хранения данных; разработка схем метаданных с учетом существующих международных и отечественных стандартов содержания и обмена данных.

Перспективные методы решения задач информационной поддержки экологического мониторинга основаны на информационных системах нового типа, получивших название Электронные библиотеки. Методы получения информации в Электронных библиотеках, оперирующих электронными коллекциями информационных ресурсов, включают обработку широкого спектра форматов данных и набор Web-интерфейсов, обеспечивая возможность доступа к разнообразным цифровым объектам и поддерживая набор различных стандартов метаданных.

В докладе рассматривается Электронная библиотека исследования Земли из космоса, разрабатываемая в ИКИ РАН как интегрированная распределенная информационная среда. Электронная Библиотека ИКИ предоставляет пользователям специализированные интерфейсы доступа к спутниковым данным; обеспечивает долговременное хранение данных и позволяет производить поиск по заданным атрибутам; поддерживает форматы электронного обмена массивами данных, а также унифицированный сетевой доступ к спутниковым снимкам и коллекциям данных. Эта работа поддержана грантами ИНТАС 00-089 и РФФИ 01-07-90008.

## **Методология использования данных Landsat-7 при инвентаризации северо-восточных лесов России**

**Бутусов О.Б., Сухих В.И., Жирин В.М., Шаталов А.В., Эйдлина С.П., Князева С.В.**

*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*

*117997, Москва, Профсоюзная, 84/32, E-mail: [butusov@cepl.rssi.ru](mailto:butusov@cepl.rssi.ru), (095) 331-17-01*

Исследованы возможности контролируемой классификации с помощью нейронных сетей и классических алгоритмов изображения Landsat-7 в целях инвентаризации низкопродуктивных лиственных лесов северной Якутии. Задача дистанционной классификации таксационных выделов изучалась отдельно для восьмого панхроматического канала Landsat-7 и остальных спектральных каналов. В качестве признаков, использованных для классификации, были взяты гистограммы распределения яркостей пикселей классов в спектральных каналах многозонального космического изображения Landsat-7. При этом однородность гистограмм и отсутствие мозаичности таксационных выделов были главными критериями при их отборе в состав исследуемой выборки. Суммарный объем выборки составил 131 выдел, которые были разделены на семь классов: тундра, редины и пять классов лиственницы, различающихся по полноте и классам возраста. Деление данной сравнительно небольшой выборки на семь классов значительно ухудшает ее статистические характеристики необходимые для корректного распознавания. При этом была достигнута удовлетворительная точность настройки нейронной сети (относительная среднеквадратичная ошибка составила  $10^{-4}$  за 50 итераций). Использование обучающей выборки в качестве контрольной показало удовлетворительные результаты распознавания таксационных выделов с различными биометрическими показателями. Однако деление выборки на обучающую и контрольную с объемами около 65 выделов на выборку значительно ухудшило полученные ранее результаты.

# Некоторые вопросы параллельной обработки гиперспектральных аэрокосмических изображений

*Бучнев А.А., В.П. Пяткин*

*Институт Вычислительной математики и математической геофизики СО РАН*

*630090, Новосибирск, пр. акад. Лаврентьева, 6*

*E-mail: [baa@ooi.sscru](mailto:baa@ooi.sscru), [pyr@ooi.ssc.ru](mailto:pyr@ooi.ssc.ru)*

В последние годы характерными чертами аэрокосмического зондирования являются повышение пространственного разрешения аэрокосмических снимков и использование гиперспектральной съемки с большим числом спектральных каналов. В частности, 36-канальная съемочная система MODIS, установленная на спутниках TERRA и AQUA, способна порождать черно-белые изображения для каждого канала объемом в десятки мегабайт. Синтезированные цветные изображения могут иметь объемы уже в сотни мегабайт. В ИВМиМГ СО РАН разрабатывается технология параллельной обработки таких изображений в локальных сетях суперкомпьютерных центров. Эта технология основана на использовании системы параллельного программирования MPI (Message Passing Interface), установленной на суперкомпьютерах МВС-1000 и RM600. Можно выделить следующие группы преобразований, требующих параллельных версий из-за большого объема вычислений.

*1. Яркостные и контрастные преобразования изображений.* В полноцветных изображениях эти преобразования сводятся к переходу от цветовой модели RGB к цветовой модели Lab, выполнению необходимых действий над координатой L и обратному переходу к модели RGB с сохранением соотношений между значениями координат A и B.

*2. Геометрические преобразования изображений.* Сюда мы относим преобразования, связанные с изменением пространственного разрешения при совмещении изображений, формированием картографических проекций и объединением изображений, являющихся картографическими проекциями на одну и ту же карту.

*3. Выделение кольцевых структур и протяженных объектов (линеаментов) на изображениях,* основанное на использовании непараметрических статистических критериев для выделения аномальных структур на аэрокосмических изображениях.

Работа выполнена частично при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 03-07-90239).

**Программно-алгоритмическое обеспечение  
автоматического прецизионного совмещения данных ДЗЗ,  
получаемых разными съемочными системами  
в разных спектральных зонах и в разное время**

*Василейский А.С.*

*АНО “Космос – Наука и техника”, Москва, 117997, Профсоюзная, 84/32.*

*E-mail: [asvas@wildcat.iki.rssi.ru](mailto:asvas@wildcat.iki.rssi.ru). тел. (095) 333-11-77*

Эффективность исследования характеристик земной поверхности и происходящих на ней процессов по результатам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) зачастую может быть достигнута только при совместной обработке видеоданных, получаемых в разное время, разными съемочными системами, с разных КА, в различных спектральных зонах. Оперативная совместная обработка разных изображений одного и того же участка земной поверхности требует их автоматического координатного совмещения с высокой точностью.

Представленное в докладе программное обеспечение предназначено для прецизионного совмещения изображений, получаемых съемочной аппаратурой в разных спектральных зонах и в разное время. Совмещение может осуществляться в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах. При ручном совмещении оператор производит традиционные операции по выбору и уточнению местоположения опорных точек (ОТ) на изображениях. При этом в распоряжении оператора предоставляется ряд автоматизированных инструментов, облегчающих процесс выбора ОТ.

В автоматическом режиме программа реализует обобщенный площадной алгоритм совмещения, основанный на выборе и сопоставлении ОТ с использованием корреляционного алгоритма и метода наименьших квадратов (МНК) для идентификации сходных фрагментов изображений. Дополнительное субпиксельное уточнение местоположения ОТ на основе МНК обеспечивает высокую точность совмещения. Последующая многоступенчатая верификация ОТ позволяет исключать из рассмотрения неправильно сопоставленные ОТ.

Представленные результаты экспериментов по совмещению изображений, полученных съемочной аппаратурой Landsat-TM, Landsat-ETM, SPOT-XS, “Ресурс-О1” МСУ-Е в разных спектральных зонах и в разное время подтверждают высокую эффективность разработанного программно-алгоритмического обеспечения.

## **Межканальное геометрическое совмещение изображений, полученных с помощью малого спутника BIRD**

*Василейский А.С, Б.С.Жуков, Я.Л.Зиман, Д.Эртель, М.Конрадт*

*ИКИ РАН, DLR (Германия).*

*117997, Москва, Профсоюзная, 84/32.*

*E-mail: [asvas@wildcat.iki.rssi.ru](mailto:asvas@wildcat.iki.rssi.ru). тел. (095) 333-11-77*

В рамках сотрудничества Института космических исследований РАН (ИКИ) и Немецкого аэрокосмического центра (DLR) проводились работы по прецизионной межканальной геометрической калибровке съемочной аппаратуры космического аппарата (КА) BIRD.

На борту разработанного в DLR микроспутника BIRD в качестве основной съемочной аппаратуры установлены камеры, осуществляющие съемку в разных спектральных зонах. Совместная обработка данных, получаемых этими тремя устройствами, предусматривает совмещение изображений с субпиксельной точностью. Исходные видеоданные демонстрируют существенные взаимные межканальные геометрические искажения, вызываемые разными факторами: конструкцией съемочной аппаратуры, влиянием механических и температурных воздействий на съемочную аппаратуру и КА при запуске и при работе на орбите. Результаты предполетной геометрической калибровки съемочной аппаратуры BIRD позволяют проводить геометрическую коррекцию получаемых разными камерами изображений. Для компенсации дополнительных искажений, вызываемых внешними воздействиями на КА в полете, и уточнения данных наземной калибровки необходимо проводить периодическую геометрическую калибровку съемочной аппаратуры.

Рассматривается решение проблемы межканальной геометрической калибровки съемочной аппаратурой BIRD путем прецизионного совмещения изображений. Представлен разработанный в ИКИ и обеспечивающий субпиксельную точность метод совмещения, а также реализующее его специализированное программное обеспечение. Программа межканальной геометрической калибровки BIRDIC позволяет автоматически обрабатывать данные с BIRD и получать скорректированную видеоинформацию. Представлены результаты экспериментов по геометрической калибровке съемочной аппаратуры КА BIRD путем совмещения реальных изображений.

# **Методика оперативной координатной привязки космических видеоданных по элементам внешнего ориентирования, определяемым с помощью навигационных систем**

*Василейский А.С., Я.Л.Зиман*

*ИКИ РАН, АНО “Космос – Наука и техника”.*

*117997, Москва, Профсоюзная, 84/32.*

*E-mail: [asvas@wildcat.iki.rssi.ru](mailto:asvas@wildcat.iki.rssi.ru), тел. (095) 333-11-77*

Представлены алгоритмы проведения по навигационным измерениям автоматической оперативной географической привязки видеоданных, получаемых космическими системами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Основными требованиями к географической координатной привязке, являющейся неотъемлемым этапом наземной обработки изображений ДЗЗ, являются высокая точность, оперативность и, по возможности, полная автоматизация.

Разрабатываемый комплекс координатно-временного обеспечения (ККВО) предназначен для обеспечения автоматического решения этой задачи и включает аппаратуру автономной спутниковой навигации, прецизионные звездные координаторы и процессор. При установке ККВО на борту перспективных космических аппаратов ДЗЗ, передаваемые на Землю видеоданные со строчных съемочных устройств будут сопровождаться синхронными по времени определениями элементов их внешнего ориентирования, что позволит оперативно осуществлять автоматическую высокоточную географическую координатную привязку.

Представлены алгоритмы решения при наличии навигационной информации трех основных задач, возникающих при географической координатной привязке:

- определение географических координат проекции выбранной точки изображения на земную поверхность;
- нанесение на полученные изображения координатной сетки параллелей и меридианов;
- трансформирование изображений в заданные картографическую проекцию и масштаб.

## **Инструментальные средства для дешифрирования по космическим снимкам облачной и ледовой обстановки**

*Воронин А.А., Иоффе Г.М., Кровотынцев В.А.*

*Рязанская государственная радиотехническая академия*

*390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1.*

*E-mail: gislab@org.etr.ru. Тел. (0912) 72-15-56*

*НИЦ космической гидрометеорологии “Планета”*

*123342, г. Москва, Большой Предтеченский пер. д.7*

Рассматриваются инструментальные средства формирования карт облачной и ледовой обстановки, которые обеспечивают замкнутый технологический процесс и востребованные во многих практических приложениях.

Отличительной особенностью рассматриваемых средств является их модульность, расширяемость, высокая скорость обработки, единообразный пользовательский интерфейс, унифицированность получаемых информационных продуктов.

Проектирование модулей выполнено с использованием MS Visual C++ v6.0 для операционных систем MS Windows 9x/NT/2000.

Приводятся результаты экспериментальной апробации разработанных программно-инструментальных средств, работающих в составе геоинформационной системы “PlanetaMeteo”, при создании тематических карт ледовой и облачной обстановки по изображениям, получаемых со спутников серии NOAA.

# **Использование данных спутникового зондирования в составе ГИС по северо-западной части Тихого океана на основе интернет/интранет технологий**

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

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН*

*690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, д. 43*

*Тел: 7-4232-312-131, e-mail: [gis@poi.dvo.ru](mailto:gis@poi.dvo.ru)*

В ТОИ ДВО РАН разрабатывается ГИС по северо-западной части Тихого океана и дальневосточным морям на основе интернет/интранет. Основная цель – предоставление картографического сервиса и максимально возможного набора разнородных данных по исследуемому региону. Одной из составляющих системы является каталог изображений, полученных радиолокационными станциями с синтезированной апертурой (РСА) со спутников ERS-1/2. В каталоге к каждому изображению РСА имеется описание и перечень явлений, которые были выявлены при визуальном анализе. Второй вид новых спутниковых данных – это яркостные температуры  $T_{я}$  на 6 частотах на вертикальной и горизонтальной поляризациях, измеренные микроволновым радиометром AMSR-E со спутнике Aqua (США). Значения  $T_{я}$  охватывают полосу обзора шириной 1600 км. Они предоставляются в Hierarchical Data Format Японским космическим агентством NASDA. Глобальные данные за одни сутки имеют объем примерно 330 Мб и записаны в 29-30 файлах. При добавлении данных в ГИС автоматически генерируются файлы в формате ASCII, состоящие из колонок координат и значений яркостных температур на всех каналах. Значения  $T_{я}$  интерполируются в узлы регулярной сетки и формируются изображения в формате Portable Network Graphics. Измерения радиометром AMSR-E позволяют восстанавливать поля ТПО и приводного ветра с разрешением примерно 40 x 70 км. Пользователи в зависимости от уровня доступа к системе имеют возможность просматривать каталог и сами изображения, получать выборку данных по составленным ими комплексным запросам и/или редактировать каталог.

## **Диагностика и прогноз влияния глобальных климатических осцилляций на активность дальневосточных ураганов**

*Головко В. А., И. Л. Романов*

*Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»  
141700, г. Долгопрудный Московской обл., ул. Первомайская д.7.  
тел. 483-3125, e-mail – [golovko@planet.iitp.ru](mailto:golovko@planet.iitp.ru)*

Уходящая длинноволновая радиация (УДР) является одним из основных климатологических факторов в существенной степени определяющих динамику явлений в системе «подстилающая поверхность-атмосфера» Земли. На основе данных спутниковых наблюдений за составляющими радиационного баланса Земли (РБЗ), полученными с помощью космических систем за последние 20 лет, было проведено математическое моделирование взаимосвязей радиационных компонентов климатической системы с аномальными природными явлениями.

На примере тропических ураганов (тайфунов) были получены численные оценки связей частоты появления этих опасных природных явлений с характеристиками УДР Земли и с осциллирующими компонентами климата (ЭНЮК, САК и др.). В результате была построена Байесовская иерархическая модель, связывающая пространственное распределение месячного количества наблюдений тайфунов с региональными характеристиками поля УДР и основными осциллирующими климатическими индексами. Базовая иерархическая модель предусматривает три уровня:

- 1) модель данных [данные | процесс, параметры],
- 2) модель процесса [процесс | параметры],
- 3) модель параметров [параметры].

Для выделенной области зарождения тайфунов в западной части Тихого океана была установлена статистическая значимость региональных характеристик УДР, как оптимальных предикторов годового количества тайфунов в исследуемой области. Подтверждена статистически значимая связь пространственного распределения годового количества тайфунов с индексом Южного колебания. Валидация полученных результатов прогноза количества тайфунов на основе сопоставления с данными независимых наблюдений за трехлетний период показывает, что средняя относительная точность прогноза составляет около 10%. На основе прогнозируемых значений поля УДР в области зарождения тайфунов с помощью иерархической модели получены оценки среднегодового количества тайфунов вплоть до 2008 года.

## **Возможности построения автоматизированных систем обработки спутниковых данных на основе программного комплекса XV\_SAT**

*Егоров В.А., Ильин В.О., Лурия Е.А., Мазуров А.А., Флитман Е.В.*

*ИКИ РАН*

В докладе представлены архитектура и возможности разработанного в ИКИ РАН программного комплекса XV\_SAT. Комплекс предназначен для проведения обработки данных различных спутниковых систем дистанционного зондирования. Комплекс создан на основе ряда программных пакетов, которые более десяти лет разрабатывались и использовались в ИКИ РАН для построения автоматизированных систем приема, архивации, обработки и распространения спутниковых данных. Программный комплекс XV\_SAT позволяет решать различные задачи, возникающие в процессе обработки спутниковых данных (калибровка, географическая привязка, классификация и т.д.). Сегодня комплекс позволяет работать с данными спутников серии NOAA, Ресурс, Метеор-3М, Terra, Aqua, Spot. В то же время архитектура, на основе которой построен комплекс, позволяет легко расширять и дорабатывать его. В ней предусмотрены возможности разработки и включения в комплекс модулей, разработанных пользователями для решения различных задач.

Одной из основных особенностей комплекса, представляемых в докладе, является возможность организации на его основе автоматических процедур обработки спутниковых данных. В докладе приводятся также примеры использования комплекса для построения систем автоматической обработки в различных центрах приема спутниковых данных.

## **Методика и алгоритм определения в полете взаимной выставки на КА аппаратуры ДЗЗ и звездных координаторов**

*Железнов М.М., Я.Л.Зиман, А.А.Фориш*

АНО “Космос – Наука и техника”.

117997, Москва, Профсоюзная, 84/32.

E-mail: maxim@nserv.iki.rssi.ru, тел. (095) 333-22-78.

При космическом дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ), в процессе которого теми или другими съемочными системами получают изображения земной поверхности и облачных образований, стоят две основных координатных задачи – выдерживание определенной пространственной ориентации, установленной на космическом аппарате (КА) аппаратуры ДЗЗ и географическая координатная привязка получаемых этой аппаратурой видеоданных. Для решения с возможно высокой точностью этих задач на создаваемых для ДЗЗ искусственных спутниках Земли устанавливается аппаратура спутниковой навигации (АСН) и звездные координаторы (ЗК).

Решение вышеназванных координатных задач ДЗЗ требует знания взаимной ориентации двух внутренних систем координат – аппаратуры ДЗЗ и звездных координаторов.

Непосредственно в полете можно с высокой точностью, зависящей в основном от угловой разрешающей способности звездных координаторов и аппаратуры ДЗЗ, определять их взаимную ориентацию. Для этого надо одновременно провести съемки звездным координатором звездного неба и аппаратурой ДЗЗ тестового участка земной поверхности с опорными контурными точками, географические координаты которых известны с требуемой точностью.

Все перечисленные видео и сопутствующие данные передаются на землю. На земле данные проходят предварительную обработку, которая заключается в определении, как правило, по топографическим картам геоцентрических координат отобранных на полученных изображениях контурных точек и интерполяции на время их съемки данных АСН и ЗК. Затем определяется искомая взаимная ориентации систем координат съемочного устройства и звездного координатора.

# **Нейронно-сетевые алгоритмы восстановления параметров системы океан-атмосфера по данным микроволнового спутникового зондирования**

*Заболотских Е.В.<sup>1</sup>, Л.М. Митник<sup>2</sup>, Л.П. Бобылев<sup>1/3</sup>, О.М. Йоханнессен<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Научный фонд "Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена"*

*Тел: 812-2343924, e-mail: Elizaveta.Zabolotskikh@niersc.spb.ru*

<sup>2</sup>*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН  
690041 г. Владивосток, ул. Балтийская, д. 43; mitnik@online.vladivostok.ru*

<sup>3</sup>*Nansen Environmental and Remote Sensing Centre  
N - 5059 Norway, Bergen, Edvard Griegsvei 3a; ola.johannessen@nersc.no*

Пассивные и активные микроволновые спутниковые измерения обеспечивают получение регулярной оперативной информации о подстилающей поверхности и атмосфере независимо от облачности и времени суток. Одной из центральных проблем при этом является разработка эффективных алгоритмов восстановления геофизических параметров, характеризующихся повышенной точностью оценок при различных погодных условиях. Поскольку зависимости между измеряемыми величинами и геофизическими параметрами, как правило, нелинейны и известны приближенно, при решении обратных задач целесообразно применять алгоритмы, основанные на использовании Нейронных Сетей (НС). Об этом, в частности, говорит растущее число публикаций в зарубежных научных журналах (в отличие от отечественных, где они остаются единичными). Из их анализа следует, что ряд вопросов, связанных с применением НС, исследован недостаточно. Расширение их применения сдерживается также тем, что погрешности восстановления параметров НС-алгоритмами напрямую связаны с аккуратным моделированием измерений и наличием репрезентативной базы данных для настройки. В работе рассматривается задача выбора оптимальной модели НС типа многослойного персептрона с обратным распространением ошибок для оценки параметров атмосферы и океана по данным микроволнового радиометра SSM/I. Выполнен анализ связи архитектуры НС-алгоритмов и погрешностей восстановления параметров. Результаты исследования показали, что независимо от уровня шумов радиометра и поглощения в атмосфере минимальным ошибкам определения параметров соответствует однопараметрическая конфигурация НС с одним скрытым уровнем нейронов. Ошибки восстановления достигают минимума, когда число нейронов меняется от 2 до 5.

## **Методы и информационные технологии межотраслевой обработки данных дистанционного зондирования земли**

*Злобин В.К., Еремеев В.В., Кузнецов А.Е.*

*Рязанская государственная радиотехническая академия*

*390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1.*

*E-mail: [gislab@org.etr.ru](mailto:gislab@org.etr.ru). Тел. (0912) 72-15-56*

Представлена концепция создания полнофункциональных унифицированных математических и программных средств обработки данных ДЗЗ. Их отличительной особенностью является нечувствительность к техническим характеристикам систем ДЗЗ, функциональная полнота, высокая скорость и точность обработки.

На базе предложенных структурных и информационно-алгоритмических решений с использованием интегрированной среды программирования MS Visual C++ v.6.0 для Windows 9x/ NT 4.0/2000 спроектировано семейство программных систем NormSat, NormSatReg, NormScan, NoaaSat, BankSat и др., которые используются для межотраслевой обработки данных от космических систем «Ресурс-О1», «Океан-О», «Метеор-3М», NOAA и планируются для обработки информации от вновь проектируемых спутников «Сич-1М», «Монитор-Э», «Ресурс-ДК». Общий объем функционально полной инсталляционной версии программной системы составляет около 9 Мбайт. Электронный каталог разработан на основе СУБД MS SQL Server 6.5 по заказу Научного центра оперативного мониторинга Земли Росавиакосмоса и открыт для широкого круга пользователей по адресу [www.ntsomz.ru](http://www.ntsomz.ru).

# **Энергетическая эффективность новейших методов помехоустойчивого кодирования**

***Золотарёв В.В.***

*Институт космических исследований РАН*

*117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32,*

*e-mail: zolotasd@yandex.ru, тел. 333-13-01, моб. 8-916-518-86-28*

Рассмотрены принципы функционирования и энергетические характеристики многопороговых декодеров (МПД) в области высоких уровней шума канала. Эти методы во многих случаях столь же эффективны, как и оптимальные переборные процедуры декодирования. Столь высокая их эффективность определяется тем, что алгоритмы этого типа - единственные, которые являются результатом формулировки и реализации в наиболее технологичном виде задачи декодирования как глобальной оптимизации функционала от очень большого числа дискретных переменных.

Для МПД доказано, что при всех изменениях декодируемых символов этот декодер приближается к решению оптимального декодера. Оценивается сложность реализации метода как число выполняемых им операций в пересчете на один декодируемый символ. Показано, что по сложности МПД незначительно отличаются от обычных пороговых декодеров Мессе. Дано сопоставление МПД по числу операций и по энергетической эффективности с алгоритмом Витерби и турбо кодами. Показано, что МПД на два порядка проще по формальным критериям, чем турбо. Простые технологические решения позволяют реализовать МПД в виде одноконтурных схем. Соответствующие им по эффективности турбо декодеры требуют до десяти тысяч операций на декодируемый символ.

## **Технология мониторинга облачности по изображениям от геостационарных спутников**

***Кареев А.В., Соловьев В.И.***

*Рязанская государственная радиотехническая академия*

*390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1;*

*E-mail: gislab@org.etr.ru. Тел. (0912) 72-15-56*

*Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии “Планета”*

*123342, г. Москва, Б. Предтеченский пер. д.7.*

Технология позволяет оценить количество облачных образований по изображениям геостационарных спутников METEOSAT-7/5, GOES-E/W, GMS. Ее отличительная особенность заключается в том, что переход от яркостей точек к радиационным температурам происходит путем построения регрессионной зависимости и “притягивания” рассчитываемых температур к прогностическим данным, получаемым из Гидрометцентра.

В соответствии с технологией для исходных изображений по отсчетам яркостей точек вычисляется оценка радиационных температур излучающей поверхности. Путем сопоставления вычисленной температуры с ожидаемой температурой подстилающей поверхности, получаемой из климатических данных о поверхности океана или по прогностическим профилям температуры и влажности, принимается решение о наличии или отсутствии облачности. На основе предложенной технологии разработан программный модуль, функционирующий в составе геоинформационной системы PlanetaMeteo и используемый в НИЦ “Планета” для оперативной работы.

# **Создание спутникового метода определения температуры подстилающей поверхности для сельскохозяйственной территории Иркутской области на основе данных спутников серии NOAA**

*Криворучка Г. Г., Абушенко Н.А., Тащилин С. А.  
Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН, 664003, Россия,  
г.Иркутск, ул. Лермонтова, 126, Центр космического мониторинга,  
телефон: (+7 3952) 42-58-65; e\_mail: [ckminf@iszf.irk.ru](mailto:ckminf@iszf.irk.ru)*

Целью данной работы является развитие и оценка точности спутникового метода определения температуры подстилающей поверхности для территорий основных районов сельскохозяйственной деятельности Иркутской области на основе данных инфракрасных каналов AVHRR/NOAA с пространственным разрешением 1км<sup>2</sup>. Для верификации с агрометеорологическими данными были отобраны: 14 алгоритмов расчёта температуры поверхности суши [1] для территории с/х зоны Иркутской области. Анализ проводился по 13 пунктам метеорологической сети за ночные и дневные сроки с учетом наличия снежного покрова. Из архива ИСЗФ СО РАН были выбраны более 450 пролётов с безоблачными участками над рассматриваемым регионом за тёплые периоды (апрель-октябрь) 1999-2002 гг.

По всем пунктам найдены средние значения нормализованного вегетационного индекса (NDVI) и с помощью методики [2] найдены значения излучательной способности поверхности почвы, вычислены их средние месячные и полугодовые величины.

Рассчитаны коэффициенты корреляции, корреляционные отношения и различные уравнения регрессии между показаниями каналов 4 и 5 радиометра и температурой почвы отдельно для дневных и ночных сроков.

Для наиболее результативных уравнений регрессии расчётная оправдаемость составила 76-86%, точность измерения - 2.0-2.6°С, в то время как для уже имеющихся алгоритмов, средняя оправдаемость составила 60-80%.

Как показал анализ, рассчитанные алгоритмы имели плохую оправдаемость, при очень высоких температурах подстилающей поверхности (более 40°С), при температурах поверхности менее -5°С, а также при большой разнице между показаниями каналов 4 и 5 радиометра.

1 World Land Surface temperature Atlas 1992-1993 (ATBD), Yann H. Kerr – CESBIO, Catherine Guillou - CETP/J.P. Lagouarde - INRA Bioclimatologie Bordeaux/Françoise Nerry - GRTR/LSIIT/Catherine Ottlé – CETP, 1998/

2 Cihlar, J., et. (1997), Multispectral, multichannel AVHRR data sets for land biosphere studies – artefacts and correctopns. Remote Sens. Environ. 60:35-57.

# **Структура поля приводного ветра в барических образованиях над Японским морем на основе использования спутниковых изображений, полученных РЛС БО и РСА**

*Митник Л.М., Гурвич И.А., Дубина В.А.*

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН*

*ул. Балтийская д. 43, Владивосток 690041*

*Тел: 7-4232-312-854, e-mail: [mitnik@poi.dvo.ru](mailto:mitnik@poi.dvo.ru)*

Скорость  $W$  и направление  $\varphi$  ветра являются основными факторами, влияющими на спектр волнения морской поверхности, а следовательно, и на величину удельной эффективной площади рассеяния  $\sigma^\circ$  радиолокационных (РЛ) сигналов (яркость РЛ-изображения). Оценки скорости ветра могут быть получены путем применения геофизической передаточной функции  $\sigma^\circ = f(W, \varphi, \theta)$ , где  $\theta$  - угол визирования. Направление ветра при этом определяется по ориентации полос, ветровых теней и других особенностей, которые регистрируются в поле яркости благодаря высокому пространственному разрешению спутниковых радиолокаторов. В работе рассмотрена субсиноптическая, мезомасштабная и тонкая структура приводного ветра в барических образованиях над Японским морем, выявленная при совместном анализе изображений, полученных РЛС БО со спутников "Океан" и РСА со спутников ERS-1, ERS-2 и Envisat, видимых и ИК-изображений со спутников NOAA и GMS и синоптических карт. Определено положение и размеры областей со слабыми ветрами в центре циклонов, зон повышенных градиентов ветра (фронтальных разделов и шквалов), областей с различным режимом (устойчивостью) пограничного слоя атмосферы и их корреляция с полем облачности. Прослежено воздействие островов и прибрежной орографии на мезомасштабную изменчивость приводного ветра, проявляющееся в формировании атмосферных гравитационных волн, вихревых цепочек, зон усиления и ослабления ветра и др., отпечатки которых видны на РЛ-изображениях. Отмечено воздействие осадков на поле РЛ-рассеяния, более заметное на изображениях РЛС БО.

# **Нефтяное загрязнение азиатских окраинных морей: обнаружение и возможности мониторинга с использованием спутниковых РЛС с синтезированной апертурой**

*Митник Л.М., Мудрый М.В., Дубина В.А.*

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН*

*ул. Балтийская, д. 43, Владивосток 690041*

*Тел: 7-4232-312-854, e-mail: [wise@poi.dvo.ru](mailto:wise@poi.dvo.ru)*

Масштабы нефтяного загрязнения азиатских окраинных морей значительны, что обусловлено возрастающими объемами добычи и транспортировки нефтепродуктов, интенсивным рыболовством, выносом загрязненных вод реками. Мониторинг загрязнения азиатских морей в отличие от европейских находится в стадии становления. Спутниковые радиолокаторы с синтезированной апертурой (РСА) являются важнейшим инструментом для обнаружения выбросов нефтепродуктов и слежения за эволюцией пятна под влиянием океанических и атмосферных факторов. Пленки нефтепродуктов гасят мелкомасштабное волнение и загрязненные участки моря отображаются в виде темных пятен и полос. Обнаружение может быть осуществлено в любое время суток, но при значениях скорости ветра  $2 < W < 8-10$  м/с. В докладе приводятся изображения Южно- и Восточно-Китайского, Японского и Охотского морей из архивов ТОИ, на которых при интерактивном анализе выявлены участки нефтяного загрязнения. Изображения получены РСА со спутников ERS-1, ERS-2 и Envisat, а также со Space Shuttle Endeavor при различном пространственном осреднении. Приводится описание процедур, используемых для выделения загрязненных участков морской поверхности и оценки их площадей. Показано влияние фронтальных разделов, вихревых образований и переменного поля ветра на процесс растекания и форму нефтяных пятен. Демонстрируется структура подготовленного в ТОИ ДВО РАН веб сайта, на котором размещены аннотированные изображения РСА азиатских окраинных морей с выявленными нефтяными загрязнениями, результаты обработки изображений, а также сопутствующая спутниковая и контактная информация.

## **Технология приема и обработки данных MODIS (Terra), реализованная в НЦ ОМЗ**

*Пахомов Л.А., Бекренёв О.В., Гончаров А.К., Куревлёва Т.Г.*

*Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ),*

*127490, г. Москва, ул. Декабристов, вл. 51, стр. 25,*

*тел.: 105-04-16, тел/факс: 404-77-45, [NTSOMZ@NTSOMZ.RU](mailto:NTSOMZ@NTSOMZ.RU)*

Функционирующая в НЦ ОМЗ технология приема и обработки данных аппаратуры MODIS, поступающих с КА EOS-AM-1 (Terra), базируется на приемной станции, оснащенной параболической антенной диаметром 2,6 м. Технология помимо приема и регистрации первичной информации на твердом диске компьютера включает процесс цифровой обработки данных по восстановлению кадровой структуры потока, декодированию, формированию "чистого" массива данных MODIS, извлечению и восстановлению навигационной информации (данные GPS). На заключительной стадии оперативной технологии формируется массив изображений всех спектральных каналов с соответствующим набором метаданных. Эти изображения заносятся в архив и электронный каталог в виде сжатых изображений.

## **Комплексирование спутниковых изображений от датчиков, работающих в режиме синхронной съемки**

*Пресняков О.А.*

*Рязанская государственная радиотехническая академия*

*390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1.*

*E-mail: gislab@org.etr.ru. Тел. (0912) 72-15-56*

При синхронной съемке несколькими датчиками и в ходе скановой съемки формируются изображения, состоящие из фрагментов, имеющих области перекрытия. Рассматриваются два подхода к трансформированию подобных снимков в картографические проекции. Первый подход заключается в непосредственном трансформировании кусочно-непрерывных изображений. Приводится алгоритм, специально разработанный для решения этой задачи. Второй подход состоит в объединении фрагментов в плоскости исходного изображения. При этом для последующей трансформации используется любой из известных алгоритмов трансформирования непрерывных изображений. Проводится сравнительный анализ двух подходов. Определяется область применения каждого из них. Приводятся примеры обработки изображений сканового типа (от датчика MODIS американского спутника TERRA) и сформированных несколькими датчиками в режиме синхронной съемки.

# **Технология построения автоматизированных систем хранения спутниковых данных**

*Прошин А.А., Ефремов В., Луян Е.А., Мазуров А.А., Флитман Е.В.*

*ИКИ РАН*

В докладе описывается разработанная в ИКИ РАН технология построения автоматизированных систем хранения спутниковых данных. Технология предназначена для создания систем хранения спутниковых данных для решения различных исследовательских и прикладных задач. В докладе представлена предлагаемая архитектура построения автоматизированных систем хранения на основе использования базовых программных компонент. Описаны базовые программные компоненты и их возможности. Представлена методика оценки требований к ресурсам, необходимым для функционирования систем хранения. Описаны схемы построения архивов исходных спутниковых данных и результатов их обработки. В докладе также приведен список систем, при построении которых была использована данная технология, и анализируется опыт их создания и эксплуатации.

## **Управление и контроль работоспособности распределенных системы обработки спутниковых данных.**

*Прошин А.А., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Флитман Е.В.*

*ИКИ РАН*

В докладе представлена технология, которая разрабатывалась в ИКИ РАН для организации управления и контроля работоспособности распределенных системы обработки спутниковых данных. Технология включает в себя системы: контроля состояния вычислительной техники, контроля процессов обработки данных, контроля потоков данных, контроля БД и систем доступа к данным, а также системы представления информации операторам. Все эти системы рассчитаны на работу с удаленными элементами на основе ИНТЕРНЕТ-технологий. Технология также рассчитана на то, что контроль работоспособности различных элементов систем обработки спутниковых данных осуществляется удаленным оператором. Созданная технология была использована для организации систем контроля работоспособности в различных центрах приема, обработки и архивации спутниковых данных. Опыт внедрения и эксплуатации таких систем также представлен в докладе.

## **Базовые спецификации запросов, обслуживаемых информационной системой космических данных**

*Саворский В.П.<sup>1</sup>, Лупян Е.А.<sup>2</sup>, Тищенко Ю.Г.<sup>1</sup>*

<sup>1)</sup> *Фрязинское отделение Института радиотехники и электроники РАН  
141190, Фрязино Московской обл., пл. Введенского, 1  
[savor@ire.rssi.ru](mailto:savor@ire.rssi.ru), [tishchen@ire.rssi.ru](mailto:tishchen@ire.rssi.ru), (095) 702-9588*

<sup>2)</sup> *Институт Космических Исследований РАН*

В работе определены базовые спецификации сервисов и информационных продуктов распределенной информационной системы, создаваемой в рамках совместного проекта ИКИ и ФИРЭ РАН «Информационные технологии доступа потребителей к данным космических наблюдений за изменениями природной среды и климата» (Госконтракт №43.044.1 1.2644 от 01.02.2002г).

Базовый сценарий поиска и заказа данных включает следующие шаги:

- поиск групп данных, или коллекций,
- детализированный поиск отдельных единиц хранения (гранул),
- анализ обзорных изображений,
- выбор средств и форм передачи данных,
- оформление заказа на данные.

В соответствии с принятым сценарием в работе подробно специфицированы требования к сервисам поиска коллекций данных и детального поиска отдельных гранул. Ключевыми параметрами в обоих режимах поиска должны быть координаты географического региона, временной интервал, название физического параметра, идентификатор набора данных, название научного прибора, аббревиатура центра хранения данных, название платформы, имя проекта.

Каждая из гранул полученного при успешном детальном поиске списка снабжена так называемым обзорным изображением. В работе определен минимальный набор требований к интерфейсу пользователя распределенной системы, который должен обеспечивать возможность просмотра этих изображений и дополнительной селекции списка гранул по результатам визуальной оценки их качества.

В составе требований к подсистеме обслуживания заказов на передачу данных работа специфицирует требования к сервисам по выбору формы передачи данных и средствам регистрации контактной информации о заказчике.

# **Повышение точности координатной привязки лесных и техногенных пожаров, наблюдаемых с высокоорбитальных КА, с использованием реперных отметок**

*Скребушевский Б.С.<sup>1</sup>, Зубков И.А.<sup>1</sup>, Литовченко Д.Ц.<sup>2</sup>,  
Школьников В.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГУП Центр Космический Наблюдений

117810, Москва, ГСП-7, Профсоюзная ул., 84/32 Тел. (095)334-15-82

E-mail: [zubkov@cpi.space.ru](mailto:zubkov@cpi.space.ru)

<sup>2</sup> ФГУП ЦНИИ «Комета»

С конца 90-х годов коллективами ряда организаций проводятся исследования по возможности обнаружения лесных и техногенных пожаров (ЛП, ТП) с высокоорбитальных КА, в том числе геостационарных. Проведенные в начале 90-х и 2001 году эксперименты подтвердили эту возможность. Однако, координатная привязка полученной информации, как правило, не соответствовала требованиям потребителя.

В докладе рассмотрены пути повышения точности координатной привязки ЛП, наблюдаемых с высокоорбитальных и геостационарных КА, посредством применения реперных отметок попадающих в поле зрения БАО. Обосновано использование в качестве реперов координат газовых факелов на нефтепромыслах.

# **Проблемы архивирования и сжатия данных дистанционного зондирования Земли в перспективной системе "Монитор" разработки ГКНПЦ им. М.В. Хруничева**

*Стефанский М., Клевцов М.*

*ФГУП Государственный космический научно-производственный центр  
им. М.В. Хруничева*

В ГКНПЦ им. М.В.Хруничева разработана программа дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) «Монитор». Программа «Монитор» предусматривает создание Космической системы ДЗЗ (КС ДЗЗ), состоящей из группировки малых космических аппаратов (МКА ДЗЗ) на базе унифицированной платформы «Яхта», наземного комплекса управления (НКУ), наземного комплекса приема и предварительной обработки информации (НКПОИ) и координационно-аналитического центра (КАЦ).

Центральным звеном КАЦа является комплекс архивирования, который решает задачи как оперативного хранения информации ДЗЗ, получаемой с КА, так и задачи долговременного хранения информации.

В докладе сформулированы ряд необходимых эксплуатационных требований, свойств и характеристик, которыми должна обладать система архивирования ДЗЗ. Обоснован выбор конкретных технических средств, где главными критериями являются количество информации, подлежащей хранению, частота обращения, требуемая оперативность, надежность и продолжительность хранения, а также затраты на создание системы.

Для обеспечения доступа к большому числу файлов с эпизодическим характером обращений к ним, применяется концепция иерархической памяти. Предложенная технология организация архива имеет высокие показатели по емкости и обеспечивает возможность ее постоянного наращивания.

В докладе рассмотрены методы сжатия спутниковых изображений. Из анализа различных методов и алгоритмов сжатия делается вывод о преимуществах методов сжатия, основанных на вейвлет-функциях (wavelet). Применение вейвлет-преобразования позволяет достичь одновременного снижения сложности и повышения эффективности программ сжатия, что позволяет эффективнее хранить данные в архиве, и передавать их потребителям в сети Интернет по низкоскоростным линиям связи.

# **Проблемы применения методов дистанционного зондирования в геологии**

***Строчков Ю.А.***

*Геологический факультет*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

*e-mail: idw83@mail.ru*

В данной работе рассматриваются современные достижения и проблемы применения дистанционного зондирования для решения геологических задач.

На сегодняшний день данные, получаемые со спутников, применяются для тектонического картирования, поиска рудных месторождений и многих других целей. При этом наиболее удачные результаты получаются при комплексировании спутниковых и наземных данных. В ряде случаев, тем не менее, дистанционное зондирование не дает положительных результатов. Сильное негативное влияние оказывают залесенность изучаемого объекта, неблагоприятные метеорологические условия, техногенное воздействие на среду. При решении различных задач необходима различная разрешающая способность, разные рабочие частоты и длины волн используемых приборов. Все эти факторы приводят к многообразию неточностей и ошибок при интерпретации спутниковых данных. В настоящее время отсутствие априорной информации об изучаемом объекте не позволяет однозначно интерпретировать, а, значит, и полноценно использовать такие данные. Наиболее освоенное направление в данной области - это измерение гравитационного потенциала со спутника и, как следствие, поиск тел, аномальных по плотности. Но и здесь существуют проблемы при решении обратных задач.

## **Алгоритм уменьшения искажений спутниковых данных при геометрической коррекции**

*Терехов А.Г., Муратова Н.Р.*

*Институт космических исследований МОН РК, ул. Шевченко, 15, Алматы, 480100,  
тел: 73272 916853, факс: 73272 918077, e-mail: nmuratova@mail.kz*

Исходные спутниковые данные дистанционного зондирования всегда имеют определенные пространственные искажения. Тематическая обработка спутниковой информации требует регуляризации исходной информации с приведением ее к матрице с пикселями, имеющими одинаковое пространственное разрешение и в соответствии с требуемой картографической проекцией. Решение этих задач обеспечивает процедура геометрической коррекции. В процессе ее проведения используются операции трансформации исходной матрицы, такие как вращение, различные линейные и нелинейные искажения. Если зафиксировать спектральные характеристики условного объекта, описываемого одним пикселем, то трансформация исходной матрицы, сопряженная с пересчетом канальных значений каждого пикселя, приведет к накоплению определенных ошибок в характеристиках выделенного объекта. Очевидно, что эти ошибки будут тем больше, чем более высокие градиенты канальных значений существуют между соседними пикселями. Для уменьшения подобных ошибок предлагается простой алгоритм, представляющий собой, во-первых, замену каждого пикселя в исходной матрице на группу пикселей (например, 5x5) с сохранением оригинальных канальных характеристик. А, во-вторых, после проведения геометрической коррекции возврат к стартовым условиям. На тестовом примере (NOAA/AVHRR, второй канал) было проанализировано влияние операции вращения (+45°, +45°, -90°) на корреляцию пиксельных канальных значений между изображениями до и после вращения. Показано, что коэффициент корреляции увеличивается от 0.729 до 0.959 при использовании замены 3x3, до 0.980 при 5x5 и до 0.999 при 40x40.

## **Обнаружение зон интенсивных осадков с использованием данных дистанционного зондирования в микроволновой области спектра**

**Феоктистов А.А., Л.А. Пахомов, А.А. Мирошин, Федичев О.Б.**

*Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ)*

*127490, Москва, ул. Декабристов, вл.51, корп. 25.*

*Тел.(095) 181-85-20, факс: (095) 404-77-45,*

*E-mail: [pakhomov@ntsomz.ru](mailto:pakhomov@ntsomz.ru)*

Погодные и климатические аномалии последних лет, которые проявлялись в катастрофических наводнениях вследствие интенсивных осадков, диктуют необходимость создания системы оперативного мониторинга зон осадков экстремальной интенсивности. В данной работе использовались данные многоканальных микроволновых сканирующих радиометров SSM/I, установленных на борту космических аппаратов F13, F14 и F15 Министерства обороны США. Сообщается о результатах исследований 7 конкретных ситуаций, имевших место на территории Российской Федерации и прилегающих территорий сопредельных государств в течение летнего периода 2002 года, связанных с возникновением катастрофических наводнений из-за интенсивных осадков.

Обработка данных осуществлялась средствами пакета ENVI 3.4 и включала: распаковку данных в формате HDF; формирование файлов с оптимальными комбинациями радиоярких температур; выделение фрагментов; формирование их хронологической последовательности; получение количественных характеристик в пределах зон интенсивных осадков и вне этих зон. Анализ существующих алгоритмов оценки интенсивности осадков показал, что наиболее перспективным методом является использование средней поляризационной температуры 85 Гц-канала. Показано, что данные дистанционного зондирования в микроволновой области спектра могут служить основой для построения оперативной системы автоматического обнаружения зон интенсивных осадков.

# **Информационная технология дистанционного определения параметров первичной биопродуктивности в системах мониторинга океана**

**Фефилов Ю.В.**

*Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт  
экономики, информации и автоматизированных систем управления рыбного хозяйства  
(ФГУП "ВНИЭРХ")*

*E-mail: [fefilov@vniერkh.ru](mailto:fefilov@vniერkh.ru), тел. 8 (095) 928-72-31, доб. 216*

В рамках данной работы рассматривается информационная технология такой составляющей ОСМ, как мониторинг характеристик среды с использованием спутниковых данных и результатов научных рейсов. В качестве исследуемого параметра среды рассматривается один из наиболее важных – первичная продуктивность океана. Дистанционные оптические методы определения концентрации хлорофилла «а» являются в настоящее время одним из наиболее перспективных и интенсивно развивающихся направлений спутниковой океанографии.

Цель работы – разработка и создание информационной технологии определения параметров первичной продуктивности на основе спутниковых данных, позволяющей повысить эффективность компьютерной обработки спутниковой информации по цвету океана, а также достоверность результатов обработки за счёт использования региональных алгоритмов.

Разработанная информационная технология включает в себя следующие компоненты:

1. Методы и алгоритмы решения обратной задачи восстановления оптически активных параметров морской воды по спутниковым данным и настройки таких алгоритмов с использованием данных *in situ*;
2. Программные и аппаратные средства, позволяющие осуществлять гибкую настройку и обработку значительных объёмов спутниковых данных;
3. Механизм интеграции результатов обработки в отраслевую систему мониторинга;

Данная технология при внедрении в ОСМ позволит снабжать отраслевых потребителей картами, повышающими качество информационного обеспечения для анализа и прогнозирования промысловой обстановки.

## **Работы с архивными данными дистанционного зондирования земли госфонда ВНИИГМИ-МЦД**

*Хохлова А.В., Н.И.Гонтарь, А.А.Тимофеев*

*Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической  
информации – Мировой центр данных*

*249035, г. Обнинск Калужской обл, Королева, 6*

*тел. (08439)74680, e-mail anna\_x@meteo.ru*

К настоящему времени в архивах Госфонда ВНИИГМИ-МЦД на технических носителях накоплено более 500 Гб разнородных данных дистанционного зондирования Земли, от необработанных измерений до информационных продуктов. Основной объем составляют данные полярно-орбитальных спутников NOAA по Восточной Сибири, собираемые на приемной станции HRPT в г.Якутске, и данные по яркостной температуре в полярных регионах по измерениям микроволнового радиометра SSM/I, поступающие из Национального центра данных по снегу и льду (США). Помимо них, имеется несколько других видов информации, часть из которых является уникальной.

В работе рассмотрен круг задач, решаемых на основе архивных данных ДЗЗ, хранящихся в Госфонде ВНИИГМИ-МЦД. В число этих задач входят такие, как разработка системы архивации и каталогизации данных, разработка программного обеспечения для работы с отдельными видами информации, разработка алгоритмов поиска лесных пожаров на территории Республики Саха, исследование временной изменчивости яркостной температуры в полярных регионах, и другие.

# Оценка первичной продукции на Красноярском водохранилище на основе данных MODIS

*Чернецкий М. Ю.*

*Институт биофизики СО РАН*

*60036, Красноярск, Академгородок, (3912) 49-46-03*

Первичная продукция внутренних водоемов является важнейшим экологическим и гидробиологическим параметром. Известно, что внешнее воздействие на экосистему неизбежно отражается на ее продуктивности. Таким образом, измерение первичной продукции является важным как с точки зрения выявления антропогенного воздействия на экосистему, так и для изучения функционирования экосистемы. Современные спутниковые системы предоставляют возможность непрерывного дистанционного измерения первичной продукции (п.п.) наземных и водных экосистем. Одной из наиболее перспективных систем применяемых для этой цели является MODIS, благодаря наличию большого количества каналов, с узкими спектральными диапазонами, в видимой области спектра.

Данные MODIS поставляются конечным пользователям в виде информационных продуктов разного уровня обработки. Стандартный продукт, содержащий информацию о п.п. океана MOD-27, не подходит для случая небольших озер т.к. при его генерации исключается информация о поверхности земли и внутренних водоемах. Информация о чистой п.п. земли (MOD17) так же не применим вследствие того, что методы обработки данных для земли не являются оптимальными для изучения внутренних водоемов. Решением данной проблемы является использование данных об отражении излучения от поверхности земли (MOD09) с разрешением 1x1 км и стандартного алгоритма MODIS для расчета п.п. водной поверхности.

С использованием такого подхода были получены данные о продуктивности поверхностного слоя Красноярского водохранилища. Сравнение с натурными измерениями показало применимость данного подхода для оценки продуктивности небольших водных экосистем.

Полученные данные о первичной продукции способствуют лучшему пониманию о работе экосистемы озера и о реакции на антропогенное воздействие.