

ГЕОМАТИКА

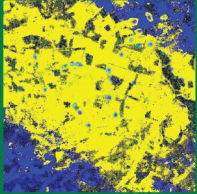
GEOMATICS

2012 #4(17)

ЖУРНАЛ О ГЕОИНФОРМАТИКЕ И ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМЛИ



Издание компании
«СОВЗОНД»



ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОБЫЧИ
КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ
НА СОСТОЯНИЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДЗЗ
НА БАЗЕ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА
МИНПРИРОДЫ РОССИИ
В ЦЕЛЯХ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ
КОСМИЧЕСКИЙ
МОНИТОРИНГ

ДЗЗ И ГИС
В ЭКОЛОГИИ





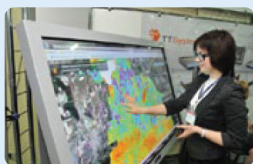
Международный Форум «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий»

В рамках Форума состоятся мероприятия:

- VII Международная конференция
«Космическая съемка — на пике высоких технологий»
- Международная конференция
«ГИС — интеграционные технологии будущего»
- Отраслевые круглые столы и семинары
- Обучающие мастер-классы
- Конкурс «Лучшие проекты в области ГИС и ДЗЗ»
- Выставка «Техника и технологии»

Основные темы Форума:

- Инфраструктура пространственных данных.
- Серверные геоинформационные решения, геопорталы и распределенные ГИС.
- Отраслевые и региональные Центры космических технологий.
- Облачные вычисления и онлайн сервисы доступа к данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).
- Автоматизированные программно-технологические комплексы — новое направление обработки и анализа данных ДЗЗ.
- Беспилотные летательные аппараты — новый источник получения пространственных данных.
- Наземные комплексы приема и обработки данных ДЗЗ.
- Современные средства визуализации геоданных.



Организатор Форума — компания «Совзонд»

Адрес: 115563, г. Москва, ул. Шипиловская, 28а, БЦ «Милан»

Тел: +7 (495) 988-7511, +7 (495) 988-7522, факс +7 (495) 988-7533

E-mail: conference@sovzond.ru www.sovzondconference.ru

Партнер:



Информационные партнеры:



Уважаемые коллеги!

Экологическую ситуацию в мире можно охарактеризовать как критическую. Среди глобальных экологических проблем: истребление лесов, истощение ресурсов пресной воды, сокращение запасов полезных ископаемых, загрязнение Мирового океана и атмосферы, катастрофические изменения природных ландшафтов и т. д.

В этих условиях, помимо проведения мероприятий по минимизации вредных воздействий человека на окружающую среду, существенную роль приобретают методы и технологии экологического контроля. Для современного информационного общества важнейшим условием такого контроля является оперативность получения данных и широкий доступ к ним. Этим условиям в полной мере отвечает космический мониторинг с дальнейшим представлением получаемой пространственной информации в геоинформационных системах и предоставлением доступа к ней посредством геопорталов в режиме онлайн.

Технологии космического экологического мониторинга позволяют оперативно фиксировать, картографировать и анализировать данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), выявляя грубые воздействия человека на окружающую среду и резкие естественные изменения ландшафтов.

Сплошные и выборочные рубки лесов, техногенные вскрытия грунтов, свалки, строительное воздействие на природные ландшафты, последствия лесных пожаров, наводнений и других природных катаклизмов четко прослеживаются на оптических и радарных космических снимках. Традиционные

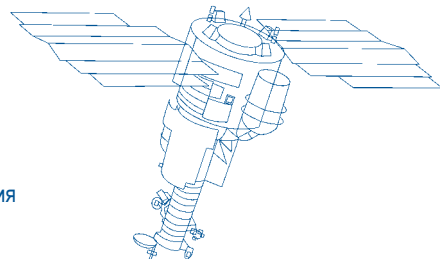
наземные методы экологического контроля сами по себе дорогостоящи, приводят к очень большим трудовым и временным затратам. В связи с этим экономически эффективными остаются только выборочные полевые исследования, направленные на выявление тонких тенденций в среде, которые не могут быть определены по данным ДЗЗ. Все остальные техногенные воздействия, резкие естественные изменения целесообразно контролировать по космическим снимкам.

Применению космического мониторинга и геоинформационных систем для охраны окружающей среды мы и решили посвятить данный выпуск нашего журнала.

В журнале опубликовано интервью с заведующим научно-проектным отделением сохранения и развития природного комплекса ГУП «НИ и ПИ Генплана Москвы» А.А. Миныным. Градостроительная политика московских властей и решение экологических проблем — главная тема интервью. О различных аспектах дистанционных и геоинформационных методов экологического контроля рассказывают специалисты и ученые РФИ Минприроды России, ООО «Газпром ВНИИГАЗ», МГУ им. М.В. Ломоносова, Института минералогии Уральского отделения РАН, Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, компаний DigitalGlobe, RapidEye, «Совзонд» и др. Актуальные и интересные материалы представлены в разделе «Новости».

В «Справочном разделе» представлены спутники ДЗЗ, запущенные в 2012 г. и планируемые к запуску до конца 2012 и в 2013 г.

Редакционная коллегия



СОДЕРЖАНИЕ

Новости	4
Актуальное интервью	
Интервью с А.А. Мининым, заведующим научно-проектным отделением сохранения и развития природного комплекса ГУП «НИ и ПИ Генплана Москвы»	11
Данные дистанционного зондирования	
Б.А. Дворкин, С.А. Дудкин Космический мониторинг и экологические проекты компании «Совзонд»	14
В.А. Гаврилов, С.В. Любимцева, С.М. Рыбникова Опыт Ненецкого АО по выявлению незарегистрированных земельных участков и объектов недвижимости на основе космической съемки RapidEye	20
Обработка данных ДЗЗ	
Ю.И. Кантемиров SARscape Tools for ArcGIS — набор инструментов для работы с радарными данными ДЗЗ в среде ArcGIS	24
Е.А. Балдина Радиолокационные данные для характеристики состояния залежей в дельте Волги	28
И.В. Оньков, Т.Я. Онянова, О.Ю. Шиляева Исследование точности радарных ЦМР, построенных по снимкам ALOS PALSAR и модели SRTM, в зависимости от вида отражающей поверхности	33
Расширение возможностей национального картографирования на основе усовершенствованных серий Advanced Elevation компании DigitalGlobe	37
Использование данных ДЗЗ	
Д.Р. Кондратьев Использование технологий ДЗЗ на базе ситуационного центра Минприроды России в целях охраны окружающей среды	40
А. Маркс, Р. Грисбах Лесопатологический космический мониторинг: возможности группировки RapidEye	46
В.А. Черкасов, Ю.Б. Баранов Признаки нефтегазоносности акватории по данным космической радиолокационной съемки	52
К.А. Боярчук, М.В. Туманов, Л.В. Милосердова Аэрокосмические методы геологического дешифрирования (на примере строительства космодрома Восточный)	60
Д.А. Горский, К.А. Хоменков Оценка влияния добычи калийных солей на состояние окружающей среды в виде деформаций земной поверхности методами радиолокационной съемки в Республике Беларусь	65
Ю.Б. Баранов, Л.Ю. Кожина, К.Е. Киселевская Опыт использования радиолокационных космических съемок при гидрологических исследованиях	76
Э.А. Курбанов, О.Н. Воробьев, С.А. Лежнин, Ю.А. Полевщикова Решение вопросов космического мониторинга лесных гарей в комплексных пакетах ENVI 4.8 и ArcGIS 10.0	82
Региональный центр космических услуг Хабаровского края	93
М.В. Соловьева, О.В. Морозова, М.А. Ромаментьева Использование ГИС-технологий в создании базы данных по состоянию городских почв	98
А.В. Марков, О.В. Григорьева, О.В. Бровкина, В.Ф. Мочалов, Д.В. Жуков Автоматизированные методы оценки состояния окружающей среды по данным мульти- и гиперспектральной космической съемки	102
О.С. Теленков Система информационного обеспечения геохимических исследований в составе комплексного мониторинга последствий эксплуатации минеральных ресурсов	107
Л.К. Карпов, А.А. Дмитриева Использование материалов ДЗЗ при проведении экологических работ на лицензионных участках добычи углеводородов	110
Выставки и конференции	
Итоги XII Международной научно-технической конференции «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии»	114
Итоги и главные события VI международной выставки Integrated Systems Russia 2012	116
Справочный раздел	
Спутники ДЗЗ, запущенные в 2012 г. и планируемые к запуску в 2012–2013 гг.	120

CONTENT

News	4
Hot Interview	
Interview with A. Minin, Head of the Research and Development Department of preservation and development of natural complex SUE «NIPI of the General Plan of Moscow»	11
Remote Sensing Data	
B. Dvorkin, S. Dudkin Space monitoring and environmental projects of Sovzond Company	14
V. Gavrilov, S. Lubimtseva, S. Rybnikova The experience of identifying unregistered land and property based on RapidEye imagery in Nenets Autonomous Okrug	20
Remote Sensing Data Processing	
Y. Kantemirov SARscape Tools for ArcGIS	24
E. Baldina Application of radar data to characterize the deposits in the Volga Delta	28
I. Onkov, T. Onyakova, O. Shilyaeva Analysis of radar DEM generated by using ALOS PALSAR images and SRTM model, depending on the type of reflective surface	33
Enabling national mapping with DigitalGlobe's advanced elevation series	37
Application of Remote Sensing Data	
D. Kondratiev The use of remote sensing technologies based on the situational center of Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation for the purpose of environmental protection	40
A. Marx, R. Griesbach Forest Health Monitoring with RapidEye – Mapping Defoliation Symptoms of Oak Processionary Infestation ..	46
V. Cherkasov, Y. Baranov Indications of oil-and-gas potential of shelves based on the satellite radar imaging.....	52
K. Boyarschuk, M. Tumanov, L. Miloserdova Aerospace methods of geological identification (for example the construction of the space launching site Vostochny)	60
D. Gorsky, K. Khomenkov Environmental impact assessment of potassium salts production resulting as the deformation of the earth surface using radar survey in the Republic of Belarus	65
Y. Baranov, L. Kozhina, K. Kiseleva Experience of radar surveying use for hydrological researches	76
E. Kurbanov, O. Vorobiev, S. Lezhnin, Y. Polevshchikova Solution for remote sensing monitoring of postfire areas using ENVI 4.8 and ArcGIS 10.0 system	82
Center for Space Services of Khabarovsk Krai.....	93
M. Solovieva, O. Morozova, M. Romamentieva Use of GIS technologies for the creation of urban soils database.....	98
A. Makarov, O. Grigorieva, O. Brovkina, V. Mochalov, D. Zhukov Automated methods for environmental assessment based on multi-and hyperspectral imagery.....	102
O. Telenkov System for information support of geochemical cases as part of a complex monitoring of the effects of mineral resources exploitation.....	107
L. Karpov, A. Dmitrieva Use of remote sensing data for the environmental operations on the license hydrocarbon production areas ..	110
Exhibitions and Conferences	
Results of 12th International Conference «From imagery to map: digital photogrammetric technologies»	114
The results and main activities of the 6th International Show Integrated Systems Russia 2012	116
References	
Remote sensing satellites launched in 2012 and planned to be launched in 2012-2013.....	120



Учредитель – Компания «Совзонд»

Редакционная коллегия

М.А. Болсуновский
А.М. Ботрякова
Б.А. Дворкин (главный редактор)
С.А. Дудкин
О.Н. Колесникова
С.В. Любимцева
М.А. Элердова

Ответственный за выпуск
Б.А. Дворкин

Дизайн макета и обложки
О.А. Баранникова

Компьютерная верстка
О.А. Баранникова

Информационно-рекламная служба
М.А. Агаркова
С.Н. Мисникович

Почтовый адрес:
115563, Москва,
ул. Шипиловская, 28а,
компания «Совзонд»
Тел.: +7 (495) 642-8870
+7 (495) 988-7511
+7 (495) 988-7522

Факс: +7 (495) 988-7533

E-mail: geomatics@sovzond.ru
Интернет: www.geomatica.ru

Перепечатка материалов без разрешения редакции запрещается.

Тираж 3000 экз.
Рекомендованная цена – 217 р. 50 к.

Номер подписан в печать
09.11.2012 г.

Печать
ООО «Юнион-Принт»

Свидетельство о регистрации
в Росвязькомнадзоре
ПИ №ФС77-34855 от 13.01.2009 г.

КОСМИЧЕСКИЙ РАДАРНЫЙ МОНИТОРИНГ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА ПО ДАННЫМ COSMO-SKYMED

Компания «Совзонд» совместно с компанией e-GEOS (Италия) продолжает выполнение совместного проекта по регулярному мониторингу арктических акваторий. В частности, выполняется ежедневная съемка участков Обской и Байдарацкой губ (Карское море) с группировки радарных спутников COSMO-SkyMed-1-4. На регулярной основе, с частотой до 3 радарных съемок в сутки и более, наблюдается Северный полюс. По данным этих съемок анализируется ледовая обстановка и рассчитывается ряд характеристик льда.

В частности, оцениваются направления и скорости дрейфа льда, а также граница замерзания (в настоящее время все еще продолжается процесс оттаивания арктических льдов).

На рис. 1 показана схема ежедневного покрытия Северного полюса данными COSMO-SkyMed в режиме съемки ScanSAR Huge Region (сцена 200x200 км, разрешение 100 м). Основные векторные поля скоростей дрейфа льда строятся по парам снимков территории каждой из трех сцен с разницей в сутки (рис. 2). На область частичного перекрытия этих трех снимков рассчитываются вспомогательные векторные скорости льда за короткие временные промежутки — от нескольких минут до нескольких часов (рис. 3). Скорости подвижек льда в районе Северного полюса в основном варьируются от нескольких десятков до нескольких сотен метров в час.

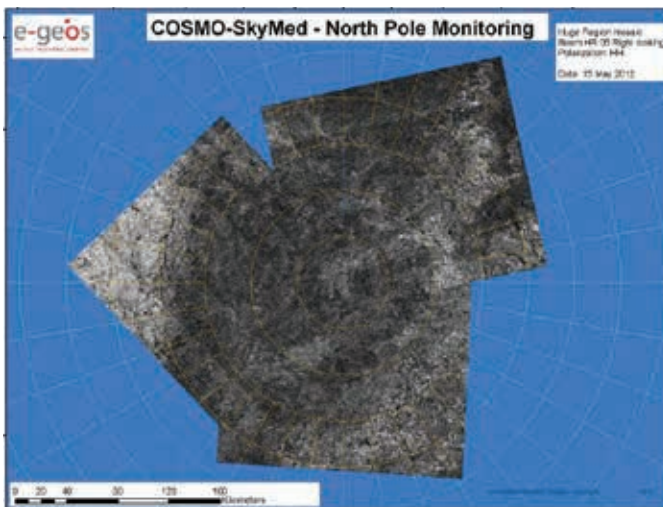


Рис. 1. Схема ежедневного покрытия Северного полюса данными COSMO-SkyMed

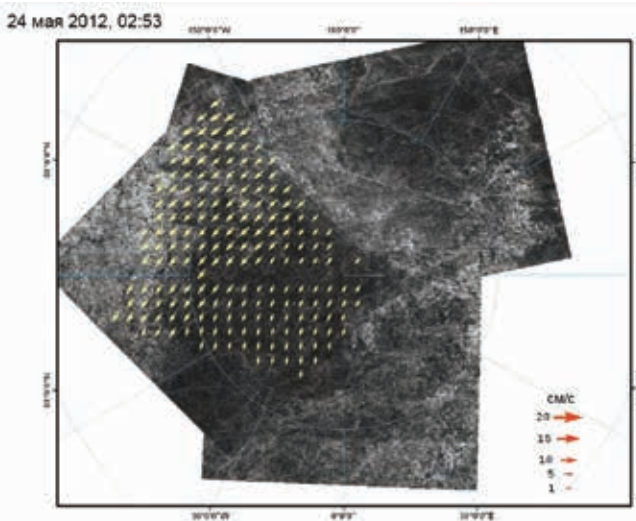


Рис. 2. Пример основных векторов скоростей дрейфа льда, рассчитываемых по парам снимков с разницей в сутки с почти полным пространственным перекрытием

Помимо скоростей дрейфа льда, отслеживается граница оттаивания арктических льдов. Положение этой границы по состоянию на 28 августа 2012 г. показано на рис. 4 и 5.

На пяти радарных снимках за 25–27 августа 2012 г. был обнаружен яркий объект (вероятно, крупный ледокол). Предположение, что яркая точка, заметная на этих снимках, — это ледокол, а не ледяной объект, было сделано на основании того, что этот объект движется гораздо быстрее, чем окружающий лед (скорости дрейфа льда оцениваются ежедневно по три раза). Кроме того, вслед за этой точкой дешифрируется кильватерный след.

Несмотря на невысокое пространственное разрешение радарных съемок (100 м), ледокол замечен как группа ярких пикселей на всех пяти снимках. Маршрут ледокола, восстановленный по его

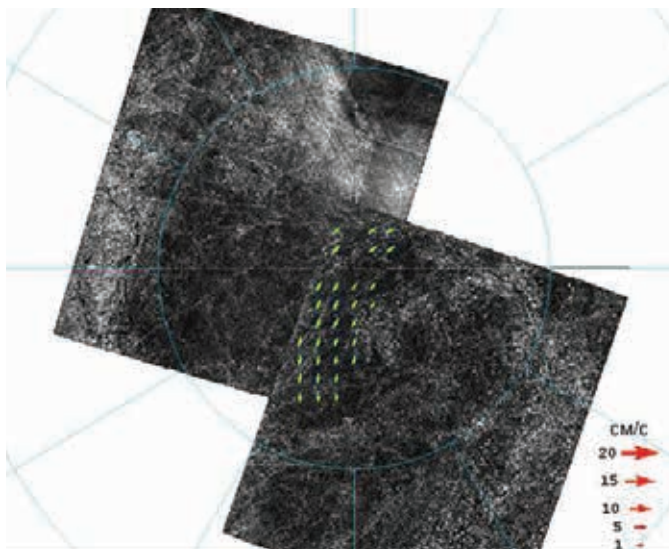


Рис. 3. Пример вспомогательных векторов скоростей дрейфа льда, рассчитываемых по парам снимков с разницей в несколько часов с неполным пространственным перекрытием

положениям на пяти снимках, а также по заметным на них кильватерным следам, показан на рис. 6.

В настоящее время мониторинг района Северного полюса продолжается.

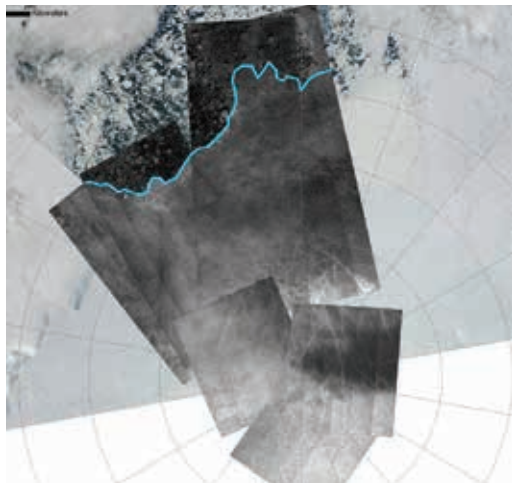


Рис. 4. Радарные снимки COSMO-SkyMed на подложке из снимков MODIS. Синяя линия — граница оттаивания арктических льдов по состоянию на 28 августа 2012 г.

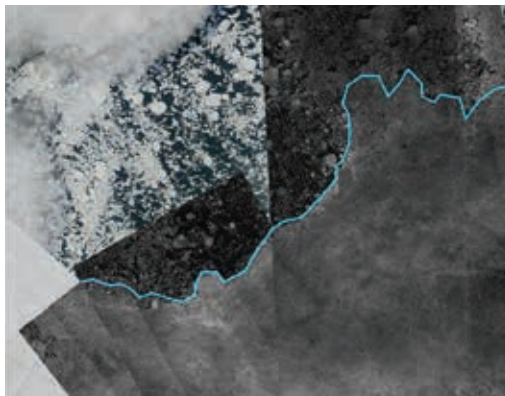


Рис. 5. Увеличенный фрагмент границы оттаивания арктических льдов (синяя линия). Ледовая поверхность на радарных снимках светло-серых оттенков резко контрастирует с оттаявшей частью акватории гораздо более темных оттенков (подложка из снимков MODIS)

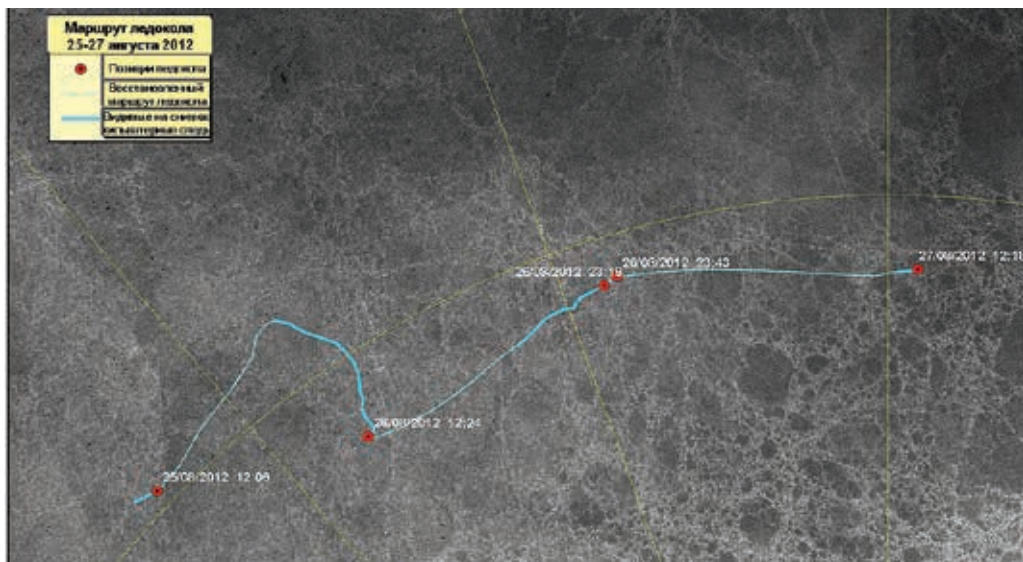


Рис. 6. Маршрут ледокола, восстановленный по его положениям на пяти снимках (красные точки), а также по заметным на этих снимках кильватерным следам (синие линии). Светло-голубыми линиями показаны достроенные участки маршрута

ПОДПИСАНО ДИСТРИБЬЮТОРСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ МЕЖДУ КОМПАНИЯМИ «СОВЗОНД» И AGISOFT

Agisoft

В сентябре 2012 г. в Москве подписано дистрибьюторское соглашение о сотрудничестве между компаниями «Совзонд» и AgiSoft, в соответствии с которым компания «Совзонд» будет поставлять программное обеспечение Agisoft PhotoScan.

Инновационная компания AgiSoft, основанная в 2006 г., специализируется на разработке программных решений для автоматического 3D-моделирования и кар-

тографирования, основанных на технологиях компьютерной визуализации информации. Офис компании расположен в Санкт-Петербурге.

Программный комплекс Agisoft PhotoScan предназначен для обработки цифровых фотоснимков, в том числе материалов аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Для построения 3D-модели в программе PhotoScan нужны снимки и координаты центров фотографирования. На перекрывающихся снимках программа ищет общие точки (до 40 000 типичных точек), причем находит

их практически независимо от характера поверхности — в лесу, в полях, на снегу. Затем программа решает обратную задачу — методом последовательных приближений восстанавливает в 3D-пространстве такие положения камер и положения общих точек, чтобы максимальное количество общих точек оказалось на пересекающихся лучах. Далее программа строит по найденным общим точкам поверхность и текстурирует каждый ее элемент из того кадра, который был снят с ближайшей камеры. Изображение полученной поверхности получается очень подробным.

Таким образом, типичный набор из 500 фотографий (съемка площадки размером 4 кв. км с разрешением 5 см) дает несколько миллионов полигонов.

В режиме сплошной стереоре-конструкции программа может найти координаты значительно большего количества точек поверхности. Для набора из 500 фотографий получается несколько десятков миллионов точек на один квадратный километр. Количество это столько же, сколько дает лазерное сканирование, при несопоставимо меньшей стоимости работ.

PhotoScan позволяет создавать не только 3D-модели. Есть возможность построения ортофотопланов и цифровых моделей рельефа (ЦМР) единичными файлами или в мозаике — практически в любом стандартном формате. Эти данные можно использовать в ГИС-приложениях для векторизации.

Непосредственно в программе PhotoScan можно выполнять и измерения, например вычислить объем котлована или насыпи.

Сочетание аэрофотосъемки с БПЛА и обработки полученных данных в программном комплексе Agisoft PhotoScan кардинально меняет методику и себестоимость получения пространственных данных. По оценкам специалистов, себестоимость работ снижается в десятки раз.

Как работает Agisoft PhotoScan

1. Определение положений и параметров внешнего и внутреннего ориентирования камер.

На этой стадии PhotoScan находит общие точки фотографий и по ним определяет все параметры камер: положение с точностью до масштаба, ориентацию, внутреннюю геометрию (фокусное расстояние, параметры дисторсии и т.п.). Результатами этого этапа являются разреженное облако общих точек в 3D-пространстве модели и данные о положении и ориентации камер. В PhotoScan облако точек не используется на дальнейших стадиях обработки (кроме режима построения модели на основе облака точек) и служит только для визуальной оценки качества выравнивания фотографий. Однако облако точек может быть экспортировано для дальнейшего использования во внешних программах. Набор же данных о положении и ориентации камер используется на дальнейших стадиях обработки.

2. Восстановление геометрии объекта. На втором этапе PhotoScan строит трехмерную полигональную модель, описывающую форму объекта, используя один из четырех предусмотренных алгоритмов:

- «Произвольный — Гладкий»;
- «Произвольный — Резкий»;
- «Карты высот — Гладкий»;
- «Карты высот — Резкий».

Кроме того, доступен метод, позволяющий быстро восстановить геометрию на основе только разреженного облака точек. После построения модели иногда требуется ее редактирование. Некоторые изменения, такие, как оптимизация модели, удаление изолированных компонентов

модели, заполнение отверстий и т. п., могут быть выполнены сразу в PhotoScan. Для более сложных операций редактирования можно экспортировать полигональную модель и внести изменения во внешнем редакторе, а потом импортировать отредактированную модель обратно.

3. Текстурирование объекта. Последний этап включает в себя текстурирование или построение ортофотоплана. В PhotoScan доступно несколько методов построения текстуры модели, более подробно они описаны в соответствующем разделе руководства.

Программный продукт Agisoft PhotoScan выпускается в двух версиях: Standard и Professional (Pro).

Версия **Agisoft PhotoScan Standard** позволяет автоматически создавать высококачественные 3D-модели объектов на основе цифровых фотографий. Программа позволяет делать высокоточное выравнивание фотоизображений, причем для этого не нужно никаких специальных условий для съемки.

Набор функций Agisoft PhotoScan Standard:

- выравнивание фотоизображений;
- построение геометрии модели;
- построение текстуры модели.

Версия **Agisoft PhotoScan Pro** позволяет создавать геопривязанные ортофотопланы высокого разрешения и цифровые модели местности высокого качества/структурированные модели. Благодаря полностью автоматизированному процессу работы с дан-

ными даже неспециалист может обрабатывать тысячи аэроснимков на своем персональном компьютере и создавать профессиональные фотограмметрические проекты.

Чтобы обеспечить геопривязку, в программу нужно ввести либо GPS-координаты камеры, представленные в виде EXIF/ читаемого текстового файла, либо GCP-координаты, которые также можно использовать для достижения наи-

лучшей точности (до 5 см). Данные калибровки камеры могут быть рассчитаны в программе (или экспортированы, если нужно) или импортированы из другого ресурса.

Набор функций Agisoft PhotoScan Pro:

- выравнивание фотоизображений;
- аэрофототриангуляция;
- построение геометрии/текстуры модели;
- задание системы координат;
- создание геопривязанной ЦМР;

• создание геопривязанных ортофотопланов.

Программа Agisoft PhotoScan поддерживает различные входные форматы данных (JPEG, TIFF, PNG). Благодаря тому что программа поддерживает также и различные выходные форматы (GeoTiff, xyz, Google KML, Wavefront OBJ, VRML, COLLADA, PDF), полученные данные можно использовать в различных ГИС-приложениях.

КОМПАНИЯ DIGITALGLOBE ПРЕДСТАВИЛА НОВЫЙ СЕРВИС, ОСНОВАННЫЙ НА ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ, — MY DIGITALGLOBE



На проходившем в октябре в Сан-Антонио (штат Флорида, США) симпозиуме GEOINT 2012 компания DigitalGlobe представила новый сервис, основанный на базе облачных вычислений, — My DigitalGlobe.

Облачные сервисы компании DigitalGlobe раскрывают перед заказчиками возможности крупнейшей в мире онлайн-библиотеки данных сверхвысокого разрешения, открывая доступ к новейшим космическим снимкам и пространственной информации посредством геопорталов, сетей интранет и мобильных устройств в любой точке планеты.

Новый сервис My DigitalGlobe предоставляет прямой доступ, а также доступ по запросу более чем к 200 млн кв. км снимков, и это число увеличивается с каждым днем. My DigitalGlobe включает в себя данные из таких сервисов,

как Global Basemap, First Look, Enhanced GEOINT Delivery (EGD), а также некоторые корпоративные данные пользователей.

Простой и интуитивно понятный пользовательский интерфейс My DigitalGlobe способствует большему привлечению государственных и коммерческих заказчиков, предоставляя более широкие возможности для доступа и управления информацией.

«Предоставляя нашим заказчикам более простой и быстрый доступ к космическим снимкам и пространственной информации в любое время и в любом месте, мы даем им возможность принимать решения еще быстрее, — сказал Скотт Хикар — старший вице-президент компании Digital-Globe. — Сервис My DigitalGlobe — это следующая ступень эволюции в области передачи данных, которая обеспечивает более быстрый и надежный доступ к важной информации посредством облачных вычислений».

Простой в использовании интерфейс сервиса также предоставляет доступ к разновременным снимкам и метаданным, к эксклюзивной библиотеке данных, позволяя скачивать снимки или добавлять их напрямую в рабочие проекты.

Требуются ли заказчику высококачественные ортофотоснимки на территории городов из сервиса Global Basemap или информация сервиса FirstLook, предназначенного для оперативного доступа к космическим снимкам на районы стихийных бедствий, My Digital-Globe обеспечит облегченный доступ, а также возможности для быстрого анализа и принятия решений.

«Мы и некоторые наши самые прогрессивные и стремящиеся к новым разработкам заказчики активно используем в своей работе сервисы ImageConnect и его последний вариант — Global Basemap, которые позволяют сокращать время от возникновения потребности в космическом снимке на конкретную террито-

рию до непосредственного использования информации в ГИС. Для крупных корпоративных заказчиков это также возможность пользоваться снимками в виде «подписки», получая доступ к большим объемам данных за

более низкую стоимость. Новая разработка My DigitalGlobe, несомненно, представляет для нас большой интерес, — заявила директор по развитию бизнеса компании «Совзонд» Милана Элердова. — Наша компания надеется,

что новый облачный сервис существенно облегчит нашим заказчикам доступ к уникальной библиотеке данных дистанционного зондирования Земли компании DigitalGlobe, дистрибьютором которой мы являемся».

КОМПАНИЯ EXELIS VIS АНОНСИРОВАЛА НОВЫЙ ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ, ОСНОВАННЫЙ НА ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ, — ENVI SERVICES ENGINE



На проходившем в октябре в Сан-Антонио (штат Флорида, США) симпозиуме GEOINT 2012 компания Exelis VIS объявила о планах выпуска в 2013 г. нового программного продукта для обработки и анализа космических снимков на основе облачных вычислений.

Информация, получаемая на основе аэрофотоснимков и космических снимков, будет доступна военнослужащим в районах активных боевых действий. Доступ возможен на мобильных

устройствах с помощью ENVI Services Engine.

Этот новый продукт позволит им выиграть время для получения информации о ситуации, лучше оценивать географические особенности местности и определять потенциальные цели и угрозы. Таким образом, анализ снимков и данных при помощи web-сервисов ENVI позволит пользователям, географически удаленным друг от друга, принимать более обоснованные решения по важнейшим задачам.

«Сегодня военнослужащие, работники специальных служб и

спасатели полагаются на уже доступные пространственные данные для оценки географических особенностей местности, — сказал Лэй Ламп, президент компании Exelis VIS, — но у них не всегда есть доступ к программному обеспечению, которое обычно используется для проведения такого рода анализа. Внедрение сервиса ENVI Services Engine на основе облачных вычислений позволит моментально получать самую важную информацию, на базе которой можно принимать точные решения оперативно и эффективно».

КОМПАНИЯ «СОВЗОНД» ПРИНЯЛА УЧАСТИЕ В XI МЕЖДУНАРОДНОМ ИНВЕСТИЦИОННОМ ФОРУМЕ В СОЧИ

20–23 сентября 2012 г. в Сочи состоялся XI Международный инвестиционный Форум.

Традиционно в его работе приняли участие представители большинства регионов Российской Федерации, а также иностранные делегаты.

Ключевой темой форума стало обсуждение факторов конкурентоспособности российской экономики. В рамках тематических круглых столов участники форума

обсуждали новые возможности управления качеством человеческих ресурсов, вопросы развития предпринимательства в условиях присоединения России к ВТО и потенциал единого экономического пространства; вопросы оттока человеческого капитала и связанные с этим стратегические задачи России.

Кроме того, проводился ряд круглых столов, посвященных темам туризма, сельского хозяй-

ства, повышения инвестиционной привлекательности субъектов РФ и пр.

В пленарных заседаниях, круглых столах и дискуссиях приняли участие:

- Председатель Правительства РФ Д.А. Медведев;
- президент и председатель правления ОАО «Сбербанк России» Г.О. Греф;
- министр связи и массовых коммуникаций РФ Н.А. Никифоров;

- Президент Республики Татарстан Р.Н. Минниханов;
- президент, исполнительный директор The Boston Consulting Group Х.П. Бюркнер
- и другие руководители федеральных органов власти, субъектов РФ, крупнейших российских и зарубежных компаний.

Прошедший инвестиционный Форум стал пятым по счету для компании «Совзонд», представ-

ившей на нем передовые решения в области дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий.

Во время проведения форума были отмечены заслуги компании «Совзонд» в оперативном обеспечении данными космической съемки при ликвидации последствий наводнения в Краснодарском крае (Крымск, Геленджик, Новороссийск). Это позволило быстро определить

границы затопленных территорий, провести восстановительные работы, определить безопасные площадки для строительства нового жилья пострадавшим. Ю.В. Рысин, руководитель департамента, главный архитектор Краснодарского края, лично передал благодарственную грамоту М.А. Болсуновскому, первому заместителю генерального директора компании «Совзонд» (рис.).



Рис. Ю.В. Рысин вручает благодарственную грамоту М.А. Болсуновскому

Космический мониторинг позволяет получать непрерывную информацию о территории практически с любой периодичностью, что особенно важно в условиях активной градостроительной деятельности

Научно-исследовательский и проектный институт Генерального плана города Москвы (ГУП «НИ и ПИ Генплана Москвы») специализируется на выполнении различных работ и услуг в области градостроительства, обеспечивающих потребности перспективного развития Москвы и Московской области. В своей деятельности институт активно использует геоинформационные системы, современные технологии картографирования, данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). На вопросы редакции журнала «ГЕОМАТИКА» любезно согласился ответить заведующий научно-проектным отделением сохранения и развития природного комплекса ГУП «НИ и ПИ Генплана Москвы» Александр Андреевич Минин.



А.А. Минин. Блиц - портрет

ГОД И МЕСТО РОЖДЕНИЯ: 1959, Архангельская обл.

ДЕТИ: сын и две дочери

ОБРАЗОВАНИЕ: географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, кандидат географических наук, доктор биологических наук

УВЛЕЧЕНИЯ: книги, лыжи, плавание

КУЛИНАРНЫЕ ПРИСТРАСТИЯ: соленья грибы

Редакция: В прошлом году НИ и ПИ Генплана Москвы исполнилось 60 лет. Мы поздравляем Вас и весь коллектив института с замечательным событием. Москвичей, конечно, интересуют вопросы развития города. Ваш институт курирует конкурс на концепцию развития Московской агломерации. Не могли бы Вы подробнее рассказать о проектах, победивших в конкурсе? Что нового можно отметить в этих проектах, учитывались ли в них вопросы экологии?

А. Минин: В финальной части конкурса участвовали 9 команд, в основном иностранные. В двух номинациях победила французская команда, в одной (по размещению федерального центра) — американская. Важно отметить, что практически во всех проектах (особенно в американском) большое внимание уделялось экологическим аспектам, что пока, к сожалению, у нас не очень приветствуется при разработке градостроительной документации. Все пытаются выжать максимум метража, желатель-

но коммерчески перспективного. Однако современный город — это не сплошная застройка и магистрали под окнами домов. Это гармоничное пространство с наличием разнообразных функций и обязательным присутствием природных компонентов. На Западе (да и в Китае — его представители также выступали на семинарах) увлечение сплошной урбанизацией проходит, и пейзажи «каменных джунглей» уже не вызывают восторга.

Москва в природном отношении — очень своеобразный город. Это крупнейший мегаполис в центре равнины — не на берегу моря или океана с морским климатом, как большинство крупных городов мира. Поэтому любая блокирующая ситуация в атмосфере (установление антициклонального режима циркуляции с отрицательной стратификацией атмосферы, особенно зимой, — вспомните качество воздуха холодным зимним утром в замкнутом московском дворе, когда все автовладельцы дружно прогревают свои автомобили...) может иметь тяжелые экологические последствия. Характерный пример — лето 2010 г., когда мощный антициклон почти на два месяца блокировал активные атмосферные процессы в центральной части региона. Радиально-кольцевая структура Москвы, ругаемая многими градостроителями, в экологическом плане оказалась выигршной. Повышенное количество энергии (тепловая шапка) провоцирует развитие восходящих потоков воздуха в центральной части и соответственно заток воздуха в город с окраин по долинам рек и радиальным улицам. Это так называемый городской бриз. Скорости ветра невелики, но они обеспечивают на протяжении многих десятилетий относительно благоприятную ситуацию с воздухом даже в центральной части города.

Застройка МКАД, вылетных магистралей, уничтожение лесопаркового защитного пояса, малых рек — это факторы, отягощающие экологическую ситуацию в городе. Поэтому именно в отношении Москвы критически важна грамотная в экологическом отношении градостроительная политика, сохранение зеленых ядер и коридоров, лесов вокруг Москвы. Если этого не будет, Москва рискует стать самым огромным на планете очагом экологического неблагополучия, зависимым от малейших изменений в состоянии атмосферы и уязвимым в плане экологической безопасности.

Р.: Какие интересные разработки планируются для развития территории «новой» Москвы?

А. М.: С этой территорией еще много неясного, поэтому сложно говорить о каких-то определенных перспективах. Начиналось все вроде как из необходимости переноса федерального центра из Москвы (разбросанных по городу федеральных министерств и ведомств, органов законодательной власти). Под это затевалось расширение города и конкурс на разработку концепции развития агломерации. Однако, по последним веяниям, эта необходимость отпала, решили искать площадку в Москве (хотя можно было сразу предположить, что выковырять чиновников из насыженных мест и отправить за город будет сложно). Есть опасения, что в «новой» Москве все просто закончится жилой застройкой в разных вариантах.

Р.: Что нового предусматривается в развитии транспортного комплекса, дорожном строительстве?

А. М.: Это уже происходит. Лихорадочно то открываются, то закрываются выделенные и реверсивные полосы, асфальтируются площадки для автомобилей во дворах, расширяются проезжие части и т. д. Активно строятся объекты метрополитена. Доходит до абсурда, когда одновременно идет проектирование, согласование, а люди с лопатами и экскаваторы уже приступают к работам на земле. Очевидно, что итоговый результат может быть весьма неожиданным. На мой взгляд, к сожалению, создается в большей степени город для автомобилей, а не для людей, как об этом заверяют руководители разного ранга. Да и трудно не понять людей, которые пишут возмущенные письма во все инстанции, когда у них под окнами вырубаются скверы и бульвары и все закатывается в асфальт. Хайвэй в сложившемся городе, на мой взгляд, для жителей не самый приятный вариант решения транспортных проблем. Тем более что в целом проблема пробок не решается, поскольку локальные расширения улиц упираются в «горлышки» на выездах из города или к центру. Также есть опасения, что здесь мы имеем дело с типичным процессом — с положительной обратной связью: расширяется пространство для автомобилей, и это провоцирует рост числа этих автомобилей, учитывая их доступность. И очень скоро (при условии даже быстрой реализации всех мероприятий по реконструк-

ции магистралей, расширению парковочного пространства и т. д.) эта проблема опять возникнет. Тем более что в основном все уширения идут по земле, в одной плоскости из соображений экономии. Очевидно, следует более комплексно и взвешенно, без излишней суеты подходить к решению транспортных проблем в Москве.

Р.: Ваш институт активно сотрудничает с компанией «Совзонд». Недавно был выполнен совместный проект по схемам озеленения города. Довольны ли Вы результатами этой работы? Планируете ли расширение сотрудничества?

А. М.: Мы довольны совместной работой с компанией «Совзонд». Тем более что сроки нам были поставлены очень ограниченные, но специалисты компании пошли навстречу и в очень сложных условиях помогли нам успешно выполнить проект. Следует отметить, что впервые за историю Москвы методами космической съемки были оценены фактическая площадь (по проекции крон) и состояние зеленых насаждений города (рис.). Сразу скажу, что, с одной стороны, цифра по доле зеленых насаждений от площади города получилась весьма неожиданной и далекой от стереотипных представлений о степени озелененности Москвы. Честно говоря, я до сих пор опасаясь ее активно афишировать. С другой стороны, это реальность, которую надо учитывать, так же как и сведения о состоянии зеленых насаждений Москвы, в значительной степени неблагоприятном.

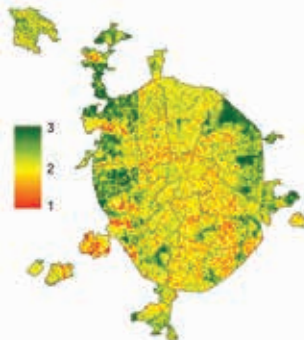
Первый важный аспект — технологии, разработанные специалистами компании «Совзонд» и отработанные на примере Москвы в процессе нашей совместной работы, вполне могут и должны применяться на территории «новой» Москвы (если дойдет дело до серьезных разработок). Масштабы там больше, натурные обследования затруднены, поэтому космическая информация является, по сути, единственным источником объективных данных.

Второй важный аспект — возможность оперативного мониторинга зеленых насаждений в отношении как площади, так и состояния. До сих пор мониторинг осуществлялся точечно и данные отдельных наземных обследований экстраполировались на районы, округа и в целом на город (естественно, с определенными погрешностями и допущениями). Космический мониторинг позволяет получать непрерывную информацию о территории практически с любой периодичностью, что особенно важно в условиях активной градостроительной деятельности.

В мире космическая информация используется все более активно, а богатый опыт советской и российской космонавтики и современные достижения (применительно к обсуждаемой проблеме) должны быть задействованы на благо устойчивого развития Москвы.

Р.: Спасибо, Александр Андреевич. Желаем Вам дальнейших успехов!

Древесно - кустраниковая растительность



Травяная растительность

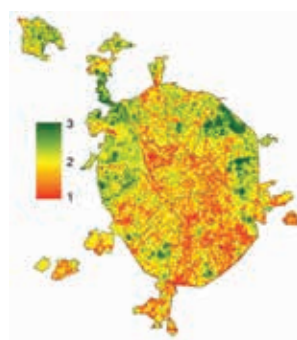


Рис. Состояние зеленых насаждений Москвы по данным космической съемки (1 - неудовлетворительное, 2 - среднее, 3 - хорошее)

Б.А. Дворкин (Компания «Совзонд»)

В 1974 г. окончил Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова по специальности «картография». Работал в ПКО «Картография», ООО «Картография Хубер», ГИС-Ассоциации, Научном геоинформационном центре РАН. В настоящее время — аналитик компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

С.А. Дудкин (Компания «Совзонд»)

В 1997 г. окончил Череповецкое высшее военное инженерное училище радиозлектроники по специальности «командно-инженерная радиосвязь». Работал начальником отдела ВЭД ФГУП НПО ИТ, заместителем директора НЦ ОМЗ ФГУП РНИИКП. В настоящее время — исполнительный директор компании «Совзонд». Кандидат технических наук.

Космический мониторинг и экологические проекты компании «Совзонд»

Космический мониторинг широко используются при изучении ландшафтной структуры, природных ресурсов и типов природопользования, а также для анализа степени загрязнения атмосферы, земельных и водных ресурсов, в работах по оценке антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду. Использование методик ДЗЗ позволяет оперативно решать самые разные задачи в области природопользования и экологии.

При создании систем экологического мониторинга необходимо соблюдения следующих основных принципов:

- объективность и достоверность первичной, аналитической и прогнозной информации;
- систематичность наблюдений за состоянием окружающей природной среды и техногенными объектами, влияющими на нее;
- повышение оперативности получения и достоверности первичных данных за счет использования совершенных технологий процессов сбора, накопления и обработки экологической информации на всех уровнях государственного управления и местного самоуправления;
- совместимость технического, информационного и программного обеспечения ее составных частей.

- повышение уровня и качества информационного обслуживания потребителей экологической информации на всех уровнях функционирования системы на основе сетевого доступа к распределенным ведомственным и интегрированным банкам данных, комплексной обработки и использования информации для принятия соответствующих решений;
- оперативность доведения экологической информации до органов исполнительной власти, других заинтересованных органов, предприятий, организаций и учреждений;
- доступность экологической информации для населения.

Реализация всех этих принципов возможна при включении в систему экологического мониторинга трех обязательных структурных элементов:

1. Использование в сочетании со всеми другими видами информации современной космической съемки. На сегодняшний день космическая съемка является надежным, подробным, регулярным, актуальным источником информации о большинстве объектов, явлений, процессов на поверхности Земли. Главное качество данных, получаемых

путем космической съемки, — их достоверность, объективность, независимость от любых субъективных факторов. Таким образом, космические снимки в сочетании со всеми другими видами информации могут обеспечить реализацию большинства из приведенных выше принципов.

2. Разработка и внедрение автоматизированных программно-технологических комплексов (АПТК), обеспечивающих автоматизированную обработку, дешифрирование космических снимков, выполнение анализа получаемой информации, ее синтез со всеми другими видами информации. Такие комплексы обеспечат максимальную достоверность, воспроизводимость результатов мониторинга, точность интерпретации космических снимков одновременно с обеспечением высокой производительности системы мониторинга, максимальной оперативности получаемых результатов для обеспечения управленческих решений, формирования общественного мнения.

3. Создание единого распределенного геоинформационного ресурса (геопортала), базирующегося на материалах, полученных путем дистанционного зондирования Земли из космоса и интегрирующего в себе все другие виды информации, располагающего программными средствами и интерфейсами для максимально доступного, удобного отображения информации в целях принятия управленческих решений, аналитическими функциями, инструментами оперативной оценки экономического и экологического ущерба.

Среди главных задач, решаемых при проведении космического экологического мониторинга, можно выделить следующие:

- оценка масштаба проявления и темпов развития эрозийных процессов (водных и ветровых) с применением двух основных методов исследования: по оптическим и радарным снимкам, по цифровым моделям рельефа (ЦМР), создаваемым на базе снимков;
- автоматический мониторинг и прогнозирование процессов заболачивания и опустынивания, засоления, всех видов карста, береговых геоморфологических процессов, степных пожаров и т. д.;
- наблюдение практически в режиме реального

времени за быстроизменяющимися экосистемами и антропогенными объектами с применением как оптических, так и радарных данных (расширение городов, промышленных зон, транспортных магистралей, пересыхание водоемов и т. п.);

- изучение экологического состояния атмосферы по ранневесенним снимкам (выявление запыленности и загазованности воздуха по загрязнению снежного покрова);
- выявление локальных источников загрязнения вод и почв, а также последствий их воздействия на экосистемы путем комплексного дешифрирования космических снимков высокого и среднего разрешения;
- контроль территорий, находящихся в зонах морских приливов и отливов и сгонно-нагонных явлений;
- синтетическая оценка экологического состояния регионов, определение экологической комфортности территорий.

Важное значение технологии ДЗЗ в силу своих уникальных особенностей (широкий территориальный охват, оперативность, контроль за отдаленными районами, всепогодность при использовании радарной съемки и т. д.) имеют для экологического контроля в таких сферах экономической деятельности, как нефтегазовый комплекс, сельское, лесное и водное хозяйство.

Данные ДЗЗ широко используются при решении различных задач территориального нефтегазового комплекса. Применение методов ДДЗ позволяет радикально уменьшить стоимость рекультивационных и других природоохранных работ, обеспечивая комплексное исследование обширных территорий, зачастую недоступных по тем или иным причинам для традиционных методов. В районах интенсивной нефтегазодобычи космическая съемка обеспечивает:

- инвентаризацию существующих и строящихся объектов с составлением крупномасштабных тематических карт и планов;
- мониторинг инфраструктуры объектов добычи и транспортировки нефти и газа;
- выявление мест повреждений трубопроводов;
- оперативное выявление несанкционированных врезок в магистральные трубопроводы и монито-

ринг появления техногенных объектов в охранных зонах;

- мониторинг зоны контроля подземных магистральных трубопроводов;
- картографирование мест сжигания попутного газа и контроль функционирования факельных установок;
- мониторинг экологического состояния территорий в районах добычи, переработки, транспортировки нефти и газа;
- выявление территорий, загрязненных нефтепродуктами, мониторинг аварийных разливов нефти, контроль темпов и оценка эффективности рекультивационных мероприятий;
- оперативное определение районов аварий и изучение их транспортной доступности, что позволяет оптимизировать работу обслуживающих и ремонтных бригад.

Сельское хозяйство — одна из самых перспективных сфер для использования данных ДЗЗ. Съемка из космоса позволяет существенно усовершенствовать методы оперативного контроля состояния посевов и прогноза урожая как в региональном, так и в локальном масштабе, решать экологические задачи. В частности, использование космического мониторинга позволяет оперативно выявлять неблагоприятные природные явления, связанные с сельскохозяйственным природопользованием (ветровая и водная эрозия, засоление, стравливание растительности, вытаптывание почвогрунта скотом и т. д.), в целях учета этих процессов при планировании сельскохозяйственного природопользования.

В широкий круг задач, решаемых методами ДЗЗ для нужд лесного хозяйства, входит и мониторинг экологических проблем:

- выявление существующих незаконных вырубок и гарей, оперативный автоматизированный мониторинг появления новых участков, пройденных пожарами, и вырубок (в том числе несанкционированных), определение экономического и экологического ущерба;
- оперативное обнаружение очагов возникновения лесных и торфяных пожаров;
- прогнозирование развития и продвижения очагов лесных пожаров на базе знаний о влиянии на данный процесс метеорологических условий и пирогенных факторов;

- выявление гарей и определение их площадей, оперативный автоматизированный мониторинг появления новых участков, пройденных пожарами, определение экономического и экологического ущерба;
- оценка ущерба, нанесенного лесному хозяйству пожарами;
- изучение негативных процессов, воздействующих на лесные массивы: влияние вредителей и болезней, иссушение или переувлажнение лесов, приводящих к их деградации и гибели;
- оценка состояния лесных насаждений с хронической формой ослабления деревьев болезнями, промышленными выбросами, чрезмерной рекреационной нагрузкой и т.п.;
- обнаружение массивов леса, полностью или частично поваленного ураганскими ветрами, определение площадей ветровалов.

Космические снимки позволяют следить за развитием негативных процессов в реках, озерах, водохранилищах, предсказывать возможность возникновения и характер протекания этих процессов, выявлять их последствия и оценивать все виды ущерба, осуществлять мониторинг состояния гидротехнических сооружений. Методики ДЗЗ позволяют решать следующие задачи, связанные с экологией в сфере водного хозяйства:

- выявление антропогенно-спровоцированных и естественных изменений водной массы (эвтрофирование, изменение общей минерализации, наличие взвесей);
- оценка степени зарастания русел рек;
- моделирование процессов затопления территории во время паводков по трехмерным моделям на базе космической стереосъемки;
- выявление источников загрязнения вод;
- комплексная экологическая оценка водных ресурсов;
- оценка и контроль загрязнений поверхностного слоя внутренних водоемов.

Эффективность использования геоинформационных и космических технологий для целей охраны окружающей среды подтверждают проекты, выполненные компанией «Совзонд».

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОТОТИПА ИАС КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ МИНИСТЕРСТВА ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ

ЗАКАЗЧИК: ООО «Украинские космические технологии».

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА: Информационное обеспечение прототипа информационно-аналитической системы (ИАС) космического мониторинга для Министерства экологии и природных ресурсов Украины.

ВЫПОЛНЕННЫЕ РАБОТЫ: Осуществлена поставка и тематическая обработка архивных данных ДЗЗ сверхвысокого пространственного разрешения со спутников WorldView-1, QuickBird, IKONOS, а также высокого разрешения со спутников RapidEye особо охраняемых природных территорий Украины.

ИСПОЛЬЗОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: Trimble INPHO, ENVI, ArcGIS.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ДАННЫЕ ДЗЗ: космические снимки со спутников WorldView-1, QuickBird, IKONOS и RapidEye.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

- созданы ортотрансформированные изображения путем фотограмметрической обработки космических



Рис. 1. Информация о вырубках в национальном парке «Синеvir»



Рис. 2. Выявление нарушений в парке-памятнике «Массандровский»

- снимков без использования наземных опорных точек с разрешением 5 м (данные RapidEye, цветные изображения), с разрешением 0,5 м (WorldView-1, панхроматические изображения), с разрешением 0,6 – 1 м (QuickBird, IKONOS, цветные изображения);
- сформированы бесшовные мозаичные цветные изображения с разрешением 5 м на базе разновременных ортотрансформированных изображений RapidEye для полного представления охраняемых территорий с прилегающими буферными зонами шириной 5 км;

- на базе всех использованных космических снимков методами аддитивного синтеза созданы разновременные композиты, наиболее контрастно отображающие все произошедшие изменения;
 - дешифрованы изменения, произошедшие на согласованных территориях заповедно-природного фонда Украины и в буферных зонах, созданы векторные электронные картографические слои, отображающие произошедшие изменения:
 - для Ужанского национального парка, национального парка «Синевир», Карпатского национального парка, участков Карпатского биосферного заповедника, заповедника «Горганы» определены основные виды воздействий на лесной фонд: сплошные и выборочные рубки, рубки под инфраструктуру строительство крупных промышленных, транспортных объектов различных типов на всех фазах; разработка полезных ископаемых; площади, пройденные ветровалами, пожарами; насаждения, пострадавшие от вредителей и болезней;
 - для Ливадийского, Массандровского и Мисхорского парков-памятников определены основные виды воздействий на садово-парковые ландшафты: рубки, пожары; строительство промышленных, транспортных, сельскохозяйственных, социальных объектов различных типов на всех фазах; разработка полезных ископаемых различных типов; коммунально-бытовое воздействие на среду, в том числе состояние санкционированных полигонов складирования твердых отходов, места несанкционированного захоронения отходов (свалок), коммунальных стоков в водоемы.
- Рис. 1–2 иллюстрируют реализацию проекта.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОХРАННОЙ ЗОНЫ И ЗОНЫ МИНИМАЛЬНО-ДОПУСТИМЫХ РАССТОЯНИЙ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

ЗАКАЗЧИК: ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург».

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА: Обеспечение данными космической съемки и проведение тематического дешифрирования участков магистральных газопроводов на территории ответственности ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург».

ВЫПОЛНЕННЫЕ РАБОТЫ:

- Обеспечена космическая съемка участков магистральных газопроводов протяженностью более 900 км;
- сделано ортотрансформирование и пространственная привязка космических снимков на все участки магистральных газопроводов;
- проведено тематическое дешифрирование на участке магистрального газопровода длиной 210 км с целью поиска неблагоприятных экзогенных процессов, антропогенных объектов, а также для выявления границ смены растительных сообществ;
- создана единая база геоданных, включающая материалы космической съемки и результаты тематического дешифрирования.

ИСПОЛЬЗОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: ENVI.

РЕЗУЛЬТАТЫ: в ходе тематического дешифрирования в пределах буферной зоны магистрального газопровода были выявлены:

- карстовые формы рельефа, заболоченные и обводненные участки;
- результаты воздействия на рельеф природных факторов гидрологического генезиса — овраги, балки, зоны аккумуляции и переработки берегов водоемов и водотоков; опасные природные процессы, обусловленные воздействием гравитационных сил, — оползни, осыпи, обрывы;
- границы смены растительных ассоциаций, древесной, кустарниковой, луговой, культурной растительности;
- следы антропогенного воздействия — антропогенный рельеф (карьеры, отвалы), участки нарушенных почв, рубки леса, свалки ТБО, отдельные сооружения, урбанизированные зоны, гидротехнические сооружения.

По итогам работ была построена база геоданных, составлены таблицы с характеристиками каждого выделенного объекта, представлены схемы их расположения, примеры проявления на снимках, а также составлена сводная таблица результатов.

На рис. 3–5 показаны результаты обработки и анализа космических снимков.



Рис. 3. Участок проявления карста



Рис. 4. Отвал горной породы



Рис. 5. Заболоченные участки (переходное болото, заболоченный лес)

В.А. Гаврилов (Ненецкий информационно-аналитический центр)

В 2007 г. окончил Северный арктический федеральный университет по специальности «юриспруденция/ государственное-правовое направление», в 2011 г. окончил факультет управления Северного арктического федерального университета по специальности «государственное и муниципальное управление». В настоящее время — директор казенного учреждения Ненецкого автономного округа «Ненецкий информационно-аналитический центр».

С.М. Рыбникова (Компания «Совзонд»)

В 2002 г. окончила геологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. В настоящее время — менеджер проектов компании «Совзонд».

С.В. Любимцева (Компания «Совзонд»)

В 2002 г. прошла обучение по курсу «Информационные системы», в 2010 г. получила степень «Мастер делового администрирования» (Master of Business Administration) в Финансовой академии при Правительстве РФ.

С 2005 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — директор по маркетингу.

Опыт Ненецкого АО по выявлению незарегистрированных земельных участков и объектов недвижимости на основе космической съемки RapidEye

По мере развития информационных технологий космическая съемка все чаще успешно применяется для решения задач самых разнообразных областей экономики, позволяя получать актуальные данные. Обладая объективной информацией, руководство получает возможность выявлять нарушения и своевременно предотвращать финансовые потери бюджетов всех уровней. В частности, если речь заходит о таких отраслях, как недропользование, сельское, лесное хозяйство или экологическая безопасность, проведение космической съемки и привлечение данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) обоснованно считаются одним из наиболее продуктивных и непредвзятых инструментов контроля над деятельностью как коммерческих организаций, так и государственных структур. Нередко экономический эффект от использования данных ДЗЗ со спутников превосходит самые смелые прогнозы.

Как известно, в Ненецком автономном округе расположены одни из самых крупных в нашей стране месторождений полезных ископаемых, в особенности углеводородов: до 90 % поступлений в бюджет региона дает нефтегазовый комплекс. Ненецкий автономный округ является чрезвычайно привлекательным для инвестиций, что должно способствовать его активному экономическому развитию. Однако выявляются случаи нарушения законодательства, в том числе и правил недропользования, инвесторами, которые в основном представлены добывающими компаниями.

Особенности географического расположения и климатических условий региона затрудняют осуществление постоянного контроля над деятельностью недропользователей. Большая территория Ненецкого автономного округа — 176 700 кв. км — и отсутствие дорожной сети, которую можно было бы эксплуатировать круглогодично, делают невозможным проведение контроля традицион-

ными способами. Использование авиационного транспорта и зимников (сезонных дорог) не позволяет получать сведения регулярно и, таким образом, не дает общего представления о происходящем в регионе.

Проанализировав ситуацию, администрация Ненецкого автономного округа приняла решение о включении космического мониторинга в число методов проверки работы добывающих предприятий. Ежегодно Казенное учреждение Ненецкого автономного округа «Ненецкий информационно-аналитический центр» (КУ НАО «НИАЦ») проводит оценку состояния территорий региона, в том числе и с привлечением данных ДЗЗ.

КУ НАО «НИАЦ» было создано в августе 2002 г. в соответствии с постановлением администрации Ненецкого автономного округа № 813 от 8 ноября 2001 г. В дальнейшем предприятие претерпело ряд реорганизационных процедур, в результате которых на сегодняшний день существует в форме Казенного учреждения Ненецкого автономного округа.

КУ НАО «НИАЦ» приступило к активной деятель-

ности с первых дней создания. За время работы с российскими и международными организациями КУ НАО «НИАЦ» приобрело большой опыт в вопросах исследования охраны окружающей среды, разработки баз данных и геоинформационных систем. Помимо этого выполняется большой спектр работ для администрации Ненецкого автономного округа.

Активное использование космических данных ДЗЗ в Ненецком автономном округе для вышеперечисленных задач началось несколько лет назад. В 2011 г. КУ НАО «НИАЦ» были приобретены космические снимки со спутников RapidEye (рис. 1, 2). Компания «Совзонд» предоставила в срок, несмотря на сложные климатические условия съемки, 5-канальные мультиспектральные снимки с пространственным разрешением 6,5 м (после обработки — 5 м) на территории 15 280 кв. км. За два года с использованием материалов ДЗЗ было выявлено 124 незарегистрированных объекта общей площадью 254,4 га (рис. 3). После устранения нарушений и постановки на кадастровый учет незарегистриро-

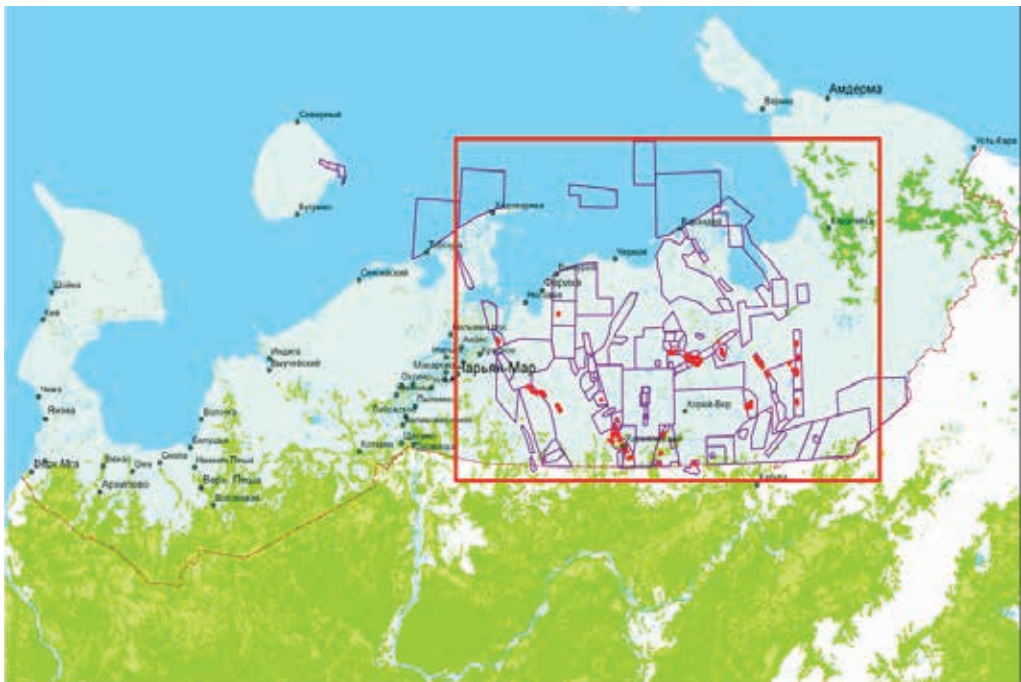


Рис. 1. Участок мониторинга землепользования на территории Ненецкого автономного округа с применением данных ДЗЗ



Рис. 2. Пример съемки территории Ненецкого автономного округа, выполненной группировкой спутников RapidEye

ванных участков доходы бюджета от аренды участков и за счет налоговых поступлений значительно превысили затраты на космическую съемку.

Результаты совместной работы компании «Совзонд» и КУ НАО «НИАЦ» стали наглядным примером того, как внедрение данных ДЗЗ может значительно увеличить поступления в региональный бюджет и повысить эффективность эксплуатации земель различного назначения.

Таким образом, применение данных ДЗЗ территории Ненецкого автономного округа позволяет держать в тонусе нефтяные компании (а их в округе более тридцати, в том числе «Лукойл», «Башнефть», «Роснефть», «Тоталь», «РусьеВьетпетро» и т. д.), которые в большинстве своем заботятся о положительном имидже и выявление нарушений земельного законодательства которыми негативно влияет на их репутацию. На данные ДЗЗ накладываются сведения из единого государственного реестра объектов недвижимости, таким образом, КУ НАО «НИАЦ» получает конкретную информацию по объектам хозяйственной деятельности.

В настоящее время продолжается работа по мони-

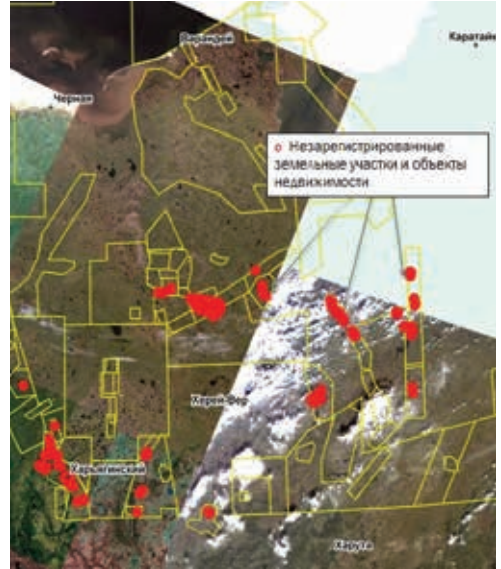


Рис. 3. Незарегистрированные земельные участки и объекты недвижимости на территории Ненецкого автономного округа

торингу районов недропользования Ненецкого автономного округа для выявления незарегистрированных участков. В 2012 г. КУ НАО «НИАЦ» при участии компании «Совзонд» планирует получить данные по результатам космической съемки спутниками RapidEye участка территории Ненецкого автономного округа площадью 18 351 кв. км.

Применение информационных технологий в Ненецком автономном округе не ограничено космической съемкой в целях кадастрового учета. В 2012 г. в городе Нарьян-Маре состоялось открытие Ситуационного центра губернатора, в котором будут накапливаться сведения о происходящем в округе, в том числе геопространственная информация и аналитические данные по основным отраслям экономики, экологии, безопасности. В целях дальнейшего развития предполагается создание Региональной геоинформационной системы (РГИС), с помощью которой будет значительно упрощено взаимодействие между разными органами власти и тем самым повысится эффективность управления Ненецким автономным округом.



КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

КОМПАНИЯ «СОВЗОНД»

Ваш спутник в мире информационных технологий

115563, г. Москва, ул. Шипиловская, д. 28а
Тел.: +7 (495) 642 8870, +7 (495) 988-7511
Факс: +7 (495) 988-7533
sovzond@sovzond.ru | www.sovzond.ru



Ю.И. Кантемиров (Компания «Совзонд»)

В 2004 г. окончил РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.

После окончания университета работал младшим научным сотрудником Лаборатории космической информации для целей газовой промышленности в ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

С 2010 г. работает в компании «Совзонд» ведущим специалистом отдела программного обеспечения.

SARscape Tools for ArcGIS — набор инструментов для работы с радарными данными ДЗЗ в среде ArcGIS

Программный комплекс SARscape (разработчик – SARMAP SA, Швейцария), поставляемый как набор дополнительных модулей к программе ENVI (Exelis VIS, США — Франция), представляет собой мощный набор функций и алгоритмов предварительной и тематической обработки радарных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

В рамках партнерства между компаниями Exelis VIS (мировой дистрибьютор ENVI и SARscape) и ESRI (разработчик программного обеспечения ArcGIS) ведутся работы по постоянному совершенствованию этих программных продуктов в направлении их максимальной совместимости и интеграции.

Одним из продуктов, разработанных в рамках этого партнерства и вышедших на рынок в 2012 г., является набор инструментов SARscape Tools for ArcGIS, позволяющий выполнять предварительную и тематическую обработку радарных космических снимков непосредственно в интерфейсе ArcGIS.

Для того, чтобы в меню ArcToolbox настольного приложения ArcMap появился раздел SARscape Tools, необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. установить на ваш компьютер ArcGIS Desktop.
2. затем установить на этот же компьютер программный комплекс ENVI 5.0.
3. далее установить на этот компьютер SARscape 4.4.003.

После выполнения этой последовательности действий в меню ArcToolbox настольного приложения ArcMap появится раздел SARscape Tools (рис. 1.). Подчеркнем, что функции данного набора инструментов будут работать только при условии наличия на данном компьютере установленных и лицензированных версий ENVI, SARscape и ArcGIS Desktop.

SARscape Tools состоит из следующих модулей:

- Amplitude Processing (обработка амплитуды);
- Data Import (импорт данных);
- General (общие настройки);
- Interferometric Processing (интерферометрическая обработка пар радарных снимков);
- Interferometric Stacking (интерферометрическая обработка многопроходных серий радарных снимков);
- SARscape Workflows (автоматизированные последовательности операций для генерации типовых продуктов из радарных снимков).

Состав активных функций SARscape Tools определяется в зависимости от состава лицензированных на компьютере модулей SARscape:

1. Если на компьютере лицензирован хотя бы один (любой) из базовых модулей SARscape, следующие функции SARscape Tools активны:
 - импорт всех поддерживаемых радарных данных ДЗЗ;
 - импорт внешних ЦМР;

- импорт ЦМР SRTM-3 с закачкой ее необходимого участка из Интернета с последующим вырезанием ее по контуру радарного снимка или снимков.

2. Если на компьютере лицензирован модуль SARscape Basic, то следующие дополнительные функции SARscape Tools активны:

- некогерентное накопление радарных снимков (Multilooking);
- автоматическая корегистрация радарных снимков;
- фильтры спекл-шума для единичных радарных снимков и для их мультитременных серий;
- расчет когерентности;
- геокодирование и радиометрическая калибровка;
- автоматизированная последовательность (Workflow) генерации геокодированных и радиометрически калиброванных радарных снимков (включает в себя некогерентное накопление комплексных радарных данных, их автоматическую корегистрацию, мультитременную фильтрацию, геокодирование и радиометрическую калибровку).

3. Если на компьютере лицензирован модуль SARscape Interferometry, то активны следующие дополнительные функции SARscape Tools:

- все функции интерферометрической обработки пар радарных снимков (автоматическая корегистрация комплексных данных, расчет интерферограммы, синтез ожидаемой фазы рельефа, расчет дифференциальной интерферограммы, ее адаптивная фильтрация, расчет когерентности, развертка фазы);
- коррекция орбиты по точкам с последующим пересчетом интерферограммы и развернутой фазы;
- преобразование развернутой фазы в геокодированную цифровую модель рельефа (высоты над эллипсоидом WGS-84);
- преобразование развернутой фазы в геокодированную цифровую карту смещений земной поверхности, произошедших за период между съемками снимков пары;
- автоматизированные цепочки интерферометрической обработки пар радарных снимков для получения геокодированных ЦМР, карт смещений и изображений когерентности.

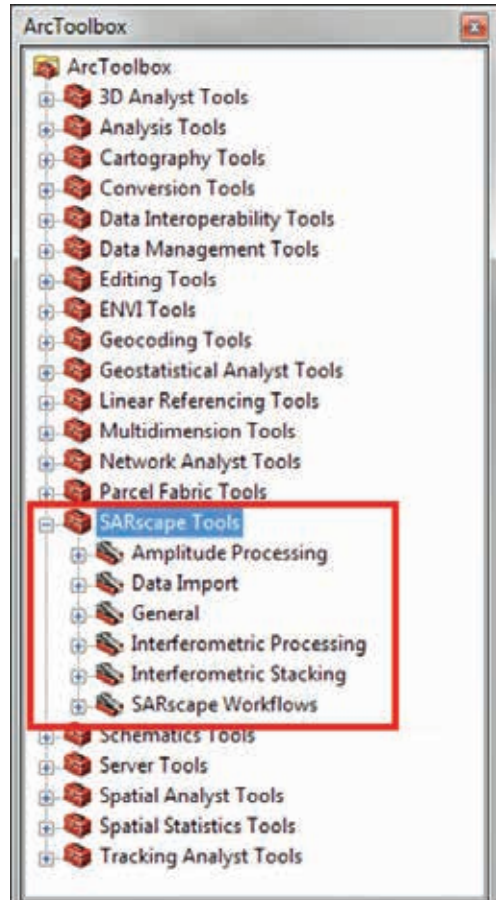


Рис. 1. Расположение набора инструментов SARscape Tools в меню ArcToolbox

4. Если на компьютере лицензирован модуль SARscape Interferometric Stacking, то активна дополнительная функция SARscape Tools — Persistent Scatterers (многопроходная интерферометрия постоянных рассеивателей).

Появление SARscape Tools for ArcGIS стало следующим шагом в продолжающейся интеграции программных продуктов компаний Exelis VIS и ESRI. Надеемся, что набор инструментов SARscape Tools заинтересует специалистов, обрабатывающих радарные данные ДЗЗ и привыкших к интерфейсу ArcGIS.



ПОИСК СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ*
catalog.sovzond.ru

* Поиск спутниковых снимков по космическим аппаратам: QuickBird, WorldView-1, WorldView-2, Ikonos, GeoEye, Pleiades, RapidEye, Alos, DMC-UK-2, Deimos-1, TerraSAR, Монитор-Э, Ресурс-ДК и др.



Компания «Совзонд»
115563, г. Москва, ул. Шипиловская, 28а
Тел: +7(495) 642-8870, 988-7511, 988-7522
Факс: +7(495) 988-7533
E-mail: sovzond@sovzond.ru | www.sovzond.ru

SOVZOND



СОВЗОНД

КОНСАЛТИНГОВЫЙ ЦЕНТР КОМПАНИИ «СОВЗОНД»



Консалтинговый центр компании «Совзонд» работает с 2006 года.

Основной отличительной особенностью предлагаемых семинаров является их ориентация на решение практических задач. При выполнении упражнений используются данные со спутников WorldView-1,2, GeoEye, QuickBird, Ikonos, Formosat-2, Alos, RapidEye, Spot, Radarsat и др. При формировании очередного семинара обязательно учитываются пожелания обучаемых и особенности реализации их реальных проектов. В консалтинговом центре прошли обучение более 500 специалистов.

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ПРЕДЛАГАЕМ СЛЕДУЮЩИЕ КУРСЫ*:

- Базовые модули фотограмметрической системы Trimble INPHO.
- Использование программного комплекса ENVI для обработки и анализа данных ДЗЗ.
- Возможности языка программирования IDL. Дополнительные модули.
- Обработка данных радиолокационных съемок в дополнительных модулях ENVI SARscape Basic и SARscape Interferometry.
- Инструменты и функциональность ArcGIS Desktop.
- Комплексная обработка данных дистанционного зондирования Земли в программных продуктах ENVI и ArcGIS Desktop.
- Visual MODFLOW: практическое применение моделирования потока подземных вод и движения растворов.

* Выдается сертификат международного образца.

Дополнительная информация
и запись на обучение:

Тел.: +7(495) 642-8870, 988-7511, 988-7522

Факс: +7(495) 988-7533, 623-3013

E-mail: software@sovzond.ru

www.sovzond.ru

Е.А. Балдина (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1981 г. окончила географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова по специальности «картограф-географ». В настоящее время — ведущий научный сотрудник географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Кандидат географических наук.

Радиолокационные данные для характеристики состояния залежей в дельте Волги

Дельта Волги — уникальный регион по природным особенностям ландшафта, который благодаря своему интразональному положению и значительным размерам хорошо выделяется на космических снимках даже относительно низкого разрешения, как оазис среди пустынь и полупустынь. Здесь пересекаются интересы разных видов использования территории: сельскохозяйственного, рыболовского, нефтегазодобывающего, кроме того, особое значение приобретает увеличение рекреационной активности [3], развитие экологического и этнотуризма.

С середины 1960-х гг. на этой территории получило широкое развитие орошаемое земледелие — были обвалованы и распашаны большие площади. В условиях орошения возделывались овощные, кормовые, бахчевые культуры, широкое распространение получило рисосеяние. Впоследствии по ряду причин большинство полей было заброшено, в настоящее время обрабатываются лишь небольшие площади. Обвалованные необрабатываемые поля не промываются водами половодья, вследствие этого они представляют собой залежи с засолившимися почвами, в разной степени заросшие травянистой и древеснокустарниковой растительностью, подверженные процессам опустынивания (рис. 1). При зарастании неиспользуемых земель галофитной растительностью процессы засоления активизируются, что требует значительно больших усилий при возвращении их в обработку. Населенные пункты располагаются также на обвалованных участках, прилегающие к ним пустоши засолены, луговая растительность сильно дегра-

дирует вплоть до полного исчезновения.

Инвентаризация залежных земель, поиск оптимальных путей их рекультивации с учетом географических особенностей необходимы для создания эффективной и динамичной системы управления земельными ресурсами [1].

Хорошо известны достоинства радиолокационной съемки: возможность получения изображений местности в условиях постоянной облачности, независимость от внешнего освещения, предоставление информации о физических свойствах поверхности. Однако современные возможности получения радиолокационных данных опережают их использование в научных и практических целях. Среди причин этого и недостаточная осведомленность природоведов о возможностях радиолокационной съемки в сочетании с высокой стоимостью данных и специализированных программ для их обработки.

Гипотеза о целесообразности применения радиолокационных, и в частности полностью поляризованных, данных для оценки состояния необрабатываемых земель в дельте Волги основывается на том, что известна связь состояния растительного покрова (обилия биомассы) с характеристиками объемного рассеяния. Растительность залежей, расположенных в полупустынной зоне, значительно отличается от лесной растительности, оценка состояния и картографирование которой на основе радиолокационных методов ведутся уже несколько десятилетий [2]. Для залежей характерна значительная неоднородность растительного покрова. Обилие и вид растительности зависят от



Рис. 1. Некоторые характерные виды залежей в дельте Волги

продолжительности периода, в течение которого каждое конкретное поле не подвергалось обработке или орошению, от условий увлажнения территории, которое местами зависит от разных факторов: продолжительности периода, в течение которого поле не подвергалось обработке или орошению, от условий увлажнения территории, в том числе от сохранности валов, защищавших поля от половодья, характера современного использования. Предполагается, что данные радиодиапазона более чутки к присутствию разных видов растительности, степени увлажнения и проявлениям процессов засоления на заброшенных землях, чем данные видимого диапазона.

Для экспериментальных работ компанией «Совзонд» были предоставлены данные, полученные спутниковой системой RADARSAT-2 в результате трехкратной съемки осенью 2011 г. (11 сентября, 5 и 29 октября). Они включали многовременные амплитудные изображения высокого разрешения с географической привязкой (SGF) в двойной поляризации (DualPol, VV, VH) и комплексные полнополяризованные данные (QuadPol, HH, HV, VV, VH) с уровнем

обработки SLC (Single look complex) от 11 сентября; режим съемки WideFine.

Данные, прошедшие только стадию начальной обработки малопригодны для дешифрирования из-за высокого уровня спекл-шума. Улучшение изобразительных качеств радарных снимков — важный этап их подготовки для дешифрирования, в связи с чем большое внимание уделялось выбору методов фильтрации. Обработка проводилась средствами модуля SARscape программного комплекса ENVI отдельно для полностью поляризованных и разновременных данных.

Разновременные данные. Для совместной обработки данные разных сроков съемки были взаимно согласованы как геометрически, так и по уровню шума (многовременная фильтрация). Синтез цветного изображения (RGB-композит) из трех разновременных снимков разной поляризации выявляет различия в цвете исследуемых объектов, обусловленные их особенностями и характером изменения их состояния между сроками съемки (рис. 2).

Цветовой синтез, выполненный из разновременных снимков отдельно для согласованной вертикаль-



Рис. 2. Радиолокационное RGB-синтезированное изображение, компоненты: R — снимок 11 сентября, VV поляризация; G — 5 октября, VH-поляризация; B — 29 октября, VH-поляризация

ной и кросс-поляризации, позволяет продемонстрировать влияние поляризации радиолокационного сигнала на особенности изображения местности.

Сравнение увеличенных фрагментов многовременных композитов (рис. 3) показывает, что при согласованной вертикальной поляризации интенсивность обратного сигнала выше, чем при кросс-поляризации. Радиолокационные изображения, полученные при кросс-поляризации, передают более тонкие различия в свойствах объектов, однако ослабление принимаемого сигнала может сделать неразличимыми объекты с ровной гладкой поверхностью. Общий зеленый цвет изображений объясняется повышенным уровнем яркости снимка 5 октября, который при синтезе окрашивается зеленым. Съемка проводилась после продолжительного дождя, и повышенная влажность территории в целом повлияла на интенсивность обратного рассеяния.

При сопоставлении многовременных изображений с данными наземных обследований и снимками видимого диапазона было установлено, что наиболее однозначно определяются обрабатываемые в текущем году земли (яркие, почти белые участки с прямолинейными границами). Необрабатываемые поля — многолетние залежи — различаются по яркости основного цвета на многовременном радиолокационном изображении в зависимости от степени

увлажнения и зарастания. На участках, относительно недавно перешедших в категорию залежей, еще читаются границы полей в виде ярких линий — растительности вдоль оросительных каналов.

По особенностям радиолокационного изображения можно разделить многолетние залежи на две группы:

1. залежи сухие, почти лишённые в осенний период растительности. Характер отражения радиосигнала от поверхностей такого типа близок к характеру отражения от бугров Бэра или водной поверхности (на изображении они наиболее темные);
2. залежи более влажные, неравномерно заросшие травянистой растительностью с разным проективным покрытием и кустарниками (тамарикс, лох). Растительность выделяется на общем темном фоне более светлыми пятнами.

После дополнительно проведенной фильтрации оказалось возможным провести обработку многовременного снимка методами, принятыми для обработки многозональных снимков, в частности кластеризацию с применением алгоритма ISODATA. Результат существенно зависит от количества задаваемых кластеров. При задании восьми и больше кластеров результат получается трудноинтерпретируемым без дополнительных сведений о реальном состоянии местности в момент каждой из съемок. Задание меньшего числа кластеров, например 6 (рис. 4), позволяет получить результат, который может быть проинтерпретирован с выделением сведений о состоянии местности. На фрагменте к первому кластеру отнесены все участки, характеризующиеся практически неизменно высоким уровнем обратного рассеяния во все три срока съемки и при обеих поляризациях: им соответствуют обрабатываемые между съемками сельскохозяйственные поля, населенные пункты, а также небольшие участки галерейных лесов вдоль проток. 2-й и 3-й кластеры соответствуют участкам с высоким уровнем интенсивности обратного рассеяния и его отчетливо выраженным изменениям между съемками, что говорит о присутствии растительности в разном состоянии и с разным объемом биомассы; 4-й кластер также соответствует растительным сообществам, но в отличие от 2-го и 3-го кластеров, растительность, вероятно, разрежена. Для участков, отнесенных к 5-му и 6-му кластерам, характерен стабильно низкий уровень обратного рассеяния, свидетельствующий о практи-



Рис. 3. Фрагмент RGB-синтезированного многовременного снимка (R — 11 сентября, G — 5 октября, B — 29 октября): левый — VV-поляризация, правый — VH-поляризация

чески полном отсутствии растительного покрова, такие же характеристики имеют и относительно спокойные водные поверхности. В целом этот результат подтверждает, что обработка радиолокационных изображений позволяет получить сведения, недоступные при обработке снимков в других диапазонах спектра.

Поляриметрические данные. Наиболее информативный с точки зрения получения информации о состоянии залежей метод обработки комплексных данных – поляриметрическая декомпозиция, в частности запрограммированный в SARscape метод Паули. Он позволяет разделить поверхности по преобладающему механизму рассеяния сигнала, зафиксированного при разных поляризациях. Три получаемых при этом преобразовании изображения представляют преобладающие механизмы рассеяния: однократное (плоскость), двойное (здания, вертикальные объекты, не меняющие поляризации) и объемное (растительный покров, меняющий поляризацию на противоположную). На каждом из результирующих изображений наиболее яркими оказываются участки с преобладанием соответствующего механизма рассеяния (рис. 5). Полностью возможности этого метода исследованы не были, поскольку для

охваченной поляриметрической съемкой территории отсутствуют материалы наземных обследований, а сами залежи имеют здесь небольшие размеры и распространены в меньшей степени, чем на основной части дельты Волги. Однако и по небольшому фрагменту можно судить о том, что наиболее крупные залежи в южной части территории хорошо разделяются по наличию и обилию растительности.

По результатам проведенных работ можно выделить два перспективных для географических исследований направления обработки оригинальных радиолокационных изображений. Первое из них – выполнение преобразований, нацеленных на улучшение изобразительных свойств радиолокационных снимков (различные методы фильтрации и синтеза) с целью получения производных изображений, пригодных для дешифрирования или обработки совместно со снимками видимого диапазона. Второй путь – преобразования, возможные только для радиолокационных данных, например поляриметрические декомпозиции. Использованный в нашей работе метод Паули в сочетании с кластеризацией позволил разделить залежи по степени развития на них растительности. Далеко не все известные возможности обработки



Рис. 4. Фрагмент результата кластеризации.
Объяснения обозначений в тексте

радиолокационных данных [4] и комбинирования их с данными оптического диапазона были использованы, работа будет продолжена.

Следует отметить, что поставленная задача – выявление и оценка состояния залежей – не может быть решена применением какого-то одного типа данных и, более того, для выявления состояния зале-

жей необходимо значительное участие специалиста-природоведа. Последнее обстоятельство обусловлено тем, что само понятие «заброшенности земель» является относительным, поскольку в сухостепных районах выведение земель из сельскохозяйственного оборота иногда используется как агротехнический прием, способствующий восстановлению плодородия почв. Важным моментом является и то, что для правильной интерпретации радиолокационных изображений и результатов их обработки необходимо хорошее знание особенностей территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрэкологическое состояние и перспективы использования земель России, вышедших из активного сельскохозяйственного оборота. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008.
2. Бондур В.Г., Чимитдоржиев Т.Н. Дистанционное зондирование растительности с использованием космических радиолокационных и многоспектральных оптических изображений // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2008. – № 6. – С. 112 – 121.
3. Иванов А.Н., Лабутина И.А. Эколого-рекреационное зонирование дельты Волги // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 2006. – №4. – С. 61 – 67.
4. Кантемиров Ю.И. Обзор современных радиолокационных данных и методик их обработки с использованием ПК SARscape// Геоматика. – 2010, – №3, – С. 44 – 55.

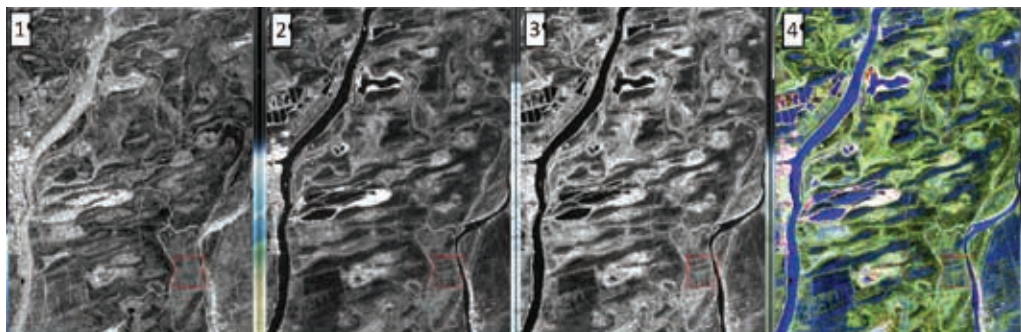


Рис. 5. Результат применения декомпозиции Паули к полнополяризметрическим данным: 1 — однократное рассеяние; 2 — двойное рассеяние; 3 — объемное рассеяние; 4 — синтез трех изображений

И.В. Оньков (ЗАО «Мобиле», Пермь)

В 1970 г. окончил МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». В настоящее время — научный консультант ЗАО «Мобиле» (Пермь). Кандидат технических наук, доцент.

Т.А. Онанова (Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

В настоящее время — студентка 5-го курса Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ), специальность — «прикладная геодезия».

О.Ю. Шиляева (Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

В настоящее время — студентка 5-го курса Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ), специальность — «прикладная геодезия».

Исследование точности радарных ЦМР, построенных по снимкам ALOS/PALSAR и модели SRTM, в зависимости от вида отражающей поверхности

Метод радарной интерферометрии по данным радиолокаторов космического базирования в настоящее время является одним из наиболее эффективных методов построения цифровых моделей рельефа на больших площадях [1]. Но в силу своей физической природы радарные методы, основанные на отражении радиоволн, позволяют получать информацию о высотах условной отражающей поверхности, которая в общем случае не совпадает с топографической поверхностью Земли.

Расхождения между высотами этих поверхностей наиболее существенны на залесенной и застроенной территории и зависят от многих факторов, таких, как высота и густота лесного покрова, высота и плотность застройки, параметров радиолокационного сигнала (длина волны сигнала, разрешающая способность, поляризация), методов и алгоритмов обработки данных и т.п.

В свою очередь, точность определения высоты поверхности, построенной по радарным данным, также зависит от вида отражающей поверхности, параметров съемки, методов обработки и т.п.

В данной работе принята наиболее простая адди-

тивная модель ошибок высот отражающей поверхности в виде суммы систематической и случайной составляющих и выполнена оценка параметров этих составляющих по результатам обработки радарных данных для трех типов территории:

- многоэтажная городская застройка (3 – 9 этажей);
- сельхозугодья без древесной растительности (пашни, луга);
- лесные массивы (высота деревьев 10–25 м).

Для исследования была выбрана цепочка из 12 снимков ALOS/PALSAR г. Перми и пригородной зоны, выполненных в 2008–2010 гг., подробные характеристики которых приведены в работе [2].

Обработка снимков и построение цифровых моделей отражающих поверхностей проводились в программном продукте ENVI 4.8 SARscape 4.4 методом радарной интерферометрии по стандартной методике без использования входной цифровой модели рельефа (ЦМР) [3]. На основе пяти, наиболее точных моделей была сформирована осредненная матрица высот с шагом сетки 50×50 м. В качестве оценки среднего принималась медиана из значе-

ний высот в узлах сетки, обладающая свойством максимальной устойчивости к резко выделяющимся данным в выборке.

ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТОЧНОСТИ

Определение параметров систематической и случайной составляющих полученной осредненной модели высот выполнялось по контрольным точкам, координаты и высоты которых были сняты с цифровых топографических планов города масштаба 1:2000–1:5000 с высотой сечения рельефа 1 м.

В качестве контрольных точек использовались подписанные на планах отметки высот и горизонталы с выбранными типами отражающей поверхности, расположение которых показано на космическом снимке WorldView-2 г. Перми (рис. 1–3). Общее количество контрольных точек составило 5098, в том числе: на городской территории — 1264, на сельхозугодьях — 1541, на территории лесных массивов — 2593.

Для сравнения по этим же контрольным точкам оценивались параметры точности глобальной цифровой модели рельефа Земли SRTM, построенной по данным радарной интерферометрической съемки с КК SpaceShuttle в феврале 2000 г.

По разностям отметок высот радарной модели рельефа и топографической поверхности вычислялись следующие параметры:

- среднее значение разности высот $\overline{\Delta H}$ (систематическая ошибка);
- средняя квадратическая ошибка $RMSE_{\Delta H}$;
- средняя абсолютная ошибка $MAE_{\Delta H}$;
- вероятная линейная ошибка $LE90_{\Delta H}$;
- минимальное ΔH_{min} и максимальное ΔH_{max} значения ошибок.

После исключения систематической ошибки из результатов измерений $\Delta h_i = \Delta H_i - \overline{\Delta H}$ оценивались параметры случайной составляющей ошибки высоты радарной модели рельефа:

- стандартная средняя квадратическая ошибка $\delta_{\Delta h}$;
- центрированная средняя абсолютная ошибка $\theta_{\Delta h}$.

Характер распределения ошибок и соответствие его нормальному закону распределения оценивались по гистограммам частот и выборочным значениям коэффициентов асимметрии As и эксцесса Ex .



Рис. 1. Расположение контрольных точек на территории городской застройки



Рис. 2. Расположение контрольных точек на территории сельхозугодий

РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Показатели точности осредненной модели рельефа, построенной по 5 парам радарных снимков ALOS/PALSAR в зависимости от вида отражающей поверхности, приведены в табл. 1.



Рис. 3. Расположение контрольных точек на территории лесных массивов

Результаты статистической обработки данных экспериментальных измерений, приведенные в табл. 1, показывают существенное влияние типа и характера отражающей поверхности на величину систематической и случайной ошибок высоты оцениваемой модели рельефа.

Характер закона распределения случайных ошибок высот, по критериям асимметрии и эксцесса, близок к нормальному закону на уровне значимости 1%, за исключением территорий сельхозугодий [4].

Соответствующие статистические характеристики

высот модели рельефа SRTM в зависимости от типа отражающей поверхности, вычисленные по тем же контрольным точкам, приведены в табл. 2.

Приведенные в табл. 2 показатели точности, как и для модели рельефа ALOS/PALSAR, указывают на существенное влияние типа и характера отражающей поверхности на величину систематической и случайной ошибок высоты ЦМР SRTM. Причем закон распределения ошибок высот также близок к нормальному закону, за исключением территории сельхозугодий.

На рис. 4 в качестве примера приведены гистограммы частот центрованных ошибок высот моделей SRTM и ALOS/PALSAR для городской территории с наложенными кривыми нормального распределения.

Сравнивая данные, приведенные в табл. 1 и 2, необходимо отметить практическое равенство систематических ошибок рассматриваемых моделей: вне зависимости от типа и характера отражающей поверхности взаимное расхождение между ними не превышает 1 м.

Отношение величины случайных ошибок высот радарной модели рельефа ALOS/PALSAR к ошибкам модели SRTM для территорий городской застройки и лесных массивов в среднем составляет 1,3–1,4, для территории сельхозугодий это отношение возрастает до 2,5–2,7. Возможной причиной

Таблица 1

Показатели точности высот радарной модели рельефа

Параметр	Вид отражающей поверхности		
	Городская застройка	Сельхозугодия	Лесные массивы
Число точек, n	1264	1541	2593
ΔH , м	4,23	– 0,21	11,54
$RMSE_{\Delta H}$, м	4,69	2,41	12,22
$MAE_{\Delta H}$, м	4,26	1,88	11,54
$LE90_{\Delta H}$, м	7,13	3,92	16,65
ΔH_{min} , м	– 1,76	– 9,03	– 1,55
ΔH_{max} , м	10,00	8,74	25,36
$\delta_{\Delta h}$, м	2,04	2,40	4,03
$\theta_{\Delta h}$, м	1,66	1,88	3,23
As	0,09	– 0,12	– 0,07
Ex	– 0,20	0,58	– 0,12

Показатели точности высот модели рельефа SRTM

Параметр	Вид отражающей поверхности		
	Городская застройка	Сельхозугодия	Лесные массивы
Число точек, n	1264	1541	2593
ΔH , м	4,62	- 1,05	11,03
$RMSE_{\Delta H}$, м	4,88	1,40	11,54
$MAE_{\Delta H}$, м	4,62	1,19	11,03
$LE90_{\Delta H}$, м	6,60	2,20	15,25
ΔH_{min} , м	- 0,67	- 3,92	0,88
ΔH_{max} , м	9,81	2,79	19,75
$\delta_{\Delta h}$, м	1,59	0,92	3,39
$\theta_{\Delta h}$, м	1,28	0,71	2,73
As	- 0,01	0,34	- 0,33
Ex	- 0,05	0,86	- 0,18

такого понижения точности модели ALOS/PALSAR по отношению к модели SRTM является достаточно ярко выраженная сезонная изменчивость поверхности сельхозугодий, в отличие от поверхности лесных массивов и городской застройки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов Ю.Б., Кантемиров Ю.И., Киселевский Е.В., Болсуновский М. А. Построение ЦМР по результатам интерферометрической обра-

ботки радиолокационных изображений ALOS PALSAR // Геоматика. – 2008. – №1. – С. 37 – 45.

2. Оньков И.В. Оценка точности построения ЦМР методом радарной интерферометрии по снимкам ALOS PALSAR / Геоматика. – 2012. – №3, С. 33 – 38.

3. Кантемиров Ю.И. Обзор основных методик обработки радарных данных ДЗЗ и их реализация в программном комплексе SARscape / Геоматика. – 2012, – №1. С. 30 – 43.

4. Болшев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: Наука. – 1983. – 416 с.

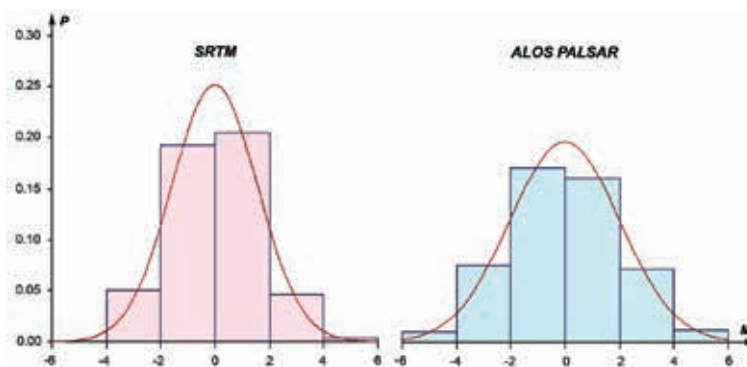


Рис. 4. Гистограммы частот ошибок высот ЦМР SRTM и ALOS/PALSAR для территории городской застройки

Расширение возможностей национального картографирования на основе усовершенствованных серий Advanced Elevation компании DigitalGlobe*

Сегодня даже у наиболее развитых стран, которые понимают всю важность геопространственной информации и национальных программ поддержки картографии, обнаруживаются пробелы в этой сфере. Необходимость в подобных программах, возможно, даже более остро стоит в развивающихся странах, где активная модернизация инфраструктуры и растущее население создают спрос на точное картографирование.

Данные о рельефе в виде цифровых моделей местности (ЦММ) и цифровых моделей рельефа (ЦМР) являются исходным материалом, на который опираются национальные картографические проекты и который может быть использован для решения самых разнообразных задач. Цифровые модели местности (рис. 1) представляют собой точные данные о высоте земной поверхности, включая здания, растительность и другие высотные объекты. Цифровые модели рельефа (рис. 2) содержат информацию о высоте непосредственно поверхности земли, исключая все здания, растительность и т.д. Обе эти модели важны при картографировании обширных территорий. Они становятся жизненно необходимыми компонентами при составлении горизонталей, используемых для эффективного проектирования маршрутов железнодорожных путей и автомобильных дорог, оценки ресурсов полезных ископаемых, планирования проектов по национальной безопасности и многого другого.

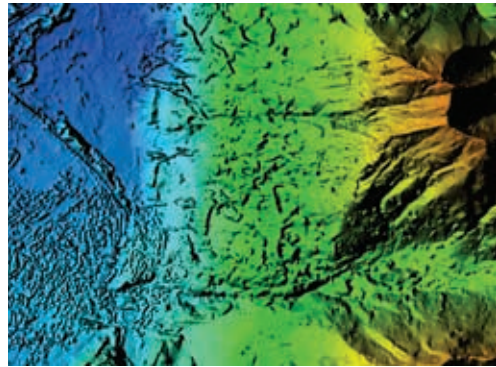


Рис. 1. Цифровая модель местности

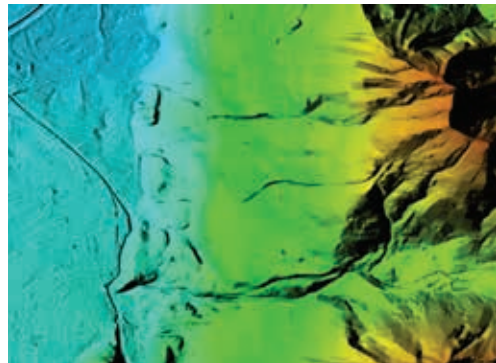


Рис. 2. Цифровая модель рельефа

* Статья подготовлена специалистами компании DigitalGlobe. Перевод с английского языка и подготовка к публикации Д.О. Мордовиной и Е.Н. Горбачевой (Компания «Совзонд»).

В Соединенных Штатах Америки в результате сотрудничества федеральных, государственных и местных органов власти была создана программа NDEP (National Digital Elevation Program — Национальная программа цифровых моделей) для решения острого вопроса обновления национальной модели рельефа. Подобным образом другие страны, включая Германию, Великобританию и Сингапур, создают и выпускают топографическую продукцию национального уровня. Кроме того, у международных организаций, таких, как Организация Объединенных Наций, есть подразделения по созданию программ глобального картографирования. Специалисты разрабатывают национальные слои горизонталей рельефа, создают векторные контуры береговых линий и другие геопространственные продукты национального уровня.

Результаты исследования, проведенного в поддержку программы NDEP, показывают, что инвестиции в национальную картографию и моделирование рельефа, возвращаются в соотношении 1:5. В США это приравнивается к потенциальной ежегодной прибыли, превышающей 1 млрд долл., за счет помощи в борьбе с наводнениями, управлении инфраструктурой и природными ресурсами, снижении рисков.

Информация о высоте над уровнем местности чрезвычайно важна для обеспечения безопасности жизнедеятельности людей и экономики. К примеру, последствия урагана Катрин привели к экономическому ущербу в 80 млрд долл., погибло более 1800 человек. Наводнение в Таиланде — второй стране по экспорту жестких дисков, а также главном производителе деталей автомобилей — показало, что стихия способна нарушить глобальную поставку комплекту-

ющих в производстве компьютеров и автомобилей. А в 2010 г. ликвидация последствий разлива реки Миссисипи в городе Нашвилл (штат Теннесси) обошлась в 1 млрд долл. При прогнозировании, управлении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций ценность данных о рельефе особенно велика.

Программы по созданию цифровых моделей и проекты по национальному картографированию являются ключевыми факторами для непосредственной поддержки безопасности и процветания населения страны. Это понимание привело компании DigitalGlobe к разработке и выпуску продукта Advanced Elevation Series (AES) в 2011 г., который обеспечивает доступ пользователей к цифровым моделям рельефа и местности различного пространственного разрешения и точности для решения задач на национальном и других уровнях. Продукты уровня Mapping (Mapping level products) получены и обработаны для обширных территорий и урбанизированных зон, в то время как для зон высокого приоритета или риска можно использовать продукты высокой и очень высокой точности, уровня Precision или Very High Precision. Данные поставляются в стандартных форматах для свободной интеграции с новейшими коммерческими программными продуктами и включают в себя необходимые метаданные для описания методов получения и обработки информации (табл.).

На сегодняшний день планирование, сбор и обработка исходных данных, необходимых при картографировании на национальных уровнях и на уровнях крупных регионов, — это непростая задача. В большинстве случаев для этой цели покрытия разрабатываются национальные программы картографирования.

Таблица

Точность построения ЦММ и ЦМР

Разрешение (post spacing)	8 м	4 м	2 м
Относительная точность по вертикали LE90 ¹	5 м	2 м	1 м
Абсолютная точность по вертикали LE90 ¹	8 м	4 м	2 м
Относительно точность по горизонтали CE90	8 м	4 м	2 м
Абсолютная точность по горизонтали CE90	10 м	5 м	3 м

¹ Значения умножаются на масштабный коэффициент 1,5 при уклонах >30%.

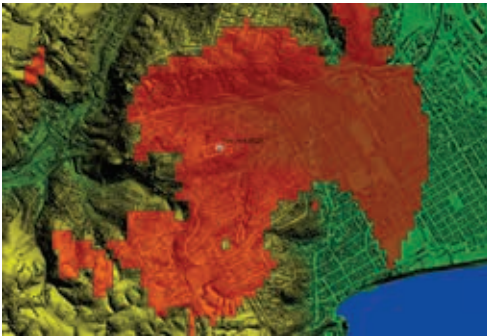


Рис. 3. Визуальный анализ с использованием модели рельефа SRTM

При использовании для целей картографирования данных аэрофотосъемки могут возникать проблемы с оперативностью и большие финансовые затраты. Существуют также текущие расходы, связанные с поддержанием летных экипажей в состоянии готовности и доступности, даже если погодные условия не позволяют осуществлять вылет самолетов. Самолет должен пройти плановое техническое обслуживание. Планирование полета, а также получение разрешения на его осуществление зачастую чрезвычайно трудоемки и сопряжены со значительными затратами времени.

Преобразование этих «сырых» данных в ценную информацию и своевременная поставка информации пользователю представляют собой еще более сложную задачу. Многие организации не в состоянии инвестировать в разработку оборудования и программного обеспечения. Они не могут привлечь квалифицированных специалистов, необходимых для преобразования стерео-изображений в данные о высотах поверхности. Вместе с тем существует огромное количество пользователей ГИС среди экспертов в различных предметных областях — гидрологов, геологов, инженеров транспорта, а также других ученых и аналитиков, которые стремятся интегрировать данные о рельефе и национальные картографические данные в свои рабочие проекты. Однако зачастую у них нет времени или знаний для осуществления квалифицированной обработки данных. Поставка продукта AES в готовом ГИС-формате позволяет ускорить процесс использования данных специалистами (рис. 3, 4).

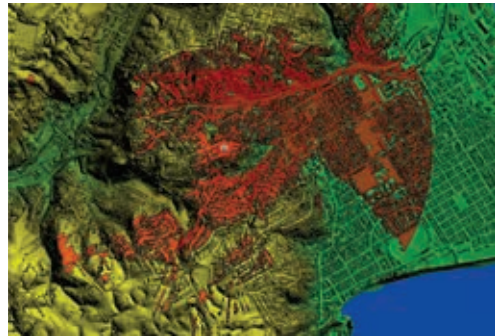


Рис. 4. Визуальный анализ с использованием модели рельефа AES

Современные космические снимки однозначно подходят для решения этих задач. Спутники компании DigitalGlobe осуществляют съемку более 2,4 млн кв. км земной поверхности ежегодно. Возможность съемки обширных территорий позволила компании DigitalGlobe осуществлять производство Advanced Elevation Series на все континенты, включая Антарктиду. Так как спутники WorldView-1 и WorldView-2 способны проводить съемку 200 км за 10 секунд, то они являются предпочтительной платформой для получения стереоданных, необходимых для получения продуктов AES. Наряду с опытом в области планирования и получения данных у компании DigitalGlobe есть команда специалистов по обработке данных, благодаря чему компания может осуществлять оперативную поставку данных о высотах поверхности, а также ортотрансформированные снимки на большие территории.

Ожидается, что данные о высотах поверхности на обширные территории станут двигателем инноваций. Использование высококачественных картографических данных будет способствовать возникновению новых видов деятельности и рынков, таких, как картографирование солнечной радиации, определение наилучших программ бурения для добычи и разведки полезных ископаемых и т.д. Многие проблемы, относящиеся к различным уровням картографирования (от национального до глобального), по-прежнему требуют решений. В продукте Advanced Elevation Series, предоставляемом компанией DigitalGlobe, пользователи найдут незаменимый информационный ресурс для их преодоления.

Д.Р. Кондратьев (ФГБУ «РФИ Минприроды России»)

В 1998 г. окончил Московский физико-технический институт. После окончания института в различных компаниях в области системной интеграции. С 2010 г. — заместитель директора ФГБУ «Российский фонд информации» Минприроды России по информационному обеспечению и руководитель ситуационного центра Минприроды России.

Использование технологий ДЗЗ на базе ситуационного центра Минприроды России в целях охраны окружающей среды

СИТУАЦИОННЫЙ ЦЕНТР МИНПРИРОДЫ РОССИИ

Ситуационный центр Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России) создан в 2003 г. и функционирует на базе Российского фонда информации (ФГБУ «РФИ Минприроды России»). Основным направлением деятельности учреждения является формирование единого информационного пространства в области природопользования и охраны окружающей среды с использованием современных информационных систем, технологий, средств обработки, хранения и передачи информации.

Ситуационный центр Минприроды России (рис. 1) располагает информационными ресурсами и выполняет функцию информационной поддержки на основе визуализации и аналитической обработки оперативной информации о состоянии природно-ресурсного комплекса Российской Федерации, его использовании и охране окружающей среды. Ситуационный

центр занимает особое положение среди информационных систем Минприроды России, совмещая функции центрального узла связи, территориально-распределенного банка данных, центра данных для информационных систем и единого центра обеспечения аналитическими инструментами для решения задач, входящих в компетенцию министерства.

Особое внимание при работе ситуационного центра уделяется интеграционным вопросам. На сегодняшний день комплекс объединяет широкий спектр прикладных информационных систем Минприроды России, подведомственных ему федеральных органов исполнительной власти, информационных систем других ведомств и позволяет централизованно использовать современные информационные технологии, такие, как дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), анализ географически привязанных данных, современные средства информационного оповещения, имеет разработанную методологическую базу, штат дежурных инженеров и аналитиков и сотни удаленных рабочих мест пользователей.



Рис. 1. Ситуационный центр Минприроды России



Рис. 2. Система мониторинга Сочи. Просмотр изменений

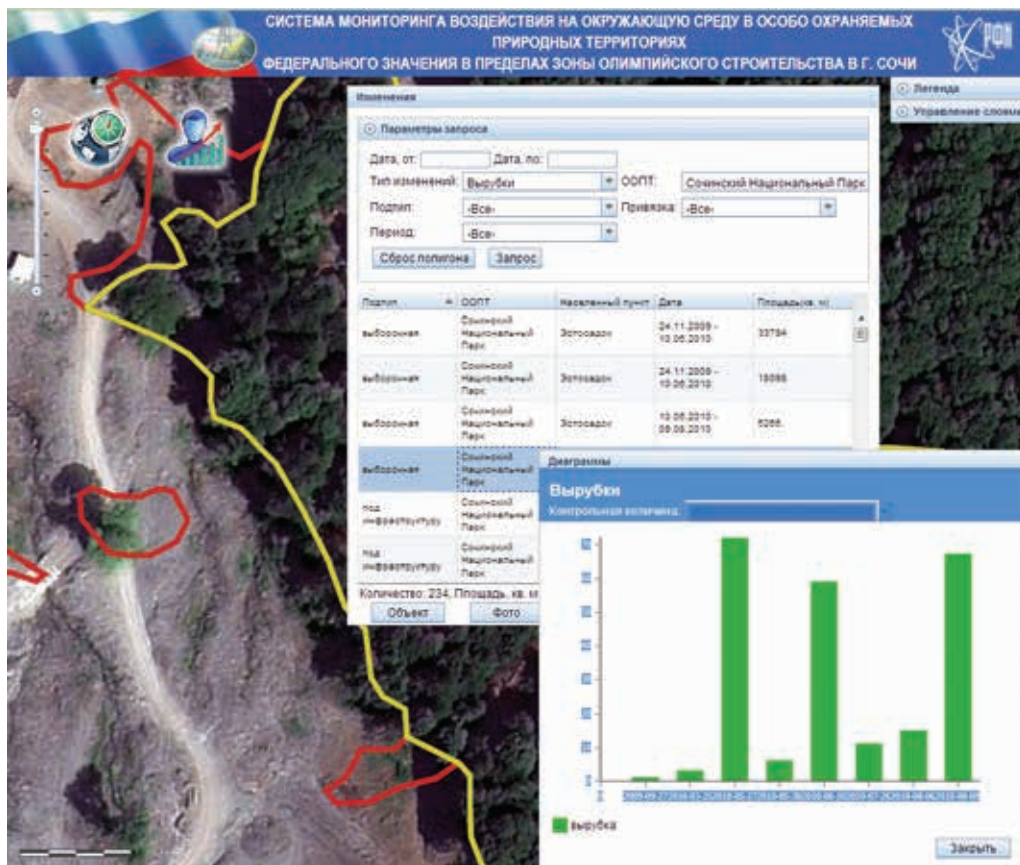


Рис. 3. Система мониторинга Сочи. Мониторинг загрязнения окружающей среды

ОТ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ К РЕШЕНИЮ ПРИБЛИЖЕННЫХ ЗАДАЧ

Данные ДЗЗ являются одним из основных средств независимого мониторинга состояния окружающей среды. С помощью ДЗЗ можно решать широкий спектр задач в сфере деятельности Минприроды России, в том числе и в целях охраны окружающей среды. Согласно результатам научно-исследовательской работы по теме «Разработка научного, методического обеспечения мониторинга природных ресурсов и окружающей среды с применением дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)» выделен широкий круг задач экологического мониторинга

и предложен ряд методик по детектированию различных нарушений.

Для решения задач с использованием ДЗЗ на базе ситуационного центра Минприроды России создан кластер систем, позволяющий решать весь спектр таких задач. Кластер состоит из двух подсистем для работы с данными ДЗЗ, одна из которых решает задачи общероссийского мониторинга с использованием данных низкого разрешения и автоматизированных алгоритмов обработки большого объема информации. Вторая подсистема решает задачи с применением космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения, а также с возможностью получения и различного представления результатов

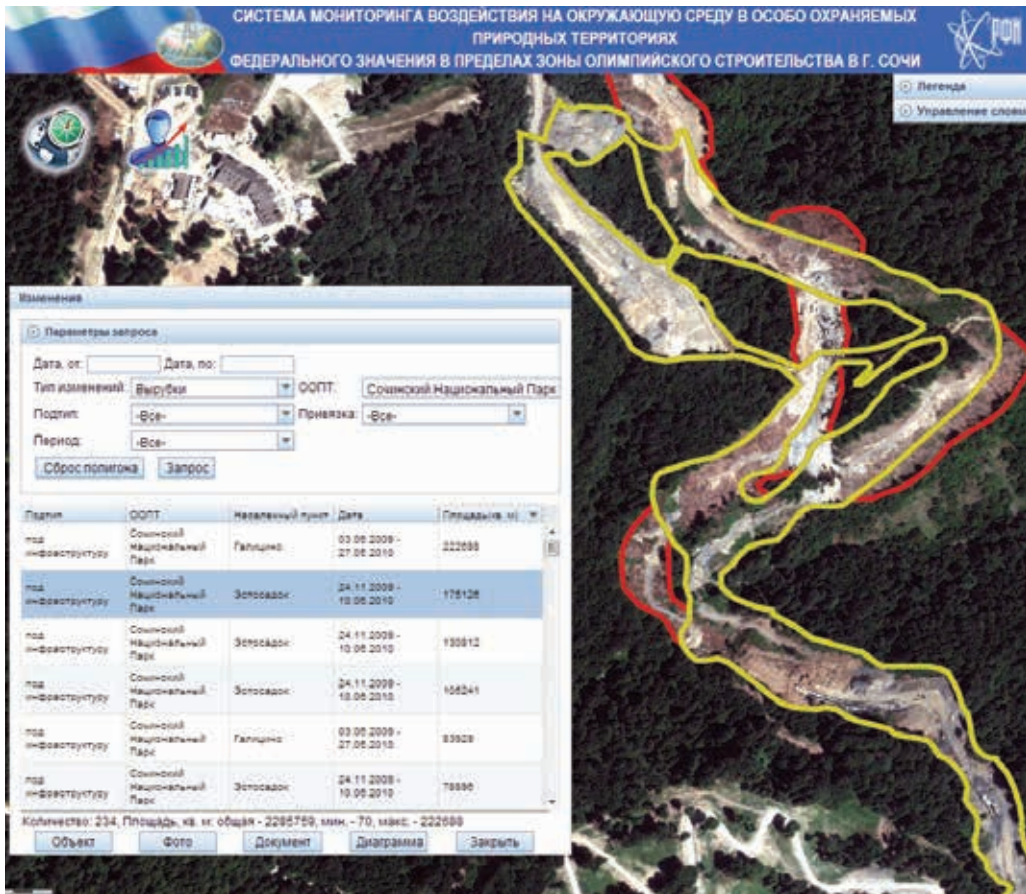


Рис. 4. Система мониторинга Сочи. Карта выявленных изменений окружающей среды

дополнительного автоматизированного и ручного дешифрирования и анализа данных зондирования Земли. Также в кластер интегрирован банк данных и компоненты инфраструктуры пространственных данных Российского фонда информации Минприроды России, позволяющий подключать к системам необходимые ресурсы для проведения анализа, а также для хранения архива полученных результатов.

Данный кластер систем ДЗЗ используется для решения прикладных задач, которые описаны в разделах ниже. Так, на территории всей России ведется мониторинг и оперативное оповещение об обнаруженных очагах пожаров на особо охраняемых при-

родных территориях, а также детальный экологический мониторинг воздействия на окружающую среду в особо охраняемых природных территориях в пределах зоны олимпийского строительства.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СНИМКОВ ВЫСОКОГО И СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Система мониторинга Сочи предназначена для оценки воздействия на окружающую среду в особо охраняемых природных территориях в пределах зоны олимпийского строительства. Она дополняет

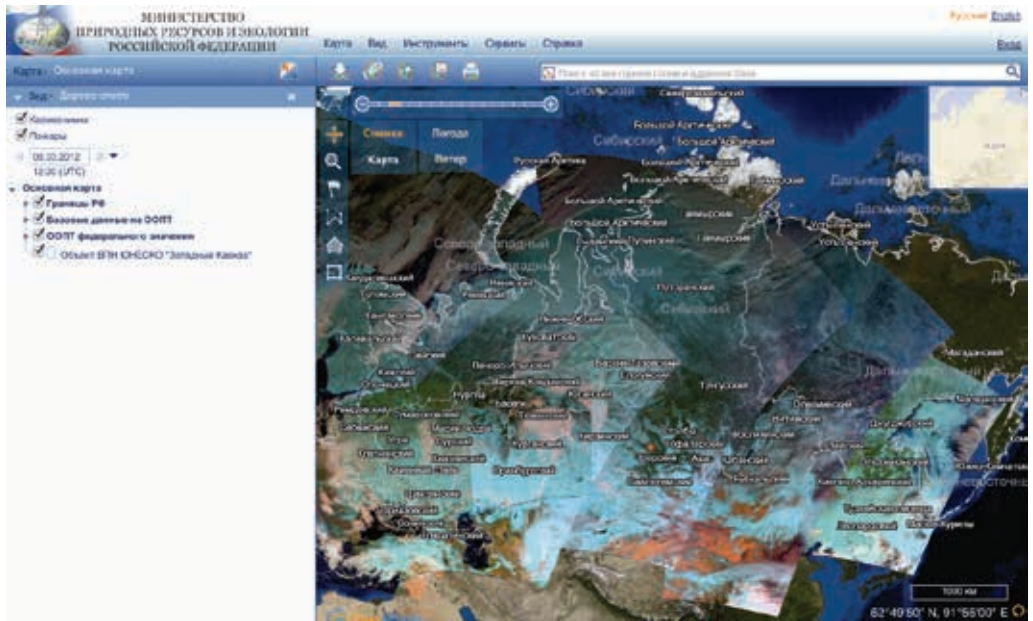


Рис. 5. Мониторинг пожаров

данными на основе космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения системы мониторинга Сочи ГК «Олимпстрой» и Росгидрометом.

Система решает следующий спектр задач:

- мониторинг территории методами ДЗЗ в период с 2008 по 2012 г.;
- выявление и классификация изменений, происходящих на территории с течением времени;
- обеспечение в наглядном виде информации об изменениях пользователей системы (рис. 2).

В состав системы входят геопортал на базе ArcGIS-сервера и рабочие места аналитиков системы, оборудованные программным обеспечением ENVI и ArcGIS Desktop для выявления и дешифрирования изменений.

Для детектирования изменений использовалась космическая съемка, полученная со спутников сверхвысокого (до 50 см) разрешения GeoEye и WorldView-2. Для определения многолетних нарушений использовались мозаики более старых снимков, составленные по данным спутниковых систем ALOS, RapidEye и QuickBird.

Детектирование проводится по следующим типам изменений:

- вырубки;
- нарушения грунта, в том числе в связи с нарушениями условий лицензионных соглашений, проведения строительства площадных и линейных объектов;
- свалки, в том числе строительные, бытовые, лесохозяйственные и полигоны захоронения твердых бытовых отходов (ТБО);
- карьеры;
- объекты строительства.

При детектировании изменений использовались методики дешифрирования данных ДЗЗ для: детектирования случаев загрязнения природной среды на суше по данным спутниковых наблюдений (рис. 3), определения соответствия пространственных параметров природопользования условиям лицензионных соглашений по данным спутниковых наблюдений, определения параметров природопользования в отношении особо охраняемых природных территорий по данным спутниковых наблюдений. Выявленные изменения представлены в картографическом виде и

в виде аналитических инструментов (рис. 4). При этом в аналитическом инструменте возможно применение различных сортировок и фильтров с возможностью получения статистической информации (площадь, динамика выявленных изменений по периодам), а также перехода на паспорт/фотографии и другие документы детектированного изменения или непосредственно на карту. Также на карте можно построить полигон и получить анализ по выявленным изменениям по выбранной площади.

В настоящее время по результатам работы системы ведутся работы по подключению дополнительных данных и передаче полученной информации для работы в Росприроднадзор.

МОНИТОРИНГ ПОЖАРОВ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Второй прикладной задачей, решаемой на базе ситуационного центра Минприроды России в целях охраны окружающей среды, является задача детектирования вероятных очагов пожаров на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) и рассылка оповещений об их обнаружении посредством электронной почты и СМС-сообщений (рис. 5). Данная система работает с бесплатными данными низкого разрешения в инфракрасном диапазоне (спутниковые данные MODIS, NOAA, а также система принимает уже обработанные данные).

Система детектирования пожаров обеспечивает решение следующих задач:

- распознавание возможных очагов пожаров и пожароопасных ситуаций с использованием технологий ДЗЗ;
- проведение оповещения заинтересованных должностных лиц и ведомственных структур об обнаружении возможных очагов пожаров;
- отображение детальной информации о возможных очагах пожаров в зонах особо охраняемых природных территорий федерального значения на картах и космических снимках.

В состав системы входит свободное программное обеспечение для отображения ГИС-информации о выявленных очагах пожаров, а также специальные модули для обработки снимков и детектирования

вероятных очагов пожаров, для рассылки сообщений посредством СМС и электронной почты.

Кроме выполнения своей непосредственной задачи — оперативного предупреждения о возможности возникновения пожара, система применяется в деятельности ситуационного центра в совокупности с налаженным процессом по контролю за тушением пожаров — система интегрирована в процесс по подготовке регулярной сводки о пожарной обстановке для руководства ООПТ, мониторинге и анализе эффективности и достаточности существующих противопожарных средств на территориях ООПТ и в их ближайшем окружении, подготовке общей отчетности по пожарной обстановке.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ДЗЗ ДЛЯ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Ситуационный центр Минприроды России постоянно развивается. С одной стороны, увеличивается количество сценариев работы с информацией, прикладных коммуникаций, применяемых в работе средств, решений и методов. Изменяются и подходы к решению тех или иных задач. С другой стороны, ситуационный центр и Российский фонд информации являются своего рода интеграторами информационных процессов в системе Минприроды России. Поэтому отработанные и имеющие практический выход информационные решения, не требующие межведомственного взаимодействия, должны работать и используются непосредственно в подведомственных органах исполнительной власти.

Тем не менее имеющиеся наработки в области использования ДЗЗ для решения экологических задач планируется использовать в различных целевых программах и мероприятиях Минприроды России, таких, как мониторинг мероприятий ФЦП «Байкал», выявление и ликвидация несанкционированных свалок твердых бытовых отходов.

В целом политика развития направлена на то, чтобы ситуационный центр Минприроды России наращивал свои возможности по ситуационному анализу и оставался эффективным и востребованным элементом государственного и общественного информационного взаимодействия.

А. Маркс (A. Marx; RapidEye, Германия)

Окончил Университет прикладных наук в г. Эберсвальде (Германия). Магистр по специальности «информационные технологии в лесном хозяйстве». С 2007 г. работает в компании RapidEye, в настоящее время — в научно-исследовательской группе в качестве эксперта по технологиям мониторинга лесов.

Р. Грисбах (R. Griesbach; RapidEye AG, Германия)

В 1996 г. окончил Сибирскую государственную геодезическую академию, факультет аэрофотогеодезии. С 2007 г. работает в компании RapidEye, в настоящее время — старший менеджер проектов научно-исследовательской группы компании. Кандидат технических наук.

Лесопатологический космический мониторинг: возможности группировки RapidEye*

Походный шелкопряд дубовый – представитель семейства бабочек, гусеницы которого являются вредителями в дубовых лесах. Эти бабочки широко распространены по всей Центральной и Южной Европе. В то время как популяция бабочек в южной части Европы находится под контролем естественных хищников, Северная Европа серьезно страдает от нашествия вредителей ввиду отсутствия таких хищников.

Согласно данным Википедии, бабочки представляют большую угрозу и для людей, а их ареал обитания будет все расширяться по мере потепления климата в Европе. Спинка взрослой гусеницы покрыта примерно 63 тыс. заостренных оборонительных щетинок, содержащих защитный токсин (thaumetoropein или тесно связанные с ним соединения). Волоски (или щетинки) легко отламываются, становятся летучими и могут вызвать эпидемию гусеничного дерматита (lepidopterism) у человека. После заражения у человека может проявляться папулезная сыпь, зуд, конъюнктивит, а при попадании в дыхательные пути – фарингит и нарушение дыхания, в том числе астма или даже анафилактический шок [http://en.wikipedia.org/wiki/Oak_Processionary].

Органы государственной власти земли Бранденбург в сфере лесопользования отмечают

быстрое и постоянно увеличивающееся распространение дубового походного шелкопряда и других вредителей, которое приводит к снижению уровня жизнеспособности дубов. В 2011 г. пораженные области возросли до 4000 га (увеличение на 230% по сравнению с 2010 г.). Помимо очевидного снижения уровня жизнеспособности дубов, мы наблюдаем первое широкомасштабное полное вымирание деревьев.

Влияние, которое оказывает эта проблема на здоровье людей, теперь гораздо серьезнее, чем раньше. Эта ситуация заставляет органы государственной власти принимать меры по борьбе с нашествием насекомых, однако существуют строгие правила применения средств для борьбы с вредителями. Применение препарата Dipel ES в земле Бранденбург дало положительные результаты, но его использование требует специального разрешения от Европейского союза, и приводит к временным ограничениям доступа в пораженные леса [<http://forst.brandenburg.de/sixcms/detail.php/bb1.c.260712.de>].

Органы государственной власти, ответственные за лесопользование и здравоохранение, столкнулись с трудной задачей по выявлению и разграничению пострадавших районов. Это основа для планирования и принятия решений.

Традиционно эту задачу выполняют лесники. Они

* Перевод с английского языка и подготовка к публикации Д.О. Мордовиной (Компания «Совзонд»).

регулярно посещают леса и визуально выявляют насекомых. Эксперты осматривают кроны деревьев и переносят на карту оценку интенсивности процесса дефолиации по четырем классам, отражающим ущерб: небольшие повреждения, заметные повреждения, серьезный ущерб, дефолиация (уничтожение растительности). Размеры лесных участков, за которые отвечает один лесник, неуклонно увеличиваются, и традиционные методы оказываются неэффективными и недостаточными. В результате возникла идея проводить мониторинг лесов спутниками группировки RapidEye. Компания RapidEye — поставщик данных высокого разрешения, а также геоинформационных продуктов, полученных на основе снимков. Благодаря группировке из 5 спутников компания RapidEye получает снимки поверхности Земли в количестве до 5 млн кв. км в сутки и увеличивает свой архив снимков более чем на 1 млрд кв. км ежегодно. Группировка спутников позволяет проводить повторную съемку обширных территорий с разрешением 5 м в мультиспектральном режиме, что является экономически выгодным решением для проведения космического мониторинга. На протяжении многих лет группировка спутников RapidEye доказала свою эффективность для проведения анализа растительности. Соответственно группировка RapidEye — это подходящее решение для анализа экологического состояния лесов.

ТЕСТОВЫЙ УЧАСТОК

Для демонстрации возможностей группировки по классификации степени жизнеспособности деревьев научно-исследовательская группа компании RapidEye выбрала лесную зону с серьезными повреждениями крон дубов на юго-западе от г. Потсдама. Тестовый участок включает в себя районы, прилегающие к озерам Швилловзе и Темплинер Зее. Основные породы деревьев в этом районе следующие: дуб скальный (*Quercus petraea*), бук европейский или бук лесной (*Fagus sylvatica*), дуб красный (*Quercus rubra*), робиния псевдоакация, или робиния лжеакация, или робиния обыкновенная (*Robinia pseudoacacia*), и береза повислая (*Betula pendula*).

Согласно данным State Forest Competency Center, эта область поражена насекомыми, которые повре-

ждают дуб, и всего лишь за один год пораженная территория увеличилась вдвое (425,6 га в 2011 г. и 939,5 га в 2012 г.).

ПОЛУЧЕНИЕ СНИМКОВ

После того как научно-исследовательская группа определила для тестирования метода мониторинга распространения вредителей район рядом с г. Потсдамом, были выбраны подходящие снимки в архиве RapidEye. Самый простой и эффективный способ поиска данных — онлайн-сервис EyeFind, предназначенный для поиска снимков в архиве компании RapidEye.

На сервис EyeFind можно загрузить шейп-файл Esri интересующего участка в проекции UTM, координаты WGS 84. Как только данные загружены, можно выбрать подходящие параметры облачности и интересующую дату, и программа подберет в архиве снимки, соответствующие введенным параметрам. После того как наиболее подходящие снимки будут отобраны, их можно заказать.

Для демонстрации результатов этого исследования были отобраны архивные снимки от 28 июня 2011 г. (рис. 1) в качестве картографической основы. Для оценки актуального экологического состояния была заказана новая съемка.

Спутники RapidEye проводят съемку в 5 спектральных каналах: синем, зеленом, красном, крайнем красном и ближнем инфракрасном. Для научно-исследовательской работы были выбраны снимки, представленные на рис. 1. Несмотря на то что на правом есть небольшая атмосферная дымка, эти снимки являются отличным материалом для научно-исследовательской работы, ввиду того что на них совсем нет облаков.

АНАЛИЗ СНИМКОВ

После первоначальной проверки качества снимки RapidEye проходили первичную обработку: радиометрическую и атмосферную коррекцию. На отобранных для исследования снимках точность позиционирования исходных данных была лучше, чем один пиксель, и этого было достаточно для того, чтобы сопоставлять снимки. Этого удалось добиться благо-



Рис. 1. Снимки RapidEye (слева — от 28 июня 2011 г., справа — от 26 мая 2012 г.)

даря наличию густой сети точных опорных точек по всей территории Германии.

Процесс выявления районов, пораженных походным шелкопрядом дубовым и другими вредителями, должен выполняться по заранее определенным правилам:

1. Ввиду того что поражены только дубовые леса, для получения точных результатов необходимо выделить лиственные леса.
2. У пораженных пород деревьев снижается уровень жизнеспособности, и при помощи спутников RapidEye понижение этого параметра можно измерить.
3. Найденные участки зараженности размером не больше одного пикселя не рассматриваются. Зараженность хорошо прослеживается в центре очага и меньше к периферии.

Следуя вышеупомянутым правилам, научно-исследовательская группа компании RapidEye завершила первый этап по обработке данных. Следующая задача — отделить лиственный лес, создав общий шаблон леса для выбранной демонстрационной области. Здесь была применена методология, разработанная специалистами компании RapidEye в рамках международного исследовательского проекта по обеспечению данными о состоянии

лесов «European Forest Downstream Services (EUFODOS) — Improved Information on Forest Structure and Damages», связанного с оценкой ущерба, нанесенного лесному хозяйству, и с картографированием параметров, отражающих состояние лесов. В основе продукта EUFODOS P2 — Forest Cover Map — лежат только снимки компании RapidEye. Никаких дополнительных данных по инвентаризации лесов или другой опорной информации не требуется. За короткое время в интерактивном режиме специалист по внешним признакам почвенно-растительного покрова определяет лесной массив. Это необходимо для обучения алгоритма классификации. Благодаря этому выявление данного типа леса не зависит от стандартных определений типа леса (на основе данных о сомкнутости крон деревьев или других параметров). Этот метод легко компенсирует любые остающиеся радиометрические отклонения на снимках, которые могут быть вызваны сезонными или атмосферными эффектами. Forest Cover Map представлен в виде геопривязанного векторного слоя, который очерчивает область, покрытую лесом. Forest Cover Map может использоваться как отдельный продукт для проведения инвентаризации лесов, но в большинстве случаев карта используется как набор данных, взятый за



Рис. 2. Снимок RapidEye в ИК-диапазоне с наложенным поверх шаблоном леса (темно-зеленый цвет — хвойный лес, светло-зеленый — лиственный лес)

основу для дальнейшего извлечения информации о лесном массиве. В этом случае карта используется в качестве шаблона снимка. На рис. 2 показана полученная дифференцированная карта лесных массивов, которая потом была использована для анализа уровня жизнеспособности лесов в соответствии с правилом № 2.

Оценка уровня жизнеспособности деревьев основана на коэффициенте поглощения. Если листвен-

ная масса кроны деревьев уменьшается из-за того, что листву поедают личинки насекомых, то соответственно содержание хлорофилла падает, а с ним и способность поглощать свет в красном и синем спектрах волн уменьшается из-за снижения процесса фотосинтеза. Кроме того, структура листовых клеток в строении древесины, отражающих сигнал в ближнем ИК-диапазоне, разрушается.

Обычно для составления карты дефолиации используется индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Однако исследования показали, что индекс NDRE (Normalized Difference Red Edge Index) обеспечивает получение более точных данных. Поэтому, в этом исследовании был использован именно индекс NDRE.

Принимая во внимание весь спектр возможных значений индекса NDRE для определения уровня жизнеспособности деревьев, нужно использовать общую схему с градацией, которую затем легко интерпретировать. Для демонстрационного исследования были выделены 20 уровней, отражающих различные стадии жизнеспособности деревьев. У каждого уровня есть свой цвет, и на снимках они отображаются в виде слоев (рис. 3).

Полученный продукт соответствует продукту P3 Forest Vitality Map, разработанному компанией RapidEye в рамках уже упомянутого проекта EUFODOS. Продукт поставляется в виде 8-битового геопривязанного растрового файла, отражающего пространствен-

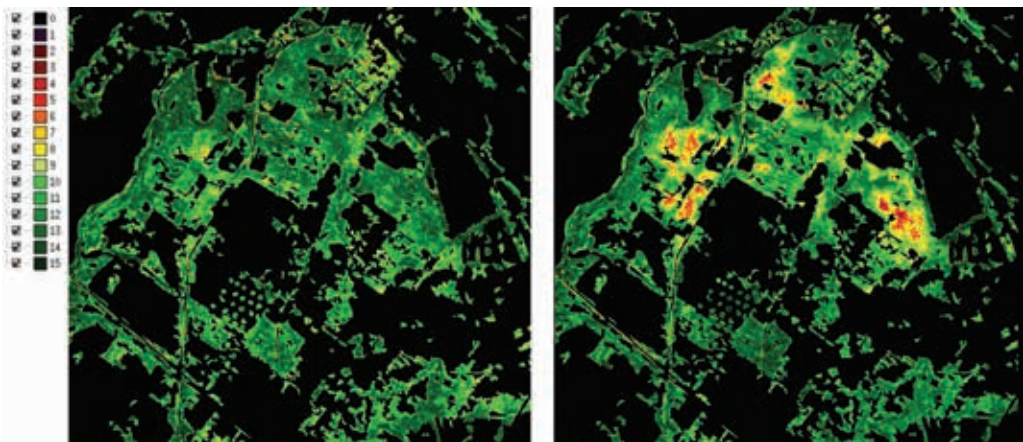


Рис. 3. Forest Vitality Maps (слева снимок за 2011 г., справа — за 2012 г.)

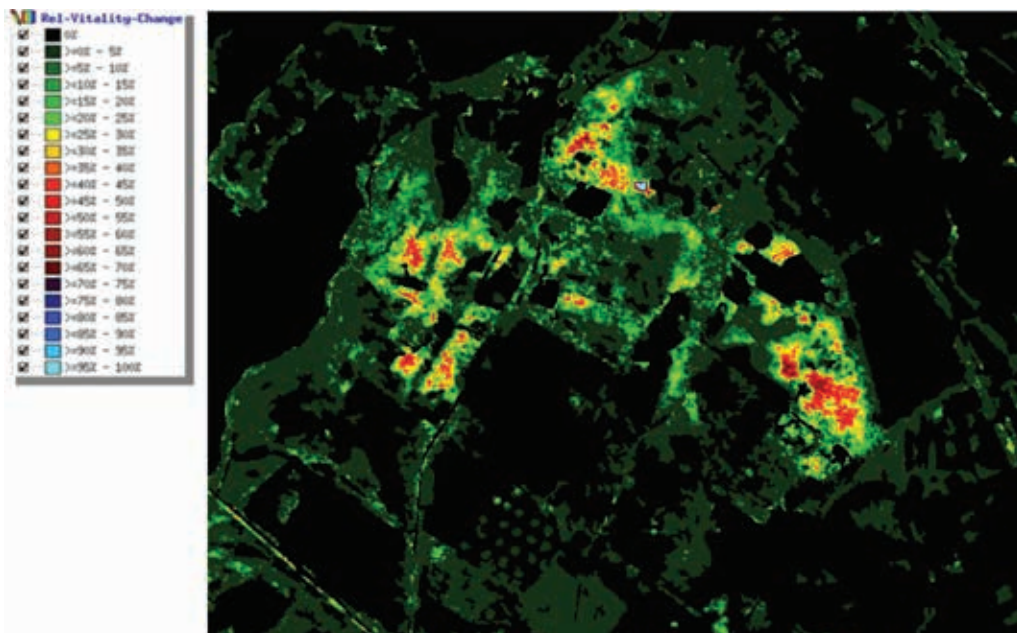


Рис. 4. Forest Vitality Change Map (ухудшение состояния жизнеспособности)

ное распределение относительных значений, соответствующих уровню жизнеспособности лесов за определенный промежуток времени. Зараженные участки успешно детектируются по этой карте.

Еще больше информации можно получить, используя продукт P4 Forest Vitality Change Map, также разработанный в рамках проекта EUFODOS (рис. 4).

При условии что параметры по уровню жизнеспособности на Forest Vitality Change Map в разные периоды времени масштабируются одинаково, мы можем оценить динамику этих изменений. Эта карта компании RapidEye поставляется в виде 8-битового геопривязанного растрового файла. Он показывает градацию интенсивности изменений леса по относительному ухудшению уровня жизнеспособности деревьев. Размер шага между ячейками составляет 5%, показатели масштабируются до максимального обнаруженного значения изменений.

Такая карта может быть использована для извлечения данных о районах, где параметр, отражающий интенсивность изменений леса, превышает заданный порог. Например, если отклонения 20% от

«нормы» и более считаются ненормальными, то можно определить области, на которые нужно обратить внимание.

Для того чтобы создать карту, результаты, полученные в виде растрового файла, нужно преобразовать в шейп-файл ESRI, в котором характеристики интенсивности изменений по уровню жизнеспособности деревьев будут представлены в атрибутивной таблице. Подобные файлы геопривязаны и могут быть легко наложены поверх спутникового снимка, или их можно использовать на любом GPS-устройстве в качестве фона. Позже при помощи этих продуктов можно будет находить районы для проведения полевых исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Научно-исследовательские работы в компании RapidEye проводятся при выполнении двух условий факторов: во-первых, должен существовать спрос у пользователей, и, во-вторых, должна существовать возможность получения прибыли.

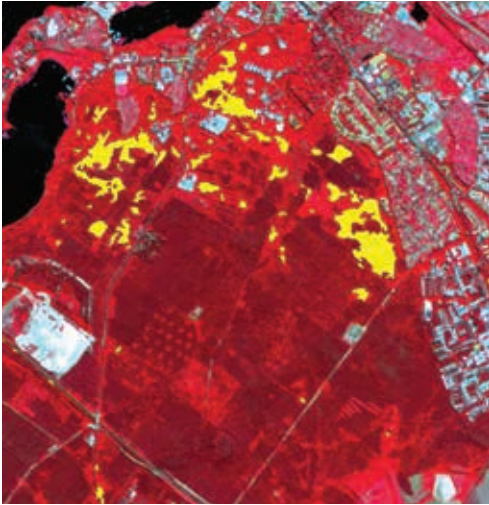


Рис. 5. Снимок RapidEye в ИК-диапазоне с наложенными поверх снимка данными, свидетельствующими об изменении границ полигонов

Необходимо, чтобы пользователи оценили полезность функций продукции с повышенными качественными характеристиками.

В вышеупомянутых случаях пользователи принимали участие в реализации проекта и делились своими экспертными знаниями для утверждения продукции, применяемой на демонстрационном полигоне. Всего для проекта использовались 144 контрольные точки. Некоторые контрольные точки являлись центральными точками векторных полигонов заражений, а большинство точек были выбраны случайным образом. На основе визуализации параметров, отражающих уровень заражения в этих точках, был определен набор справочных данных для сравнения с данными дистанционного зондирования.

Продукт P2 Forest Cover Map (классификация лиственных лесов) отражал данные с точностью в 92% по сравнению с полевыми показателями (133 полевые точки из 144 были правильно классифицированы).

Несмотря на довольно большую разницу во времени между проведением съемки и осуществлением замеров на полигонах, 74% проверенных точек на полигонах соответствуют данным продукта P4 «Forest

Vitality Change Map» (симптомы заражения: да/нет).

Следует учесть, что благодаря вторичному приросту многие деревья частично восстановились, и, следовательно, проводить подробную оценку ущерба, нанесенного жизнеспособности деревьев (небольшие повреждения, заметные повреждения, серьезный ущерб, дефолиация), практически невозможно.

В любом случае пользователей попросили подробно рассказать и оценить возможности использования этих сервисных продуктов. А именно удобно ли работать с продукцией (при оперативном мониторинге лесов, охране лесных массивов), возможно ли внедрить систему в текущие рабочие процессы, оценить экономическую выгоду при использовании продукции (преимущества, недостатки, воздействие и др.), а также описать другие параметры внедрения системы.

Лесники, которые принимали участие в проверке полевых данных, были удовлетворены полученными результатами. Для индивидуальной работы такие карты как Forest Vitality Map предоставляют необходимые данные для выявления критических районов. Используя этот продукт, можно направить силы на работу именно в пораженных районах и соответственно сэкономить время и ресурсы.

Научно-исследовательская группа компании RapidEye, несомненно, будет продолжать разрабатывать и тестировать методы получения информации, используя дистанционное зондирование, но уже для применения не только в сфере лесничества. Вся работа должна соответствовать требованиям рынка. Если есть потенциальная возможность успешно реализовать проект, то компания RapidEye будет рада начать сотрудничество с местными организациями и пользователями для разработки индивидуальной продукции. Как альтернативный вариант, партнеры могут быть обучены создавать информационные продукты, соответствующие их индивидуальным требованиям или требованиям их клиентов.

На примере этого исследования мы видим, что заказчики, поставщики данных и исследовательские группы могут работать сплоченно на благо всех участников, и что совместная работа позволяет получать выгоду каждому из участников.

В.А. Черкасов (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Окончил географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, по специальности «география». В настоящее время — ведущий инженер лаборатории геопрогнозных исследований ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

Ю.Б. Баранов (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В 1978 г. окончил геологоразведочный факультет Московского государственного геологоразведочного института им. С. Орджоникидзе по специальности «геология и разведка месторождений полезных ископаемых». В настоящее время — начальник Отдела геоинформационных и космических технологий ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Доктор геолого-минералогических наук.

Признаки нефтегазоносности акватории по данным космической радиолокационной съемки

ВВЕДЕНИЕ

История изучения шельфовых территорий России насчитывает несколько десятилетий, и общая геолого-геофизическая изученность шельфа на данный момент достаточно высока – на значительных площадях были проведены 2D сейсмические съемки, а также региональные грави- и магнитометрические работы. Однако изученность бурением крайне низкая ввиду объективных сложностей, связанных с повышенной стоимостью и трудоемкостью процесса морского бурения в замерзающих морях.

Сложившийся современный подход к геологоразведочным работам на нефть и газ, четко определяет сейсморазведку в качестве основного метода изучения недр, действительно показывающего отличные результаты совместно с поисковым бурением и скважинными исследованиями. Но при отсутствии пробуренных скважин с изученным керном достоверно определить по данным сейсморазведки возможно лишь местоположение и строение структурных ловушек, без определения степени их продуктивности. Таким образом, вопрос о наличии искоемых углеводородов в выявленных ловушках остается открытым.

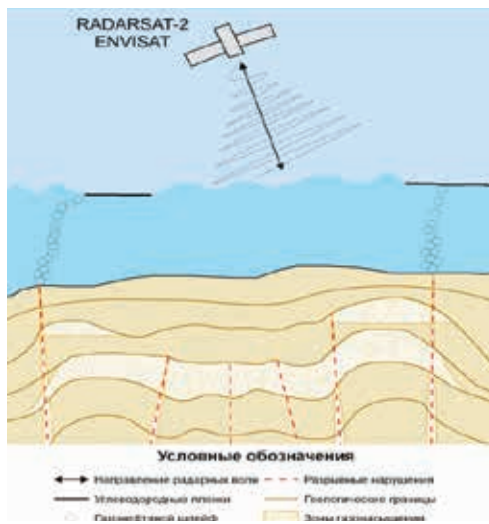


Рис. 1. Обобщенная схема формирования и регистрации минеральных углеводородных пленок естественного генезиса на поверхности акватории

Ответить на этот вопрос могут различные методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), но наибольший интерес представляет метод поиска и

анализа минеральных углеводородных пленок (или сликов) естественного просачивания из недр на поверхность акваторий. Данный тип исследования проводится по материалам космической радиолокационной съемки, осуществляемой со спутников, имеющих радиолокатор с синтезированной апертурой (РСА или SAR).

Появление пленок естественного происхождения связано с просачиванием углеводородных флюидов из залежи по зонам геодинамического влияния разрывных нарушений (рис. 1). Просочившись из недр, углеводородные флюиды с пузырьками газа поднимаются до морской поверхности, образуя на ней тонкие пленки, видимые на радиолокационных изображениях.

В основу метода определения наличия пленки на морской поверхности положен анализ рассеянного поверхностью моря сигнала при ее зондировании активными радиолокационными импульсами в радиоволновом диапазоне, что дает возможность использовать данные съемки в любое время суток и практически при любой погоде. Обнаружение углеводородных пленок обуславливается эффектом высокочастотного выглаживания волн на поверхности моря под влиянием сформированной пленки. Такие аномальные области выглаживания выделяются на радиолокационных данных в виде темных

пятен различной интенсивности и морфологии.

Наличие углеводородных пленок естественного происхождения на поверхности при сопоставлении с данными морской сейсморазведки, геоморфологическим строением дна, материалами геологических исследований, зонами разрывных нарушений четко маркирует области с продуктивными структурами и может служить признаком нефтегазоносности. При идентификации и выделении пленок на космических радиолокационных изображениях необходимо учитывать приуроченность мест появления пленок к локальным структурам осадочного чехла, повторяемость появления в одной зоне, их морфологию и структуру организации в плане. Для исключения из рассмотрения биогенных и минеральных пленок, которые могут быть образованы аэрогидродинамическими процессами и загрязнением, при анализе учитывается положение пятен относительно судоходных трасс, портовых сооружений, эстуариев рек, а также размер и форма сликов в зависимости от скорости ветра и волнения.

Так, для решения задачи по поиску признаков нефтегазоносности выявленных геофизическими методами структур на шельфе были использованы одновременные космические радиолокационные снимки со спутников RADARSAT-2 (Канада) и Envisat (Европейское космическое агентство) за 2004, 2008 и 2011 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики радиолокационных данных, отобранных для исследования

Тип спутника	Дата съемки	Спектральный диапазон	Режим съемки	Поляризация
RADARSAT-2	16.08.2011	С-диапазон (длина волны 5,6 см)	Режим Wide 20 м	HH/HV
	28.07.2011			
	23.07.2011			
	01.08.2011			
	19.07.2008			
ENVISAT	28.07.2004		Режим Image Mode 30 м, Режим Wide Swath Mode 150 м	HH/HV
	02.08.2008			
	01.06.2004			
	10.08.2004			
	01.09.2004			

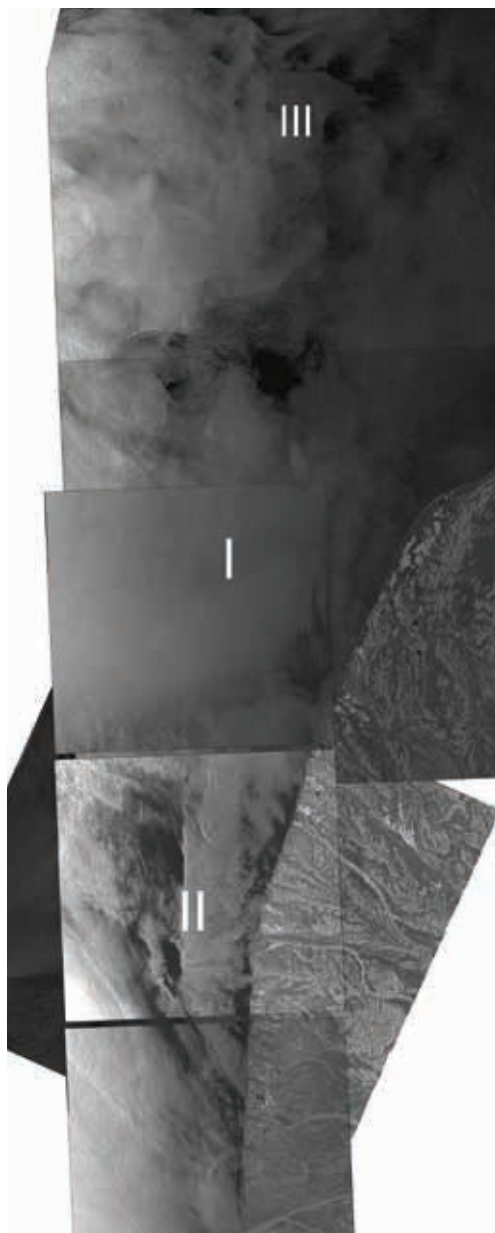


Рис. 2. Схема зонирования проявлений УВС на поверхности акватории, совмещенная с радиолокационными снимками. Желтым цветом показана граница участка исследования

ЛОКАЛИЗАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТИ АКВАТОРИИ ШЕЛЬФА

Предварительная обработка радиолокационных снимков включала в себя проведение фокусировки радиолокационных голограмм с учетом точных эфемерид, подбора типа и параметров фильтрации, геокодирования финальных изображения, импорт в геоинформационную систему (ГИС).

Всего в результате анализа доступной авторам радиолокационной информации были идентифицированы и отмечены несколько зон появления углеводородных пленок — Центральная (I), Южная (II) и Северная (III). Схематично локализация отмеченных зон показана на рис. 2.

В северной части Центральной зоны отчетливо выделяются пленочные образования, по своей морфологии, степени кластеризации и интенсивности отражения определяемые как слики минерального происхождения (рис 3). Частота повторяющихся появлений пленок на поверхности здесь самая высокая по всей территории исследования — не менее 4 раз. По снимкам за 09.08.2008 г., 28.07.2011 г., 23.07.2011 г. зафиксированы слабоконтрастные слики, по всей видимости, отражающие остаточные явления в процессе деградации углеводородных соединений (УВС).

В южной зоне выделяется несколько мест скопления сликов — вдоль побережья, а также в мористой части шельфа (рис. 4). В мористой части выявленные пленки имеют четкое очертание, плотную кластеризацию, а также высокую интенсивность отражения, что в большей степени соответствует минеральным пленкам естественного просачивания. Пленки, локализованные вдоль берега, имеют смешанный генезис — обширные тонкие образования закрученные в спиральные вихри соответствуют биогенным сликам, но небольшие высококонтрастные слики в юго-восточной части изучаемой территории, по всей видимости, имеют минеральное происхождение и связаны с глубинным просачиванием УВС.

Слики в Северной зоне выявлены по трем снимкам (рис. 5), по одному из них в остаточной слабоконтрастной форме. На снимке за 16.08.2011 г. хорошо виден эффект разделения легкой и более тяжелой фракции УВС под действием ветра — более тяжелая фракция накапливается в виде плот-

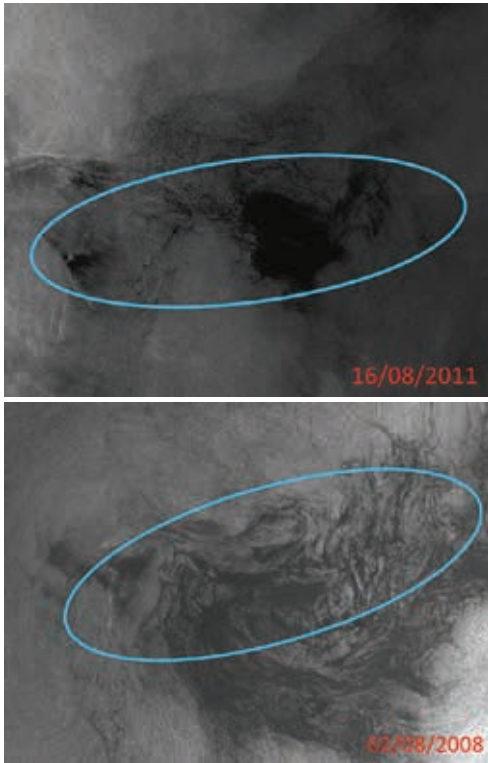


Рис. 3. Снимки УВС на разновременных радиолокационных изображениях в районе зоны I. Сводный монтаж из 4 изображений. Синим цветом выделены области со снимками

ного гребня с подветренной стороны, а легкая, наоборот, распределяется в виде широкого шлейфа в обратную сторону от направления ветра. В целом из-за сильной ветровой нагрузки (стрелневая часть пролива) в этом районе и ограниченного количества снимков в последовательной серии точно определить место локализации и тем более возможное место вспытия УВС проблематично.

СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕСТ ЛОКАЛИЗАЦИИ СЛИКОВ С ДАННЫМИ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Для выявления потенциальных связей мест локализации нефтяных пленок и источников естествен-

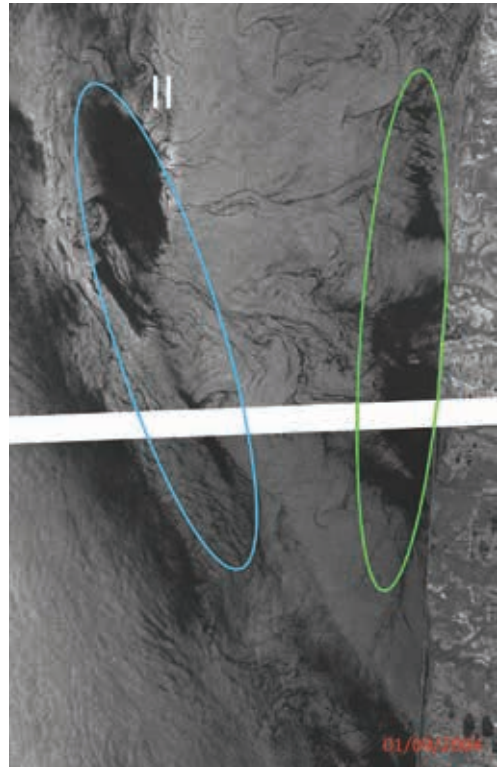


Рис. 4. Снимки УВС на разновременных радиолокационных изображениях в районе зоны II. Синим цветом выделены пленочные образования естественного генезиса, зеленым – предположительно, биогенного

ных просачиваний на дне авторами было проведено сопоставление мест локализации снимков с данными морской сейсморазведки (сейсмические профили с линиями корреляции по перспективным отражающим горизонтам, места выходов газовых трубок на дне), данными по тектоническому строению, контурами структур, выявленные ранее по геофизическим работам и данными о рельефе дна.

При сопоставлении всех перечисленных данных выявлена приуроченность отдельных скоплений снимков в Центральной зоне (рис. 6), соответствующих сильно раздробленной разрывными нарушениями территории, объединяющей две крупные перспективные структуры и располагающиеся здесь же потенциально нефтегазоносные линейные складки

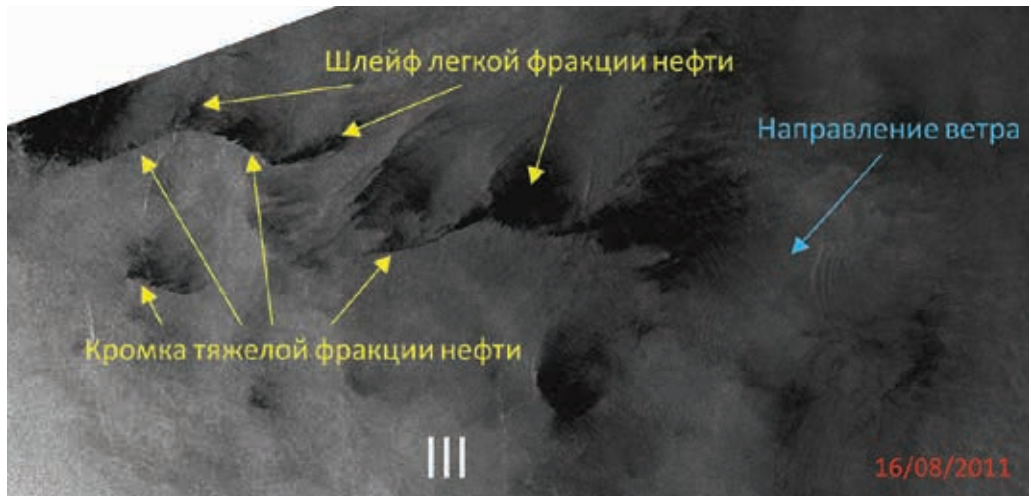


Рис. 5. Минеральные слики на разновременных радиолокационных изображениях в районе зоны III

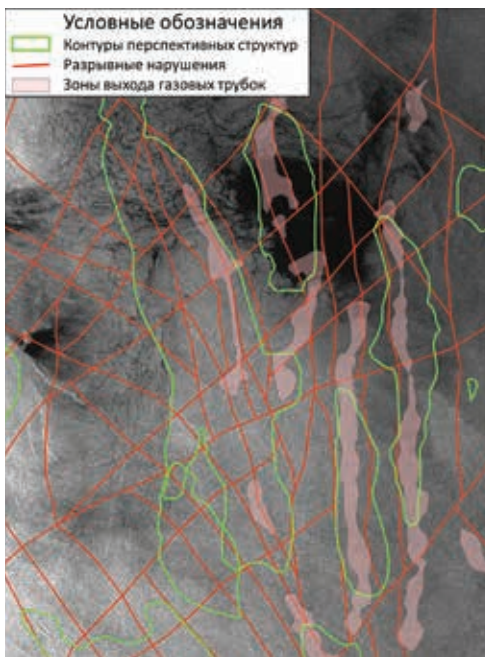


Рис. 6. Совмещение результатов геолого-геофизического моделирования и данных радиолокационной съемки в районе зоны I. Пленки УВС ярко выражены в виде интенсивно темных областей

среднего и верхнего структурного этажей. В районах локализации пленок по данным морской сейсморазведки определены места выхода на дно газовых трубок, что дополнительно может являться подтверждением наличия мест естественной разгрузки углеводородов. При этом основной диапазон глубин моря, соответствующий местам выхода УВС, в рассматриваемой зоне от 100 до 450 м.

В Южной зоне основные выявленные места локализации сликов расположены в районах выявленных структур. Лучше всего здесь выражены плотные, высококонтрастные пленочные образования, расположенные по свалу глубин и вытянутые вдоль структур Центральной группы (вдоль приразломных складок верхнего структурного этажа) и крупного регионального разлома. Здесь же установлены серии газовых трубок (рис. 7).

По Северной зоне можно предположить возможную связь выявленных сликов со структурным строением района их локализации, однако по причинам, приведенным ранее, сложно признать такую связь достоверной. Но стоит отдельно отметить, что слики локализованные в этой зоне (рис. 8), за счет более спокойной аэрогидродинамической обстановки (далее от пролива) могут быть связаны с серией разломов и газовых трубок, выявленных по данным магнитной и сейсмической съемки в этом районе.

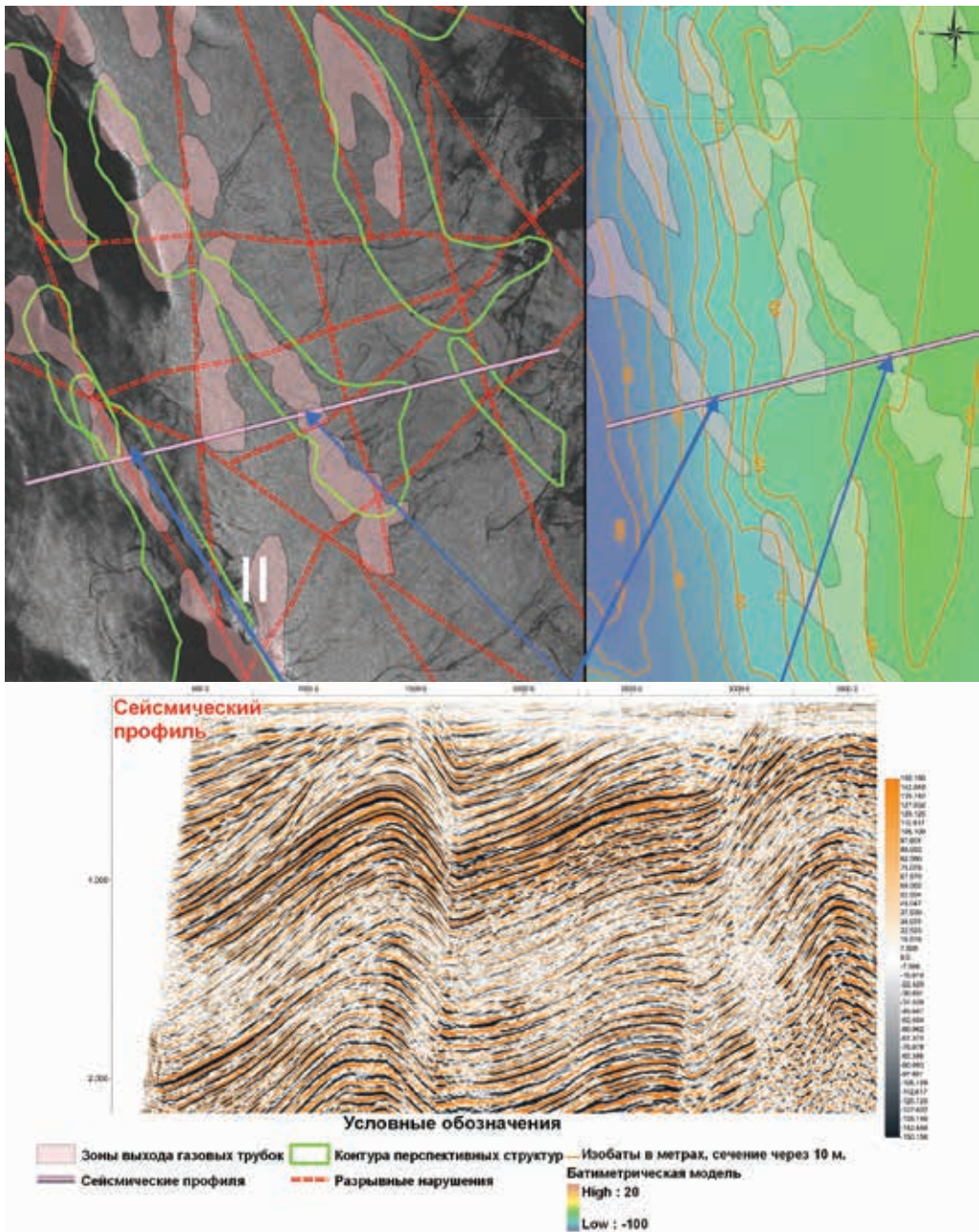


Рис. 7. Совмещение результатов геолого-геофизического моделирования, батиметрии и данных радиолокационной съемки в районе зоны II

ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДАЛЬНЕЙШЕЙ СИСТЕМЕ НАБЛЮДЕНИЯ АКВАТОРИИ

В результате комплексного анализа космических радиолокационных данных акватории шельфа участка авторами выделены следующие признаки нефтегазоносности:

- Наличие углеводородных пленок на поверхности моря по своей морфологии, интенсивности отражения, окружающей аэрогидродинамической обстановке, степени кластеризации и антропоген-

ного влияния, характерного для определения их в качестве нефтяных пленок естественного (минерального) происхождения.

- Повторяемость фактов появления нефтяных пленок минерального генезиса в одном и том же районе.
- Локализация минеральных нефтяных пленок в районах выявленных перспективных структур, разрывных нарушений, а также мест выхода на поверхность морского дна газовых трубок, выделенных по данным предшествующей сейсмо-, грави- и магниторазведки.

Установление одного из вышеописанных признаков может служить косвенным, а совпадение

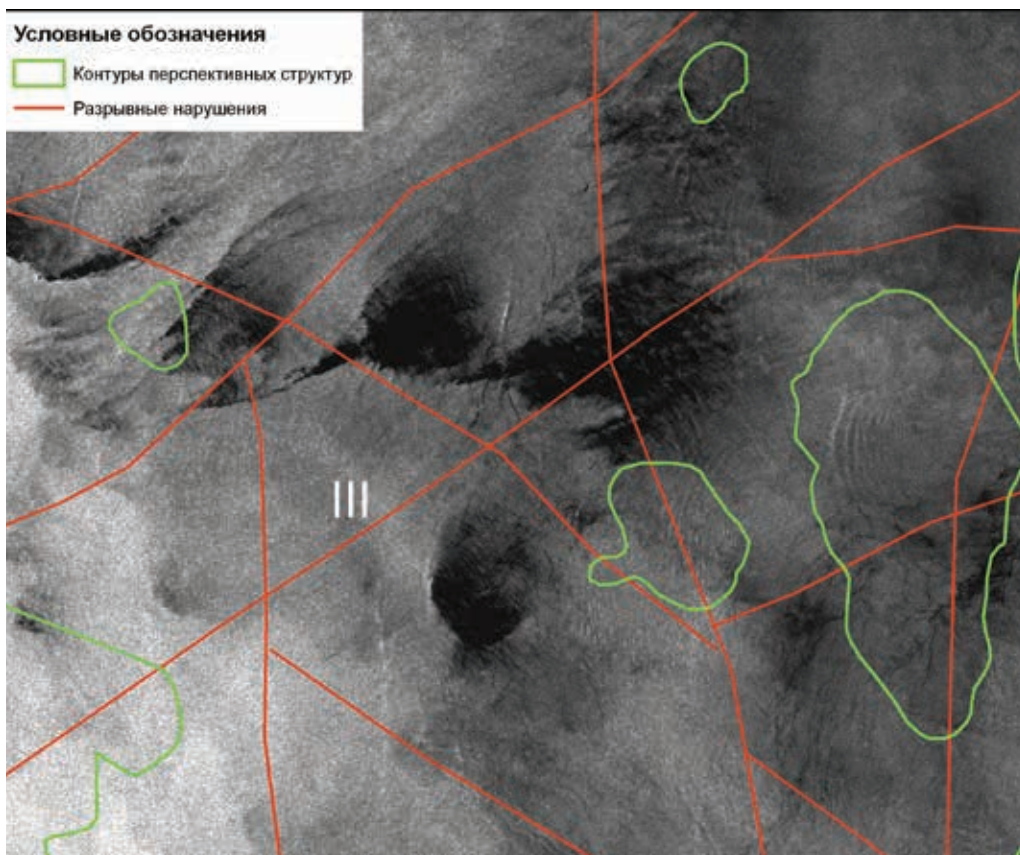


Рис. 8. Совмещение результатов геолого-геофизического моделирования и данных радиолокационной съемки в районе зоны III

всех — прямым подтверждением наличия нефтегазоносных структур на изучаемой территории.

На основании выделенных признаков нефтегазоносности была составлена схема с областями локализации УВС по степени устойчивости в пределах каждой зоны (рис. 9). При этом областям с устойчивой локализацией соответствуют высокая частота повторяемости (3–4 раза в год) появления пленок минерального генезиса в пределах одних и тех же структур, наличие крупных разломов или сгущения разрывных нарушений, сопровождающихся газовыми трубками. На территории исследования по таким признакам выделены северная и южные части центральной зоны. При этом сам контур выделения области соответствует усредненной и сглаженной границе вокруг углеводородных пленок за разные даты наблюдений.

Областями с менее устойчивой локализацией являются зоны с невысокой частотой (1–2 раза) повторяемости пленок минерального генезиса в пределах одних и тех же групп структур, наличие крупных разломов или сгущения разрывных нарушений, осложненных газовыми трубками. На схеме такими признаками обладают слики в южной зоне.

Областями с неустойчивой локализацией являются области сликов со смешанным или трудноидентифицируемым генезисом, с одиночным проявлением на снимках, однако при этом области могут соответствовать одиночным структурам или группам структур, разрывным нарушениям с газовыми трубками. Таким областям соответствуют слики северной зоны.

По результатам проведенного исследования авторы определяют области с устойчивой локализацией сликов как наиболее перспективные на обнаружение углеводородов, для областей с менее устойчивой и с неустойчивой локализацией рекомендуется проведение дополнительных спутниковых радиолокационных наблюдений. Рекомендуемая методика мониторинга акватории в этом случае может быть следующая: для более точной локализации и контроля перемещения сликов необходима частота наблюдений не менее одного раза в неделю. В целях оптимизации затрат на мониторинг (соотношение стоимости, частоты наблюдений и размеров снимка) рекомендуется радиолокационная съемка со средним или низким (от 50 до 100 м) разрешением выходных изображений.

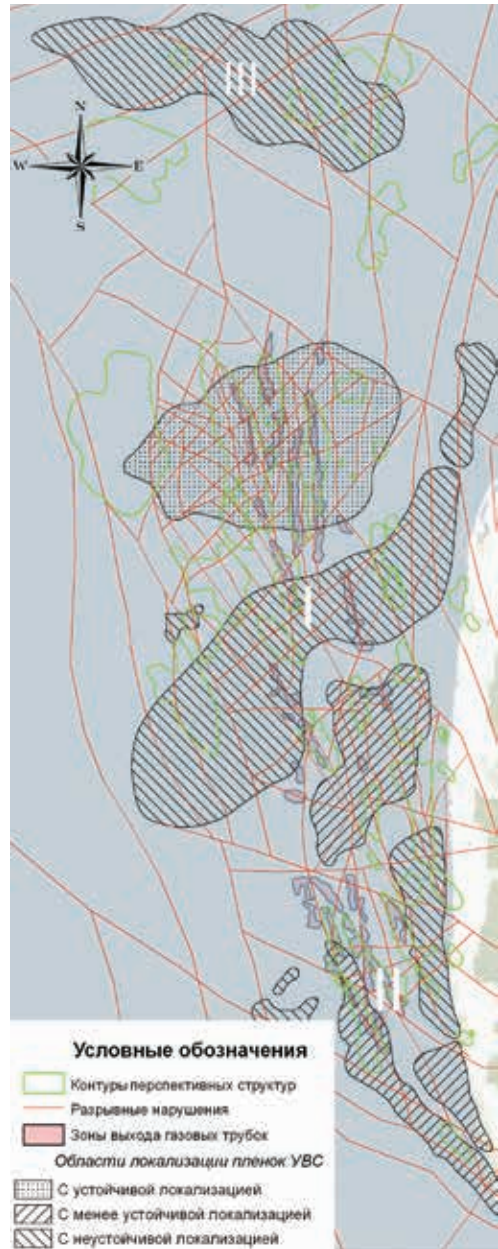


Рис. 9. Схема областей локализации пленок УВС, совмещенная с результатами геолого-геофизического моделирования

К.А. Боярчук (ОАО «НИИЭМ»)

В 1983 г. окончил физический факультет Ленинградского государственного университета. Специалист в области дистанционного зондирования Земли. В настоящее время — генеральный директор ОАО «НИИЭМ» Доктор физико-математических наук.

Л.В. Милосердова (РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина)

В 1972 г. окончила Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова по специальности «геологическая съемка и поиск месторождений полезных ископаемых». В настоящее время — доцент кафедры теоретических основ поисков и разведки нефти и газа РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. Кандидат геолого-минералогических наук.

М.В. Туманов (ОАО «НИИЭМ»)

В 2006 г. окончил Московский государственный университет путей сообщения по специальности «вычислительные машины, комплексы, системы и сети».

В настоящее время — начальник центра ОАО «НИИЭМ».

Аэрокосмические методы геологического дешифрирования (на примере строительства космодрома Восточный)

С развитием индустриального и постиндустриального общества человечество заселило все удобные для проживания территории и осуществляет экспансию на неудобные (акватория, полярные широты, пустыни). Причем с развитием науки и техники риски не уменьшились, а лишь дифференцировались. Для индустриального общества характерно развитие транспортной сети, горнопромышленного производства, строительства крупных инженерных сооружений. В связи с этим возникла инженерная геология — прикладная наука, занимающаяся подготовкой площадок для будущего строительства, изыскания трасс железных дорог, мостов.

В настоящее время разнообразные инженерные сооружения создаются практически на всей поверхности Земли, их размеры все возрастают, как и требования к надежности.

Человечество вынуждено все интенсивнее использовать земную поверхность и строить на ней

все более опасные и грандиозные сооружения. Туннель Большого адронного коллайдера имеет длину окружности почти 27 км [5], Кольская сверхглубокая скважина превышает глубину 12 км [6], при разработке полезных ископаемых, в том числе артезианских вод, в земле создаются грандиозные полости или нарушается гидростатическое равновесие, заполнение водохранилищ нарушает естественный гидродинамический режим и т. д.

Для противостояния природным силам принимаются различные инженерные решения — укрепительная цементация, увеличение глубины врезки бетонных оснований, изменение конструкции сооружений. Однако нередко катастрофическими являются не непосредственные процессы в геосфере, опасность которых была предусмотрена, а цепная реакция на них в природе. Характерный пример: АЭС на Фукусиме была рассчитана на противостояние землетрясению. Станция и выдержала землетрясение.

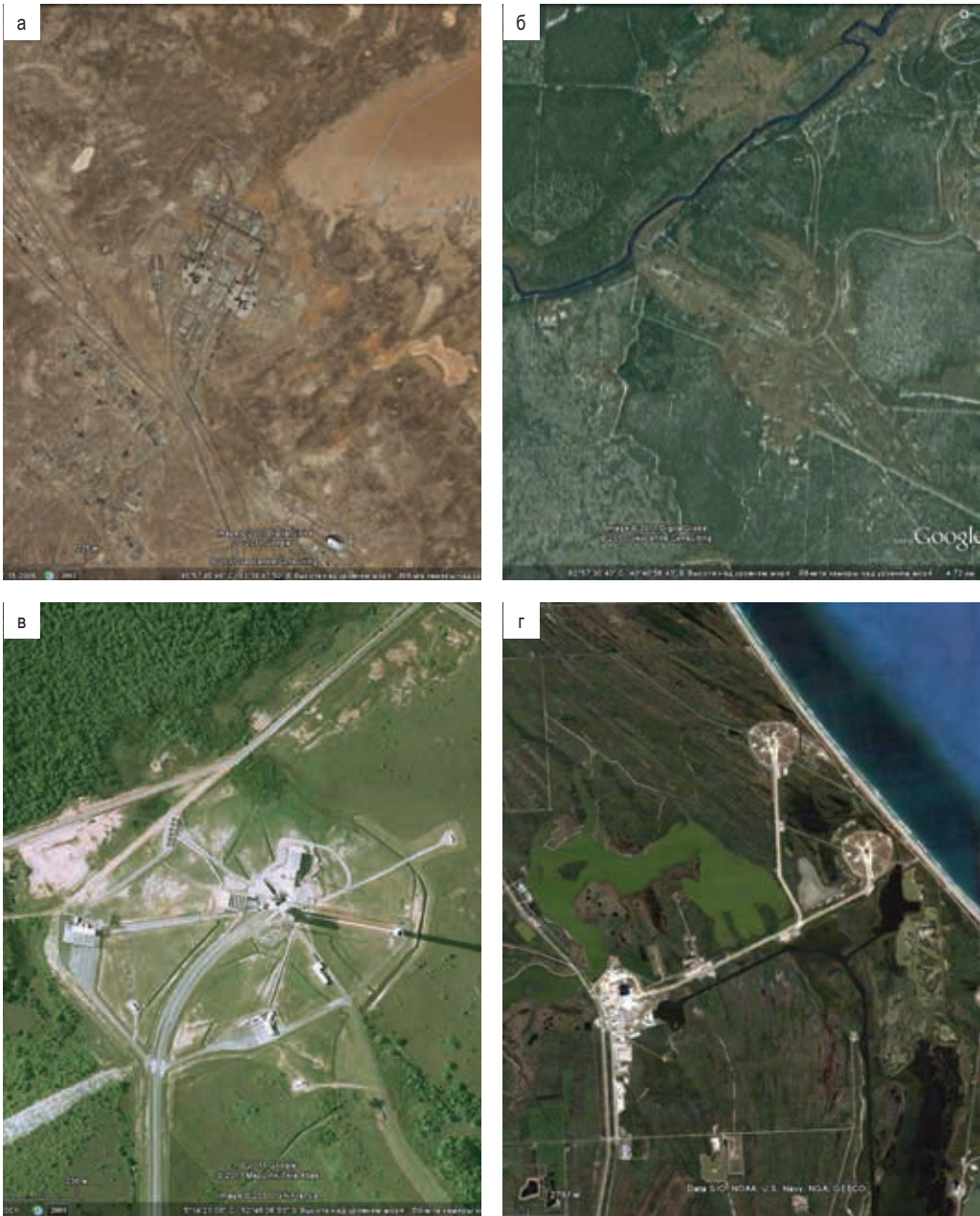


Рис. 1. Космические изображения космодромов: а — Байконур (Казахстан); б — Плесецк (Архангельская область); в — Куру (Французская Гвиана); г — м. Канаверал (Флорида, США). Изображения Google Earth

Однако вызванное землетрясением в другом районе цунами спровоцировало катастрофу [4].

При прогнозе геологической опасности требования для разных инженерных сооружений различны. То, что может быть безопасно для сельских поселений, магистральных трубопроводов и дорог, опасно для типового и производственного строительства, а безопасное для типового строительства может оказаться опасным для уникальных сооружений с особыми требованиями к устойчивости (АЭС) [1]. Поэтому инженерно-геотектонические исследования должны существенно различаться для массового строительства, ответственных сооружений и прецизионных сооружений.

Изучение тектонических структур и движений для инженерных целей требует внедрения новых методов. Важным требованием к ним является возможность регионального охвата территории и быстрого проведения.

Появившиеся в арсенале геологов в середине прошлого века, но до сих пор недостаточно оцененные, аэрокосмические методы удачно дополняют другие, позволяя районировать изучаемые территории, нацеливать дороги, трудоемкие и длительные детальные наземные исследования на оптимальные участки, увязывать между собой точечные наблюдения и вести мониторинг уже реализованных проектов.

При рассмотрении основных комплексов инженерно-тектонических исследований, рекомендуемые при изучении различных опасных и вредных геологических процессов [3], можно полагать, что космические методы являются наиболее универсальными.

Для достижения оптимального результата можно рекомендовать:

- использование разномасштабных материалов (материалов различного разрешения), поскольку каждое разрешение дает возможность изучать различные по размеру объекты и применять метод последовательной детализации изучения геологических структур;
- использование изображений, выполненных в различных зонах спектра;
- использование изображений с высоким разрешением, что позволяет определять современные тектонические смещения;

- использование изображений различных лет с максимально доступным диапазоном времени съемок, что позволяет попытаться выявить неравномерность тектонических смещений.

Также стоит отметить, что в настоящее время существует целый ряд опасных процессов, для которых набор инженерно-тектонических исследований пока не выяснен, например мерзлотные.

К ответственным сооружениям, занимающим гигантские площади, относятся и космодромы, число которых неуклонно возрастает (рис. 1).

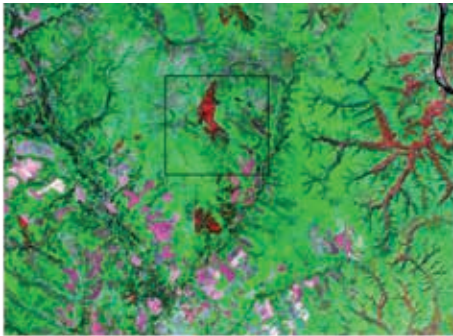
Как видно на изображениях, несмотря на различия в геологической позиции этих территорий, различия в ландшафтах и их антропогенной освоенности и, следовательно, фотогеничность разломов, они могут быть дешифрированы на всех этих площадках.

В настоящее время в тайге Амурской области строится еще один полигон — Восточный, расположенный неподалеку от военной базы (военного городка) Свободный (рис. 2).

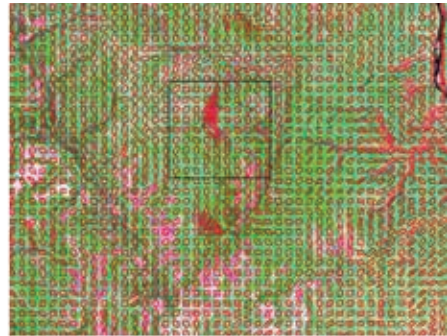
Этот полигон располагается в междуречье Зеи и Амура. Ближайший населенный пункт — Углегорск. Даже при беглом взгляде на космические изображения этой территории видно, что здесь имеются многочисленные разрывы, дешифрирующиеся по стандартным для них признакам, наиболее надежный из которых — спрямленные элементы рельефа вообще и гидросети в особенности. Так, субширотный разрыв проходит через самую середину полигона. Не вдаваясь в подробности геологического строения территории, ограничимся дешифрированием его разломно-блокового каркаса.

Основным дешифрируемым изображением был фрагмент мозаики NASA [7]. Для дешифрирования использовалась программа LESSA (Lineament Extraction and Stripe Statistical Analysis — выделение линеаментов и штрихов, статистический анализ) [2].

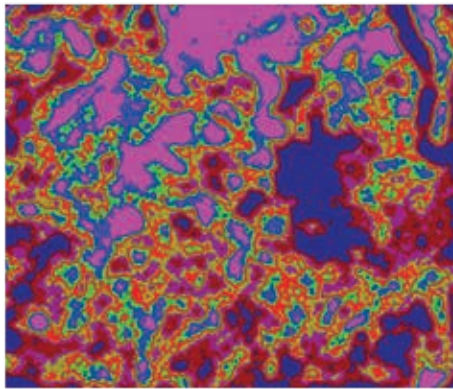
На рис. 2а приведено исходное изображение. На рис. 2б показана построенная по мелким штрихам картодиаграмма роз-диаграмм. Очевидно, что разные по облику розы-диаграммы отражают различные в тектоническом плане участки. Можно убедиться, что на территории планируемого полигона розы-диаграммы различны.



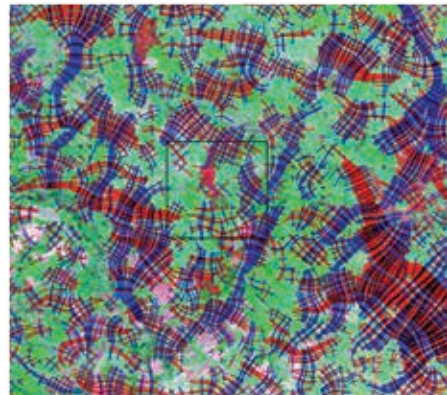
а



б



в



г



д



е

Рис. 2. Фрагмент мозаики космического изображения района космодрома Восточный, и результаты обработки снимков с помощью программы LESSA

На рис. 2в приведена карта интенсивности штрихов, которая тоже отражает интенсивность вертикальных движений, особенно если максимальные градиенты этих движений выстраиваются в прямые линии, отражая перемещающиеся блоки.

На рис. 2г показана карта линий удлинений роздиаграмм (красные) и перпендикулярные им направления (синие). Эти линии можно с определенной долей допущения трактовать как проекции на горизонтальную плоскость (поверхность рельефа) направлений ориентировки максимальных сжимающих и растягивающих напряжений. Естественно, что те участки, на которых ориентировка этих линий меняется или линии обрываются, можно трактовать как узлы сочленения различных блоков.

На рис. 2д приведена карта протяженных (в терминологии LESSA) линейаментов, выделенных программой. Видно, что часть их проходит непосредственно через будущую площадку.

На основе приведенных схем была построена обобщенная схема дешифрирования (рис. 2е) линейаментов, которые предположительно отражают разломы. Относительное сгущение сети линейаментов в районе строительства будущего космодрома обусловлено также субъективным фактором — большим вниманием к этому участку и рассмотрением этого участка также в более крупном масштабе. Детальное рассмотрение этой территории демонстрирует различные врезы и рисунки тальвегов мелких водотоков по разные стороны линейаментов, что позволяет трактовать их как живые (активные) разрывы.

Таким образом, предварительное рассмотрение космических изображений территории будущего строительства космодрома «Восточный» заставляет внимательно относиться к возможности движений по разломам и учитывать их при его строительстве и эксплуатации.

Господствовавшее веками представление о незыблемости земной тверди оказалось не вполне верным. На самом деле земная кора разбита сетью разрывов на блоки, перемещающиеся друг относительно друга с большей или меньшей интенсивностью. Оптимальный материал для предварительного картирования разрывов — космические изображения, по которым можно выя-

вить их в естественных границах и соотношениях с другими объектами.

Изучение космических изображений территории позволяет локализовать опасные участки и разместить на них участки наземного мониторинга, предусмотреть защитные мероприятия и конструктивные решения.

Таким образом, можно говорить о том, что интеграция результатов обработки данных ДЗЗ с системами управления и принятия решений в организационных структурах, имеющих территориально распределенный имущественный комплекс это важный аспект решения вопросов информационного обеспечения управления.

Только на основе всесторонней и объективной информации возможно адекватное принятие управляющих решений, регулирующих хозяйственное освоение территории, проведение превентивных операций и принятие решений чрезвычайного характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боярчук К.А., Горшков А.И., Кузнецов И.В., Пиотровская Е.П., Милосердова Л.В., Малушина Н.И. Использование спутниковых данных для разведки недр и идентификации тектонически неустойчивых структур // МНЖ «Актуальные проблемы авиационных и аэрокосмических систем: процессы, модели, эксперимент». — № 1(28). Т 14, 2009. — С. 31 — 43.
2. Златопольский А.А. Новые возможности технологий LESSA и анализ цифровой модели рельефа. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сборник научных статей. Том 8. — № 3. — М.: ООО «ДоМира», 2011. — 320 с.
3. Несмеянов С.А. Введение в инженерную геотектонику. — М. Научный мир, 2004. — 216 с.
4. Learning lessons from the Fukushima disaster / Physicsworld // Volume 24 №5 May 2011 P.12 — 13 // IOP Publishing Ltd, Dirac House, Bristol BS1 6BE, UK
5. <http://lenta.ru/news/2010/02/28/lhc/>
6. <http://lenta.ru/news/2011/04/12/drilling/>
7. <http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>

Д.А. Горский (УП «Геоинформационные системы», Республика Беларусь)

В 2006 г. окончил радиотехнический факультет Белорусского государственного радиотехнического университета по специальности «микро- и нанотехнологии». В настоящее время — начальник отдела обработки данных ДЗЗ УП «Геоинформационные системы».

К.А. Хоменков (УП «Геоинформационные системы», Республика Беларусь)

В 2007 г. окончил географический факультет Белорусского государственного университета по специальности «геоинформационные системы». В настоящее время — начальник сектора отдела обработки данных ДЗЗ УП «Геоинформационные системы».

Оценка влияния добычи калийных солей на состояние окружающей среды в виде деформаций земной поверхности методами радиолокационной съемки в Республике Беларусь

Старобинское месторождение калийных солей — одно из крупнейших в мире и второе по величине на территории СНГ. Площадь месторождения составляет 325 кв. км. Общие запасы руды — 7,8 млрд т. Руда добывается подземным способом. Производство состоит из четырех обогатительных фабрик и пяти рудников (строится шестой). Выработка начинается в 500–800 м от Солигорска. Солеотвалы имеют высоту от 120 до 150 м. Они состоят из продукта, непригодного для переработки. Горы постоянно растут, но и оседают — примерно на 5 м в год. ОАО «Беларуськалий» выпускает каждую шестую тонну калийных удобрений в мире.

В то же время интенсивная эксплуатация месторождений калийных солей создала ряд отрицательных экологических последствий. ОАО «Беларуськалий» является горнорудным предприятием, деятельность которого вызывает значительные негативные воздействия на окружающую природную среду. Это проявляется прежде всего в загрязнении атмосферы,

гидросферы и земельных ресурсов. За более чем 40-летний период эксплуатации Старобинского месторождения калийных солей на поверхности накопилось свыше 830 млн т отходов обогащения на общей площади свыше 1350 га, и при существующих способах разработки руд количество отходов и занимаемая ими площадь будут расти.

Таким образом, к экологическим проблемам при освоении месторождений калийных солей можно отнести: изъятие значительных территорий на технологические нужды; оседание земной поверхности над горными выработками; засоление почвы и подземных вод, в связи с чем вопрос о дальнейшем освоении Старобинского месторождения необходимо решать комплексно с учетом экологических проблем.

Наиболее опасным геодинамическим процессом, развивающимся при эксплуатации Старобинского месторождения, является просадка территории. При возникновении просадок и повышении уровня грун-

товых вод имеют место заболачивание, деформации в зданиях и сооружениях, выход из строя подземных коммуникаций. Процесс проседания начинается сразу же вслед за обработкой участка, достигая наибольшей интенсивности через 5 лет, далее постепенно затухает. На поверхности земли они проявляются через 0,5–5 лет после отработки шахтной выработки в виде пологих просадочных мульд площадью до 20 тыс. га, из которых 6,5 тыс. га подвержены заболачиванию. Размеры мульд в поперечнике колеблются от нескольких десятков до первых сотен метров, глубина простирается таких форм до 3–5 м. Зона негативного влияния при добыче калийных солей, связанного преимущественно с просадками земель, прослеживается на площади 120–130 кв. км. Следует отметить, что 76% от всего объема отходов, образующихся в Беларуси, – это отходы при добыче калийных солей.

В настоящее время мониторинг геодинамических процессов осуществляется путем выполнения традиционных геодезических маркшейдерских работ на основании инструментальных измерений высокоточными геодезическими приборами. Реализация такого рода подхода влечет значительные временные, трудовые и как следствие – большие финансовые затраты. Очевидно, что такой подход не может быть и достаточно точным: реальную информацию о смещениях можно получить только в точке измерений или на нивелирном ходе, тогда как на всей территории данные получают путем интерполяции, а также надежным, поскольку за время между съемками могут произойти геодинамические и геомеханические изменения. Использование спутниковых радарных систем

позволяет практическими измерениями получить точную (миллиметровую) картину смещений земной поверхности и, таким образом, подтвердить и существенно уточнить расчетные ожидаемые параметры движения земной поверхности, возникающие при разработке месторождения.

Цель проекта

Оценка техногенного влияния на земную поверхность путем создания цифровой карты вертикальных смещений земной поверхности методами спутниковой радарной интерферометрии на участке добычи калийных солей в Республике Беларусь.

Предназначение проекта

Своевременная разработка и реализация необходимых корректирующих и предупреждающих действий для снижения техногенных и экологических рисков в районе г. Солигорска.

Задачи проекта:

- подбор и анализ исходных радиолокационных данных;
- определение оптимальной технологической цепочки создания карты вертикальных смещений в программном продукте ENVI SARscape;
- практическая реализация технологии построения смещений и подбор конкретных значений параметров обработки;
- сравнение результатов полевых измерений геодезическим GPS-приемником с результатами обработки радиолокационных данных COSMO-SkyMed;
- анализ полученной карты вертикальных смещений и принятие решения о целесообразности и разуме

Таблица 1

Исходные радиолокационные данные

Название спутника	Поляризационный режим	Пространственное разрешение, м	Площадь сцены, км	Дата и время съемки
COSMO-SkyMed	HH	3	40x40	2011.09.19, 16:28
				2011.09.20, 16:28
				2011.09.23, 16:28
				2011.10.05, 16:28
				2011.10.06, 16:28



Рис. 1. Схема покрытия района добычи калийных солей на Старобинском месторождении радиолокационными данными COSMO-SkyMed

ной необходимости использования результатов в работе маркшейдерской службы и разработке природоохранных мероприятий на территории добычи калийных солей.

Данные для выполнения проекта (новая съемка со спутника COSMO-SkyMed; табл. 1, рис. 1) были предоставлены компанией «Совзонд».

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ В ENVI + SARSCAPE

Обработка исходных радиолокационных данных проводилась в программном комплексе ENVI+ SARscape (рис. 2).

1. Импорт данных

Приведение «сырых» данных к виду Single Look Complex (фокусировка изображения) было выполнено в программном комплексе SARscape – Basic – Import Data – Standart Formats.

2. Расчет базовой линии

Расчет базовых линий для пяти снимков был выполнен в программном комплексе SARscape Interferometry-Tools-Multi Baseline Calculation.

После анализа значений базовых линий всех пар снимков был сделан вывод, что наиболее оптимальным вариантом для интерферометрической обработки с целью выявления смещений является пара снимков от 2011.09.23 и 2011.10.06, где перпендикулярная базовая линия составляет 11,9 м при критической 4340 м (0,25% от критической). В этом случае компонента смещений выражена очень хорошо, так как качество получаемой интерферометрическим методом карты смещений земной поверхности возрастает с уменьшением длины этой составляющей. Данная пара из имеющихся в наличии оптимально подходит для определения смещений.

Для построения опорного рельефа использовалась пара снимков 2011.09.19 и 2011.10.06, где перпендикулярная базовая линия составляет 627 м при критической 4351 м (14,4% от критической), что говорит о преобладании компоненты рельефа над компонентой смещений. Данная пара из имеющихся в наличии хорошо подходит для построения цифровой модели рельефа в качестве опорного для выявления смещений. Построение цифровой модели рельефа (рис. 3) осуществлялось по схеме представленной на рис. 4.

Средняя ошибка ЦМР, построенной по паре снимков COSMO-SkyMed, составила 1,44 м. Контроль точности производился по шести контрольным точкам.

Средняя ошибка ЦМР, построенной по паре снимков COSMO-SkyMed, составила 1,44 м. Контроль точности производился по шести контрольным точкам.

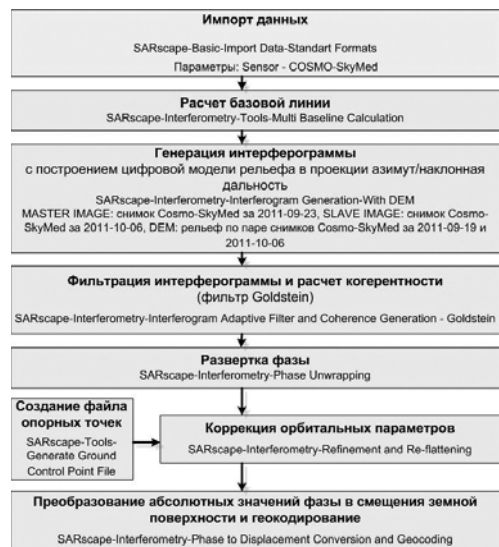


Рис. 2. Блок-схема обработки исходных радиолокационных данных в программном комплексе ENVI+ SARscape

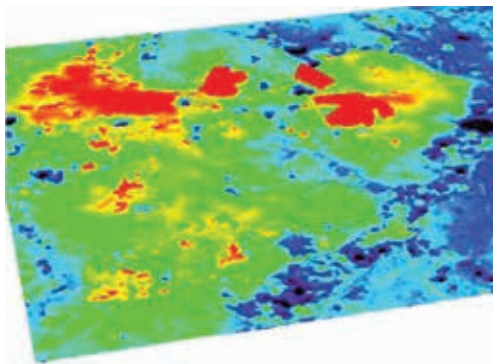


Рис. 3. Цифровая модель рельефа, построенная по паре снимков COSMO-SkyMed за 2011-09-19 и 2011-10-06 с разрешением - 10 м

кам вне зоны значительных смещений земной поверхности и измеренными геодезическими GPS-приемниками специалистами маркшейдерской службы ОАО «Беларуськалий».

3. Генерация интерферограммы

Интерферограмма (рис. 5) является результатом комплексного поэлементного перемножения основного изображения 2011.09.23 и вспомогательного 2011.10.06, геометрически совмещенного с основным. Дифференциальная интерферограмма получена путем вычитания из интерферограммы фазы опорного рельефа, построенного по паре снимков 2011.09.19 и 2011.10.06, на которой один полный спектр цветов (интерференционный цикл) соответствует смещениям земной поверхности, равным половине длины волны радиолокатора. На данном изображении отчетливо видны концентрические окружности с наиболее высокими значениями смещений, дальнейшая обработка позволяет получить численные значения смещений земной поверхности на всей площади снимка.

4. Фильтрация интерферограммы, фильтр Goldstein

Фильтрация интерферограммы позволяет в определенной степени уменьшить фазовый шум (помехи) за счет закругления выходной карты смещений земной поверхности. На данном этапе был получен файл когерентности для области перекрытия двух снимков, составляющих интерферометрическую

пару, для значений от 0 до 1 для каждой пары соответствующих друг другу пикселей. Когерентность показывает стабильность измерений для каждого пикселя, рассчитанного из двух изображений. Яркие области имеют высокую когерентность и более надежны, чем темные области. При снижении когерентности точность определения смещений снижается, а сигнал становится искаженным. Пиксели со значением когерентности от 0,1 до 1 окрашены красным цветом, более насыщенным тонам соответствуют более высокие значения когерентности. Черным цветом выделены области с низкой когерентностью: водные поверхности, сельхозгодья, подвергнутые обработке. Карта когерентности говорит о ее достаточно высоких значениях на основной части территории, несмотря на разницу в 13 дней между съемками в осенний период (рис. 6).

5. Развертка фазы

Развертка фазы (переход от относительных значений фазы к абсолютным) и устранение разрывов фазы осуществлялись по алгоритму Minimum Cost Flow с отсечением по порогу когерентности 0,1 и Decomposition Levels 1 (рис. 7).

6. Создание файла опорных точек

Было создано 19 опорных точек, равномерно распределенных по снимку, с условием, чтобы они не попадали в области крупных смещений, а также в области ярко выраженного рельефа (рис. 8). Геодезические координаты точек не определялись.

7. Коррекция орбитальных параметров

На данном этапе осуществлялась коррекция базовой линии с помощью контрольных точек на основе сопоставления развернутой фазы, отфильтрованной интерферограммы, карты когерентности и уже имеющейся ЦМР, построенной по паре снимков COSMO-SkyMed от 2011.09.19 и 2011.10.06.

8. Преобразование абсолютных значений фазы в смещения земной поверхности и геокодирование

На данном этапе была рассчитана вертикальная компонента смещений, т.е. значения смещений вдоль луча радиолокатора умножаются на косинус угла съемки (рис. 9). Размер пикселя был определен 10 м (сжатие исходного размера пикселя в четыре раза), размер интерполяционного окна – 10 и отсечение по порогу когерентности – 0,1, система координат —



Рис. 4. Технология построения цифровой модели рельефа по радиолокационным данным в программе ENVI+ SARscape

UTM WGS84 Zone 35 North. На приведенном изображении синим и фиолетовым цветом показаны оседания земной поверхности, особенно отчетливо выделяются, так называемые мульды проседания — концентрические окружности темно-фиолетового цвета с наибольшими значениями просадок, как правило, им соответствует забой лавы (подземная горная выработка), который производилась в период съемки, зеленым цветом отображаются стабильные участки, красным — поднятия территории. Диапазон значений смещений земной поверхности составляет от -9 см — опускание территории) до $+4$ см (поднятия).

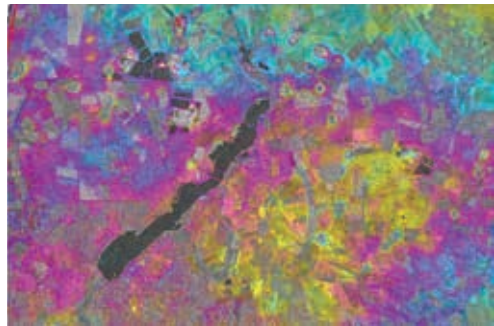


Рис. 5. Результирующая дифференциальная интерферограмма за 13 дней: 2011.09.23 и 2011.10.06. Один полный спектр цветов (интерференционный цикл) соответствует смещениям земной поверхности, равным половине длины волны радиолокатора

СВЕДЕНИЯ О ВЫПОЛНЕНИИ ПОЛЕВЫХ РАБОТ И СРАВНЕНИИ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБРАБОТКИ ИСХОДНЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ

Натурные инструментальные измерения производились высокоточным геодезическим GPS-приемником на территории третьего рудоуправления ОАО «Беларуськалий» специалистами местной маркшейдерской службы. Даты полевых измерений: 23.09.2011 и 27.10.2011 г., было измерено пять одинаковых точек за приведенные даты, период между измерениями 35 дней, смещения от 0 см на точке 650 до 8,3 см (опускание) на точке 663а. Исходные радиолокационные данные COSMO-SkyMed были получены за 23.09.2011 и 06.10.2011 г., период между съемками 13 дней, т.е. начальные даты полевых измерений и радиолокационной съемки совпадают. Сравнение результатов приведено в табл. 2.

Был сформирован векторный файл точек полевых измерений и совмещен с дифференциальной интерферограммой (рис. 10).

Из приведенной иллюстрации видно, что точки 661, 662, 663 и 663а лежат в зоне наибольших смещений земной поверхности, что находит отражение в данных полевых измерений, причем точка 663а находится в зоне наиболее интенсивных смещений



Рис. 6. Карта когерентности, рассчитанные по паре снимков COSMO-SkyMed от 2011.09.23 и 2011.10.06

и по полевым данным она опустилась на 8,3 см за 35 дней.

Чтобы получить абсолютные значения смещений, точки полевых измерений совмещались с картой вертикальных смещений (рис. 11). Белый цвет иллюстрирует стабильные участки земной повер-

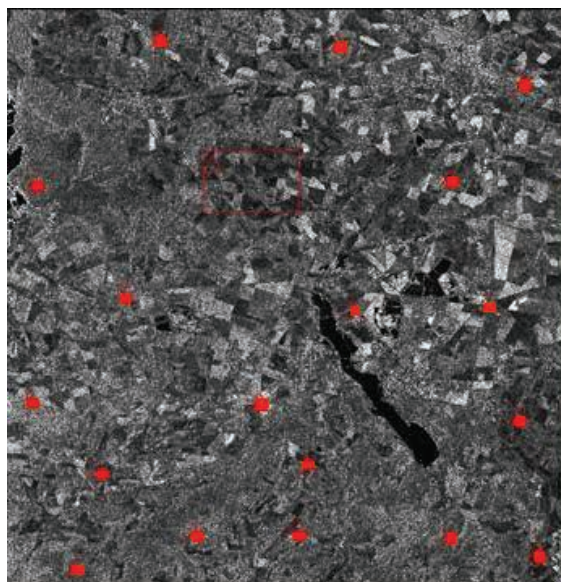


Рис. 8. Размещение опорных точек на снимке COSMO-SkyMed

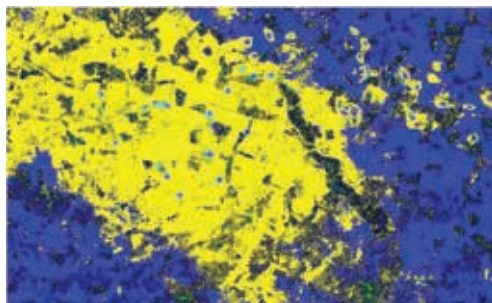
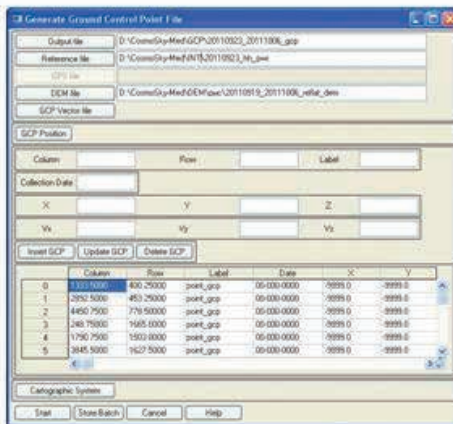


Рис. 7. Развертка фазы, рассчитанная по паре снимков COSMO-SkyMed от 2011.09.23 и 2011.10.06

хности, салатовый – опускания в диапазоне от 1 до 3 см, зеленый – опускания в диапазоне от 3 до 5 см.

По линии, соединяющей точки полевых измерений, был построен профиль смещений в масштабе местности, отражающий вертикальные движения земной поверхности за 13 дней, и совмещен с графиком смещений точек по данным полевых измерений за 35 дней (рис. 12). По горизонтальной оси отложены точки полевых измерений в масштабе местности, по вертикальной оси – значения смещений в метрах. График наглядно иллюстрирует тен-



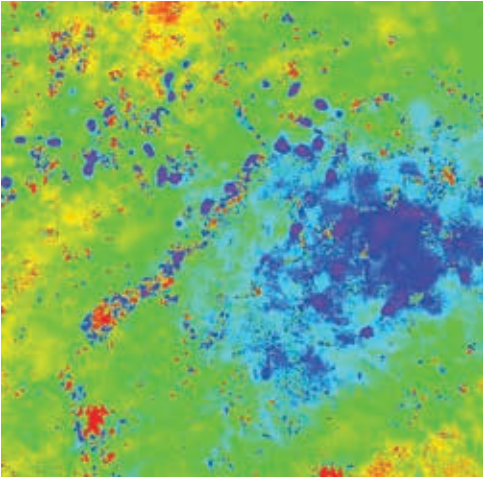


Рис. 9. Вертикальные смещения земной поверхности, рассчитанные по паре снимков COSMO-SkyMed от 2011.09.23 и 2011.10.06

денцию смещений земной поверхности по линии, соединяющей точки полевых измерений, начиная от точки 650, где практически отсутствуют смещения, до точки 663а, где опускание земной поверхности достигает 8,3 см по полевым данным за 35 дней и 3,2 см по данным дифференциальной интерферометрии за 13 дней. Разница в абсолютных значениях между полевыми данными и данными дифференциальной интерферометрии в данном случае объясняется разными периодами наблюдений: 35 дней –

период между полевыми измерениями (с 23.09.2011 по 27.10.2011) и 13 дней – период между съемками COSMO-SkyMed (с 23.09.2011 по 06.10.2011), но даты начала наблюдений совпадают: 23.09.2011. Кроме того, информация по смещениям земной поверхности, полученная по данным интерферометрической обработки радиолокационных снимков, может быть получена в любой точке пространства, тогда как информация по наземным данным, только в точке измерений, на остальной территории возможна интерполяция значений, что ведет к искажению реальной картины, что и продемонстрировано на рис. 12.

Проводилось сопоставление маркшейдерско-геодезической информации с картой вертикальных смещений (рис. 13). На графиках иллюстрируется смещение земной поверхности (опускание) на четырех точках, на которые имелась информация полевых наблюдений геодезическим GPS-приемником. По горизонтальной оси отложены дни наблюдений: 35 дней между повторными наблюдениями GPS-приемником и 13 дней между повторными съемками с радиолокационного спутника COSMO-SkyMed (начало наблюдений одинаковое), по вертикальной оси — смещения в метрах. График наглядно иллюстрирует положительную корреляцию между полученными результатами значений смещений по данным радиолокационной съемки интерферометрическим методом и натурных инструментальных измерений геодезическими приборами.

Таблица 2

Сравнение результатов полевых данных и результатов обработки радиолокационных данных

Номер точки	Высота, м, 1-е полевое обследование, 23-09-2011	Высота, м, 2-е полевое обследование, 27-10-2011	Смещения по полевым данным, м, период 35 дней	Смещения по данным дифференциальной интерферометрии, м, период 13 дней, 23-09-2011 и 06-10-2011
650	148,047	148,047	0,000	-0,002
661	147,604	147,547	-0,057	-0,022
662	147,483	147,425	-0,058	-0,026
663	147,596	147,535	-0,061	-0,028
663а	146,931	146,848	-0,083	-0,032

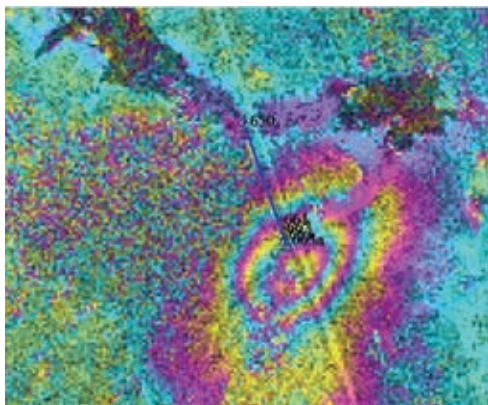


Рис.10. Точки полевых измерений, совмещенные с дифференциальной интерферограммой

На рис. 14 отображен план горных работ, совмещенный с картой вертикальных смещений. Красными прямоугольниками обозначены места забоя лавы (подземные горные выработки), который проводился в период между двумя радиолокационными съемками, зелеными концентрическими окружностями различной интенсивности – просадки земной поверхности, произошедшие за данный период (более насыщенный зеленый цвет обозначает более интенсивные оседания), выявленные по данным радиолокационной съемки. Практически всем забоям лавы, как правило, они располагаются в центре смещений, соответствуют просадки земной



Рис. 12. Профиль смещений, отражающий вертикальные движения земной поверхности по данным дифференциальной интерферометрии и полевым данным



Рис. 11. Точки полевых измерений, совмещенные с картой вертикальных смещений, полученной по данным радиолокационной съемки

поверхности, нашедшие отражение на карте вертикальных смещений, построенной по данным обработки радарной съемки.

Специалисты ОАО «Беларуськалий» также подтвердили, что результаты корреляции весьма неплохие: на полученной карте вертикальных смещений распознается абсолютное большинство зон, в которых в период сентября — октября 2011 г. происходили деформации земной поверхности, вызванные подземными горными работами. Причем отклонения смещения центров мульд проседания (концентрические окружности на карте) от их теоретического положения составляет от нескольких метров до нескольких десятков метров.

ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Построена карта вертикальных смещений земной поверхности района Старобинского месторождения калийных солей по данным интерферометрической обработки пары радиолокационных космических снимков COSMO-SkyMed (рис. 15) в программной среде ENVI SARscape за период с 23 сентября 2011 г. по 6 октября 2011 г. За 13 дней произошли смещения земной поверхности от 8,7 см (опускание) до +3,2 см (поднятия). Основная часть территории за столь короткий срок практически не претерпела изменений, значения смещений колеблются от -1 см до +1 см, что, ско-

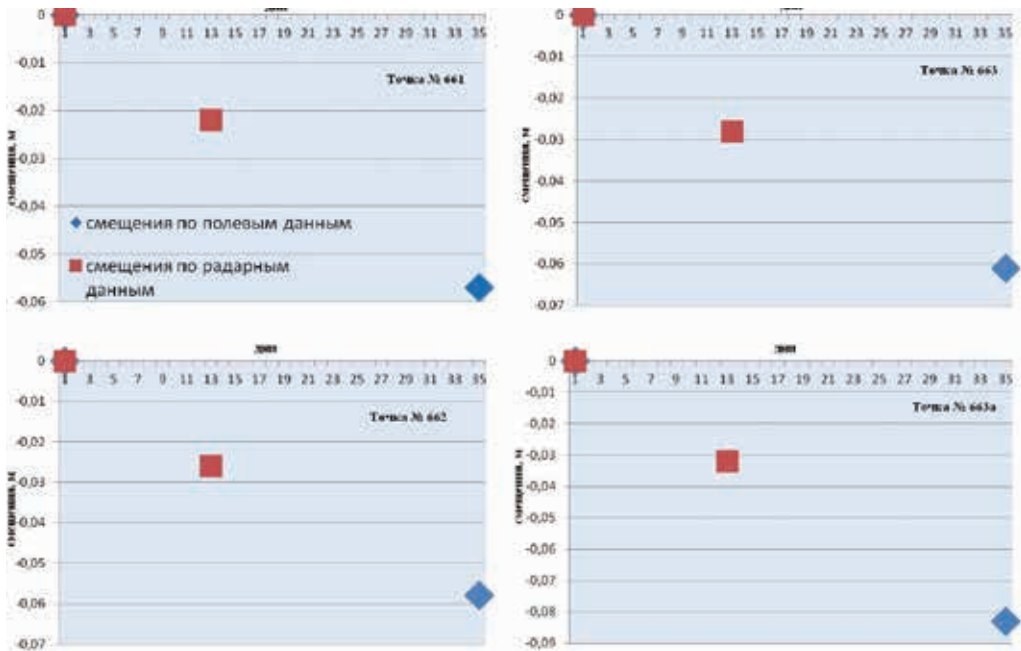


Рис. 13. Смещения по точкам, отражающее вертикальные движения земной поверхности на основании полевых измерений и радарных данных

рее всего, объясняется погрешностями измерений и потерей когерентности, однако на отдельных локальных участках наблюдаются значительные опускания, так называемые мульды проседания, где опускание земной поверхности достигает 9 см. Как правило, они имеют округлую форму диаметром 150–300 м и связаны с добычей калийных солей на данной территории подземным способом.

2. В ходе выполнения проекта была реализована на практике технология выявления вертикальных смещений по данным интерферометрической обработки пары космических снимков COSMO-SkyMed в программе ENVI SARscape.

3. Произведено сравнение результатов полевых обследований с полученными данными по радиолокационным снимкам COSMO-SkyMed и сделан вывод об их положительной корреляции (рис. 16).

4. Проанализирована полученная информация и сделан вывод о перспективности использования данного метода для применения в маршшейдер-

ско-геодезической службе ОАО «Беларуськалий» для поддержки принятия своевременных решений, разработки и планирования природоохранных мероприятий в данном районе соответствующими службами.

На карте (рис. 15) от белого до темно-зеленого показаны возрастающие оседания (темно-зеленый цвет — оседания до 9 см), от белого к красному — возрастающие поднятия (красный цвет — поднятия до 5 см). Белый цвет — стабильные участки. За период в 13 дней по данным интерферометрической обработки радиолокационных данных COSMO-SkyMed было выявлено более 40 концентрических мульд проседания земной поверхности размером 0,1–0,3 кв. км, которые приурочены к районам добычи калийных солей с максимальными значениями оседаний до 9 см. 37 из них нашли подтверждение согласно плану горных работ и локализируются вокруг забоев лавы.

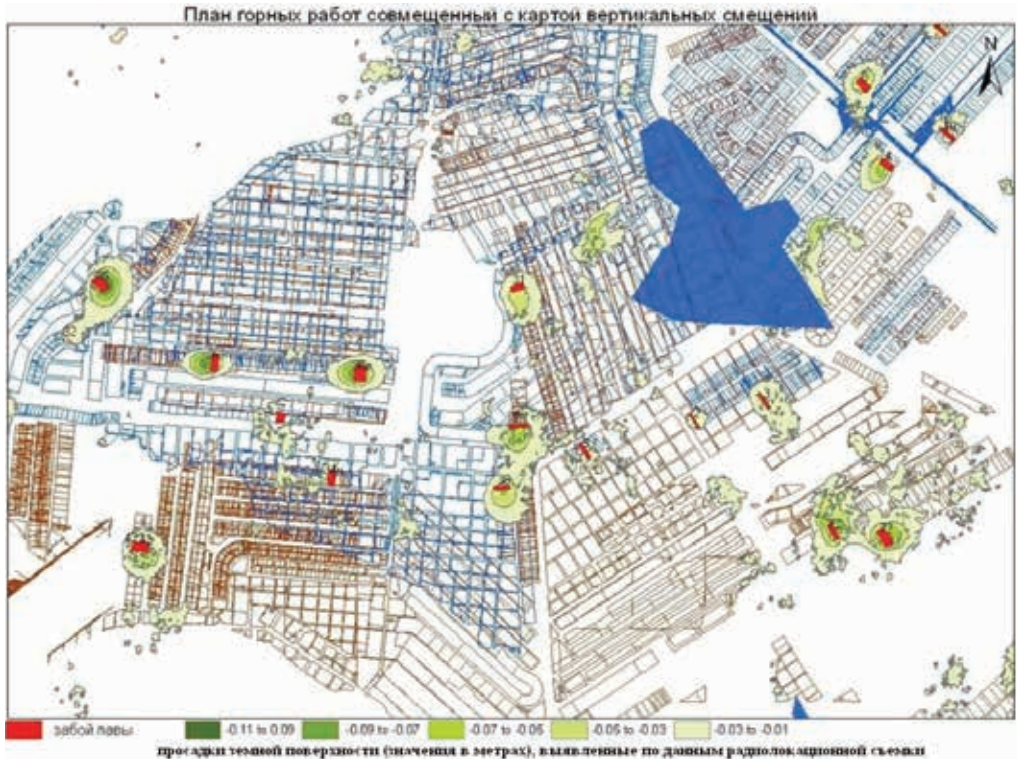


Рис. 14. План горных работ, совмещенный с картой вертикальных смещений, полученной по данным радиолокационной съемки

Таким образом, использование спутниковой радарной съемки позволяет:

- получить точную картину смещений земной поверхности на всем участке и таким образом оценить техногенное влияние на окружающую среду в виде оседаний земной поверхности методами радиолокационной съемки;
- подтвердить и существенно уточнить расчетные ожидаемые параметры вертикальных движений земной поверхности, возникающих при разработке месторождения;
- осуществлять контроль за характером деформаций земной поверхности над обрабатываемыми участками месторождения.

Использование натуральных инструментальных измерений с использованием высокоточных геоде-

зических приборов дает возможность верифицировать радарные данные, а совместное их использование позволяет с точностью до нескольких миллиметров получать численные значения смещений земной поверхности и их координаты на всей площади месторождения. Такая технология выполнения наблюдений для решения маркшейдерских задач на территории добычи калийных солей имеет преимущество по сравнению с традиционными геодезическими решениями как по скорости получения результата, так и по стоимости.

Анализ вертикальных смещений даже за такой короткий срок — 13 дней — показывает актуальность проблемы деформации земной поверхности для данного региона (локальные просадки земной поверхности достигают 9 см) и целесообразность осуществления постоянного мониторинга с приме-

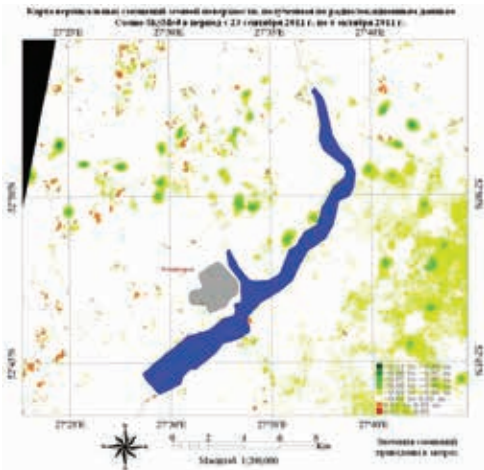


Рис. 15. Итоговая карта вертикальных смещений земной поверхности

нением технологий радарной интерферометрии на территории Старобинского месторождения калийных солей. Представляется перспективным создание многоуровневой геоинформационной системы геодинамического мониторинга деформационных процессов земной поверхности на участке добычи калийных солей с применением наземных измерительных средств и интерферометрических технологий радиолокационной съемки.

Кроме того, полученные результаты позволяют оценить влияние горного производства на окружающую среду путем прогнозирования изменения уровня и миграции загрязнений в подземных водах, снижения урожайности сельхозкультур в результате колебаний уровней грунтовых вод. Спутниковый мониторинг вертикальных смещений земной поверхности на данной территории может служить основой для последующей разработки природоохранных мероприятий.



Рис. 16. Просадки земной поверхности, совмещенные с радиолокационным снимком COSMO-SkyMed

Ю.Б. Баранов (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В 1978 г. окончил геологоразведочный факультет Московского государственного геологоразведочного института им. С. Орджоникидзе по специальности «геология и разведка месторождений полезных ископаемых». В настоящее время — начальник Отдела геоинформационных и космических технологий ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Доктор геолого-минералогических наук.

К.Е. Киселевская (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В 2007 г. окончила физико-технический факультет Московского государственного горного университета по специальности «инженерная защита окружающей среды». В настоящее время — научный сотрудник лаборатории геопрогнозных исследований ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

Л.Ю. Кожина (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В 1999 г. окончила геологоразведочный факультет Московской государственной геологоразведочной академии им. С. Орджоникидзе по специальности «геологическая съемка, поиски и разведка». В настоящее время — старший научный сотрудник лаборатории природных опасностей ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Кандидат геолого-минералогических наук.

Опыт использования радиолокационных космических съемок при гидрологических исследованиях

ВВЕДЕНИЕ

В 40 км от побережья Карского моря, в западной части полуострова Ямал, расположено крупнейшее Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение. В этом году оно вводится в промышленную эксплуатацию. Для обеспечения промышленной безопасности эксплуатации месторождения на нем организуется геодинамический полигон, для которого необходим учет гидрогеологических характеристик территории месторождения. Несмотря на многолетнее изучение его территории и начало ввода в эксплуатацию, в гидрологическом отношении площадь самого месторождения и в целом п-ова Ямал изучена слабо. Постоянные гидрологические наблюдения на Ямале ведутся Государственным гидрологическим институтом (ГУ ГГИ) только с 2004 г. на р. Сяяхе. Это вызвано несколькими причинами.

Бованенковское месторождение расположено в зоне субарктического пояса, с суровой зимой продолжительностью около 9 месяцев и прохладным летом продолжительностью около двух месяцев. Территория сильно заболочена и, как следствие, очень труднопроходима.

ТРАДИЦИОННЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

С 1970 г. разными организациями проводились экспедиционные исследования по гидрологическим наблюдениям и гидрографическим обследованиям, но они не имели системного характера и в основном были направлены на решение инженерно-геологических задач для целей проектирования различных объектов инфраструктуры. В результате этих исследований, проводимых в том числе и сотрудниками

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»), выявлены особенности гидрологического режима территории месторождения.

Реки, протекающие по территории Бованенковского месторождения, относятся к западно-сибирскому типу. Талые воды обеспечивают 75–80% от общего объема стока, дождевой сток занимает второе место, а грунтовой очень незначительный, что вызвано повсеместным распространением многолетнемерзлых отложений. Водный режим сточных и бессточных озер в основном определяется притоком талых вод с водозаборов, являющихся склонами озерных котловин. Исключением являются проточные озера, в которые талые воды поступают из бассейнов впадающих в них рек. Распределение стока в течении года крайне неравномерное. Максимум – весенне-летнее половодье: июнь – 49,5%, июль – 26,5, август – 10,6. Характер половодья зависит от площади водосборного бассейна, снеготаяния на нем, скорости снеготаяния, наличия дождей в период снеготаяния и пр.

Гидрограф половодья в обычные годы одновершинный. Несколько пиков наблюдаются при значительных колебаниях температур или при выпадениях дождей. На крупных реках половодье начинается в первой половине июня, пик обычно 22–24 июня, окончание половодья в конце июля, начале августа. Подъем уровней наблюдается в течение двух недель с интенсивностью 10–50 см/сутки. Ледоход проходит на пике половодья. Спад уровней сначала происходит с большей скоростью, чем подъем, а затем значительно замедляется.

На малых реках половодье начинается в начале июня. Пик наблюдается в середине или в конце второй декады июня. Заканчивается половодье в конце июня. Летняя межень длится с перерывами с середины июля, начала августа до второй декады октября, когда появляются первые ледяные образования. Зимняя межень начинается с первых ледяных образований, сток в это время резко сокращается, после промерзания деятельного слоя, когда исключается подземное питание рек, прекращается вовсе.

Характер рельефа местности и гидрологической сети обеспечивает колебания уровня воды в реках не только в результате паводка и атмосферных осадков, но и из-за ветровых нагонов и сгонов. Это явление особенно ярко выражено на некрупных реках, имеющих подпор от больших. Ветровые

сгонно-нагонные течения обеспечиваются сильными продолжительными ветрами, дующими над акваторией Карского моря в широтном направлении. Высота подъема уровня вод при высоких нагонах может составлять более 1 м, при этом происходит более сильный размыв берегов, чем в период половодья. Кроме ветровых сгонно-нагонных явлений, на территории исследования существуют ежедневные приливы и отливы, амплитуда колебаний уровня воды при которых составляет 10–20 см. Под действие приливов попадают и небольшие притоки крупных рек.

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ГИДРОЛОГИЯ

Оценить обводненность территории можно не только по итогам традиционных (полевых) гидрологических наблюдений, измерений и дальнейшего моделирования, но и дистанционно, в результате дешифрирования космических изображений. Обычно для этой цели используются данные оптических сенсоров, таких, как Landsat, Aster и др. Однако их применение в высоких широтах связано со многими трудностями. Одна из них заключается в том, что в течение весенне-осеннего периода очень часто присутствует сильная облачность, которая не позволяет получать качественные данные, хотя дешифрирование оптических изображений практически однозначно позволяет разделить воду от увлажненных или переувлажненных участков. Оценку водности и ее временной изменчивости невозможно было осуществить на такой огромной территории, расположенной к тому же в столь сложных климатических условиях, ни наземными методами, ни с использованием оптических сенсоров. Единственной возможностью провести такую оценку стало использование радиолокационных спутниковых изображений земной поверхности, для которых облачность не имеет критического значения. Радиолокационные данные состоят из фазового и амплитудного слоев. Фазовый слой применяется для построения моделей местности и моделей смещений земной поверхности. Амплитудный может быть использован для решения разных задач, в том числе и для оценки обводненности территории.

Амплитудный слой радиолокационного изображения формируется за счет отражения радиосигнала: чем больше отражение, тем светлее получаемое изображение, и наоборот. Как известно, сила отражения зависит от нескольких факторов, главными из которых являются шероховатость облучаемой поверхности: чем она выше, тем сильнее отражение, и состав поверхности, так как разные природные комплексы отличаются различной поглощающей способностью радиоизлучения. Именно поэтому на радиолокационных изображениях обводненные площади характеризуются черным цветом, так как именно вода очень хорошо поглощает электромагнитную энергию радиолокационного сигнала и достаточно часто водное зеркало имеет ровную гладкую поверхность, т. е. отличается минимальной шероховатостью. Если во время съемки на водной глади есть волнение, то на радиолокационном изображении вода отображается не черным цветом и часто видны волны. Исходя из физических особенностей радиолокационных данных, при определенной доле приближения можно сказать, что чем более темное изображение, тем более гладкая и



Рис. 1. Расположение метеорологической станции Марре-Сале. Оранжевым цветом показаны месторождения углеводородов

Таблица 1

Метеорологическая информация по станции Марре-Сале

Местное время в Марре-Сале	Температура воздуха (2 м над землей), °С	Количество выпавших осадков, мм	Время, за которое выпали осадки, ч.	Состояние поверхности почвы со снегом	Высота снежного покрова, см	
11.06.2008 9:00	-1,3	—	—	Слежавшийся или мокрый снег (со льдом или без него), покрывающий менее половины поверхности почвы	15	
28.06.2008 9:00	6,5				0	
29.06.2008 9:00	11,7					
30.06.2008 9:00	13,1					
26.09.2008 9:00	0,4					—
27.09.2008 9:00	2					
28.09.2008 9:00	-2,3					
29.09.2008 9:00	-0,9					Ровный слой сухого рассыпчатого снега покрывает поверхность почвы полностью

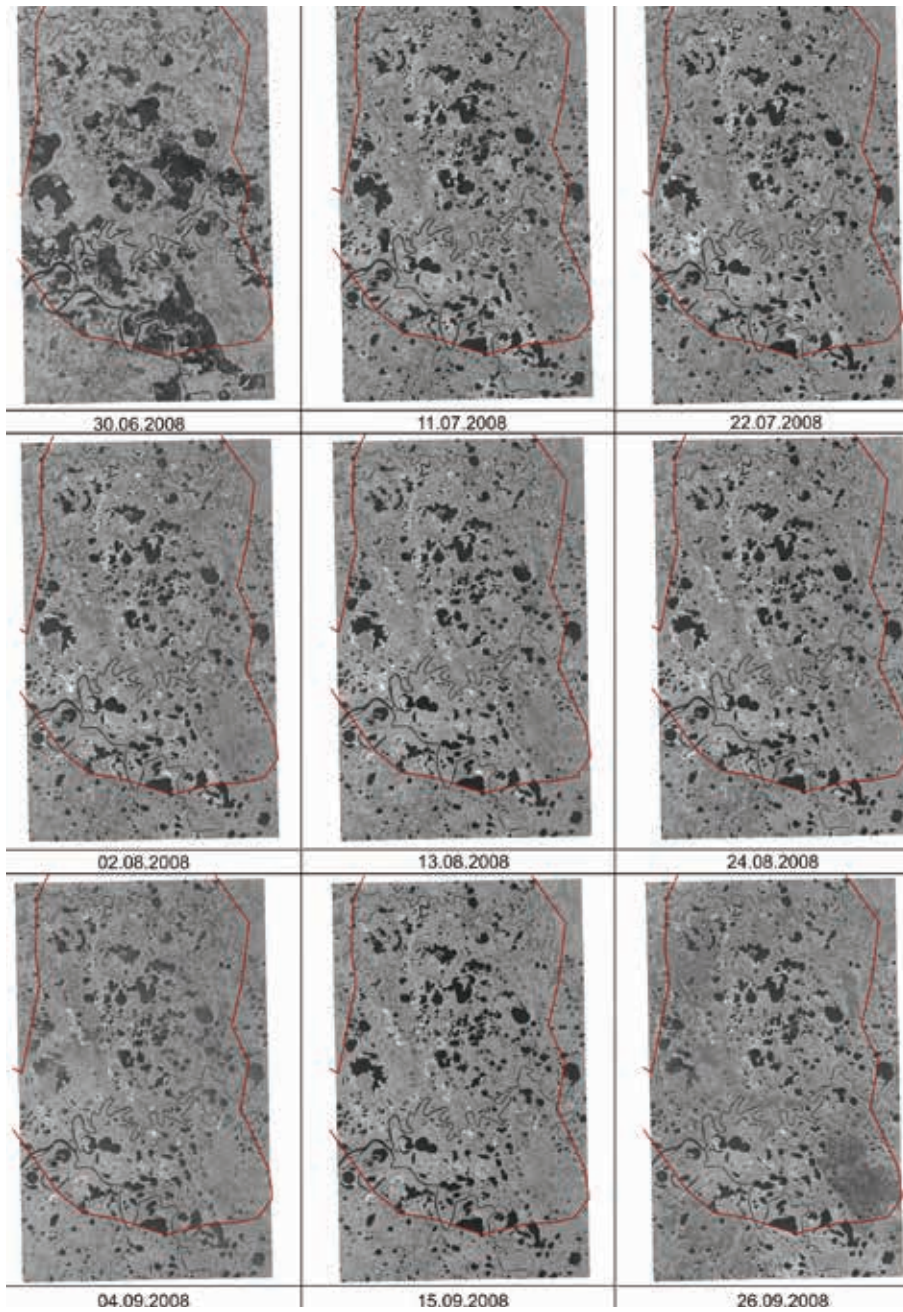


Рис. 2. Космические изображения TerraSAR-X, отобранные для определения водности территории

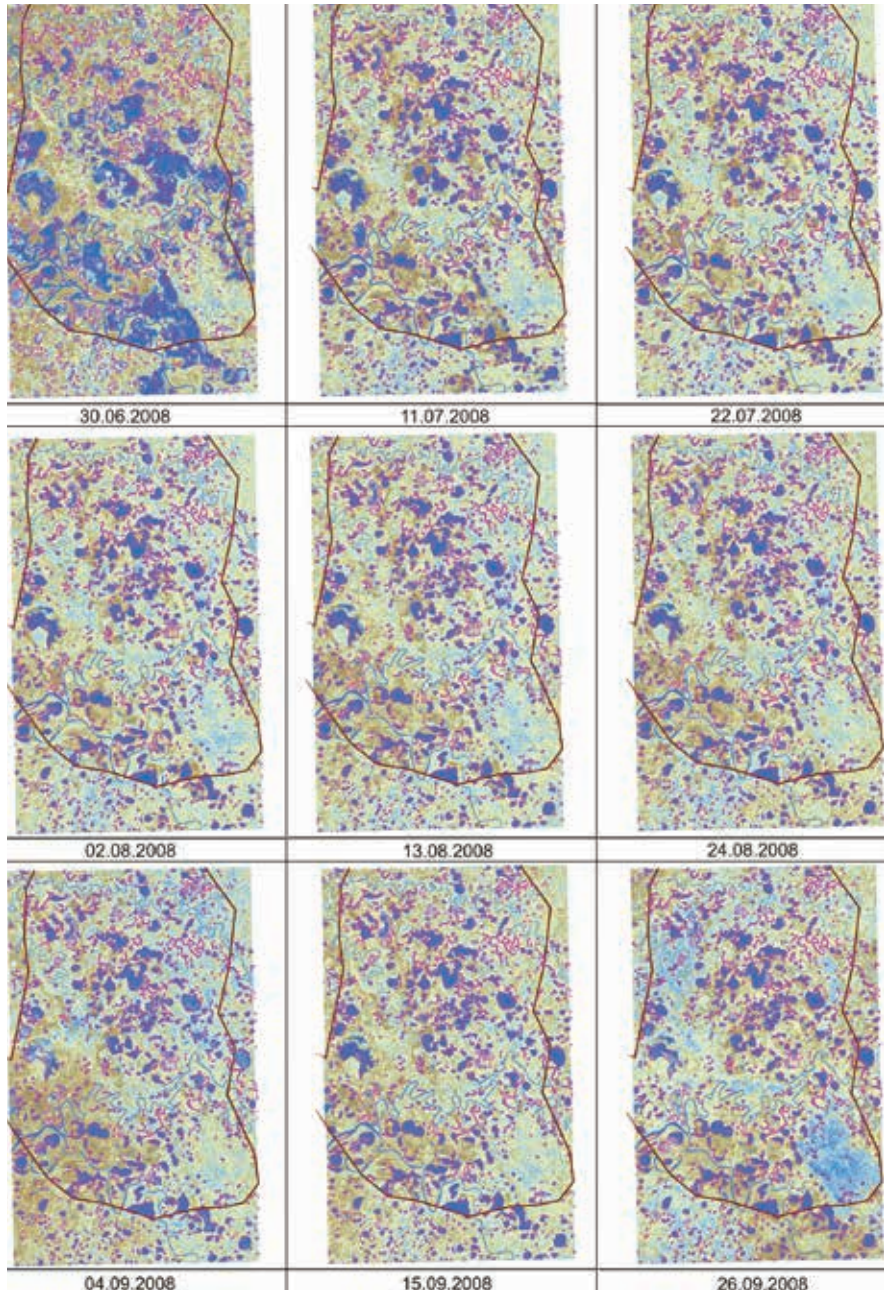


Рис. 3. Динамика обводненности территории Бованенковского месторождения по результатам классификации амплитудного слоя радиолокационных снимков TerraSAR-X

влажная поверхность, а чем светлее, тем поверхность более изрезанная и сухая.

На территорию Бованенковского месторождения у авторов имелся ряд радиолокационных изображений со спутника TerraSAR-X за 2008 г. с периодичностью съемки около 2 недель. Была отобрана серия летних снимков, при этом начальный и конечный снимки выбирались с учетом фактической погоды на дату съемки. Использовалась информация по погоде на станции Марре-Сале, ближайшей к месторождению (рис. 1). Метеорологическая информация была получена с сайта www.rp5.ru, куда данные о фактической погоде поступают с наземных метеорологических станций через систему свободного международного обмена метеоданными.

По космическим радиолокационным данным была проанализирована информация о наличии снежного покрова (для более корректного решения задачи необходимо отсутствие снега на поверхности земли). Первым из серии взят радиолокационный снимок на дату, когда снег полностью сошел (табл. 1). Конечное изображение серии выбиралось также с учетом снежного покрова. 29.09.2008 г. впервые выпал снег, образовав сухой снежный покров в 1 см толщины. Исходя из погодных условий были отобраны радиолокационные изображения (рис. 2), даты съемки которых следующие: 30.06.2008; 11.07.2008; 22.07.2008; 02.08.2008; 13.08.2008; 24.08.2008; 04.09.2008; 15.09.2008; 26.09.2008.

Исходя из описанных выше закономерностей формирования радиолокационного изображения было предположено, что наиболее темные участки соответствуют открытой воде, а наиболее светлые — сухой поверхности. Космические изображения были классифицированы, результаты классификации приведены на рис. 3. Анализ полученных результатов показывает, что максимальная водность территории приходится на конец июня, затем наблюдается спад и достаточно равномерная обводненность. Сравнение результатов классификации по радиолокационным данным с картой глубин затопления Бованенковского НГКМ, рассчитанной ГУ ГГИ, показывает их высокую сходимость. Карта глубин затопления показывает площади и глубины затопления территории при максимальных уровнях воды разной вероятности превыше-

ния, смоделированные в условиях принятой гидрологической модели.

Однако модель никак не отображает степень влажности поверхности и очень сильно зависит от модели местности, используемой при расчете.

Результат классификации радиолокационных данных показывает степень увлаженности поверхности в момент съемки. Максимумы соответствуют открытой водной поверхности, а высокие значения — переувлажненным и влажным грунтам. Следует отметить, что водонасыщенность грунта оказывает существенное влияние на скорости протекания опасных геокриогенных процессов и проходимость территории.

Совмещение данных по увлажненности поверхности, основанных на результатах классификации радиолокационных изображений, с высокодетальными моделями рельефа позволяет оценить глубины затопления, а кроме того, повышает качество интерпретации и прогнозирования, основанное на актуальных площадных фактических данных, что имеет особенно большое значение при работах на труднодоступных территориях со сложными климатическими условиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненная работа позволила на фактическом материале оценить изменчивость увлажненности поверхности, проследить ее динамику в летний период. Сопоставление полученных результатов с картами инфраструктуры дает возможность для анализа опасности подтопления и разрушения паводковыми водами существующих и проектируемых объектов инфраструктуры промысла, а также для оценки эффективности:

- существующих водопропусков;
- ликвидаций подтопления и всплытия трубопроводов;
- проводимых противопаводковых мероприятий и пр.

Отдельно следует отметить тот факт, что подобный анализ радиолокационных космических данных позволяет подобрать снимки, пригодные для дальнейшей интерферометрической обработки, в целях построения цифровых моделей.

Э.А. Курбанов (Поволжский государственный технологический университет)

В 1989 г. окончил Марийский политехнический институт. В настоящее время — профессор кафедры лесоводства ПГТУ, руководитель международного центра «Устойчивого управления и дистанционного мониторинга лесов».

С.А. Лежнин (Поволжский государственный технологический университет)

В 2009 г. окончил Марийский государственный технический университет. В настоящее время — ассистент кафедры лесоводства ПГТУ, инженер международного центра «Устойчивого управления и дистанционного мониторинга лесов».

О.Н. Воробьев (Поволжский государственный технологический университет)

В 1989 г. окончил Марийский политехнический институт. В настоящее время — доцент кафедры лесоводства ПГТУ, специалист международного центра «Устойчивого управления и дистанционного мониторинга лесов».

Ю.А. Полевщикова (Поволжский государственный технологический университет)

В 2012 г. окончила Поволжский государственный технологический университет. В настоящее время — аспирант кафедры лесоводства ПГТУ, специалист международного центра «Устойчивого управления и дистанционного мониторинга лесов».

Решение вопросов космического мониторинга лесных гарей в комплексных пакетах ENVI и ArcGIS

ВВЕДЕНИЕ

Экологические, экономические и социальные последствия лесных пожаров 2010 г., затронувшие значительную часть европейской части России, еще долгое время будут находиться в центре внимания общественности. По своему масштабу и воздействию на лесные экосистемы эти события сопоставимы с пожарами 1972 г. Считается, что около трети таких площадей превращаются в непродуктивные территории, на которых в течение нескольких столетий нарушается процесс естественного восстановления лесов [1]. В связи с этим повышаются требования к точности оценок пройденных огнем площадей лесных насаждений, которые в последние годы оперативно отслеживаются с использованием космических снимков [2, 3]. Немаловажным аспектом тематического картирования гарей по данным

дистанционного зондирования также является оценка биомассы лесов и эмиссии углерода в результате пожаров [4, 5, 6].

В связи с нарушением пространственной структуры лесного фонда, неоднородностью рельефа и труднодоступностью отдельных площадей картирование больших территорий гарей традиционными методами представляет собой сложную задачу. В этом случае эффективным решением при дистанционной оценке площадей гарей и степени повреждения растительного покрова после лесного пожара является использование индексов, полученных с разновременных снимков спутника Landsat. Многочисленные работы в этом направлении подтвердили значимость использования индексов, полученных на основе комбинирования видимого красного и ближнего инфракрасного спектральных каналов. Наиболее используемым при таких оцен-

ках является нормализованный разностный индекс растительности NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [7, 8, 9]. Резкие колебания в вегетационном цикле растительности, вызванные засухой и пожарами, часто приводят к аномальным траекториям их роста, что подтверждается мониторингом серии разновременных данных NDVI, полученных на снимках радиометра MODIS [10,11]. При исследовании последствий пожаров для природных экосистем и выявлении границ гарей также широкое применение находит нормализованный индекс гарей (NBR — Normalized Burn Ratio) [12, 13]. Большинство исследователей отмечает высокую степень корреляции индексов NBR и NDVI с данными полевых тестовых участков на нарушенных пожарами территориях. Известно, что индекс NBR широко используется в практической деятельности лесной службы США для оценки степени повреждения растительных экосистем от лесных пожаров [14].

Степень повреждения лесных экосистем огнем также оценивается исследователями по-разному. В России наиболее используемой является методика оценки последствий пожаров, предложенная проф. Мелеховым (1948) [15] и адаптированная Министерством РФ по делам гражданской обороны,

чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [16]. Степень повреждения по этой методике оценивается по числу отпавших деревьев и снижению запаса лесного насаждения после пожара.

Цель работы состояла в изучении и оценке индексов NDVI и NBR при мониторинге площадей лесных гарей в Республике Марий Эл 1972 и 2010 гг. по космическим снимкам Landsat в комплексных пакетах ENVI-4.8 и ArcGIS-10.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для изучения границ и степени повреждения древостоев пожарами 2010 г. были проведены полевые работы во время вегетационного периода 2010 и 2011 гг. на территории Килемарского, Юринского, Кокшайского, Куярского, Моркинского и Волжского лесничеств Республики Марий Эл. Оценка гарей по степени повреждения растительности на местности проводилась по следующей шкале: слабая (I степень), умеренная (II–III) и сильная (IV–V) [16].

Эмпирические данные для оценки точности тематического картирования получались путем закладки тестовых полевых участков на исследуемой терри-

Таблица 1

Характеристика спутниковых снимков Landsat, используемых для создания бесшовной мозаики двух тематических карт 2001 и 2011 гг. на территорию Марий Эл

Спутник	Покрытие	Время съемки	Облачность
Landsat 7 ETM+	Path 172, Row 21	Август 2011	Отсутствует
	Path 172, Row 20	Июнь 2011	
	Path 171, Row 21		10%
Landsat 5 TM	Path 171, Row 20	Июль 2011	Отсутствует
	Path 174, Row 20	Август 2011	
Landsat 7 ETM+	Path 172, Row 21	Май 2001	Отсутствует
	Path 172, Row 20		
	Path 171, Row 20	Июнь 2001	10%
	Path 171, Row 21	Август 2001	
Path 174, Row 20			

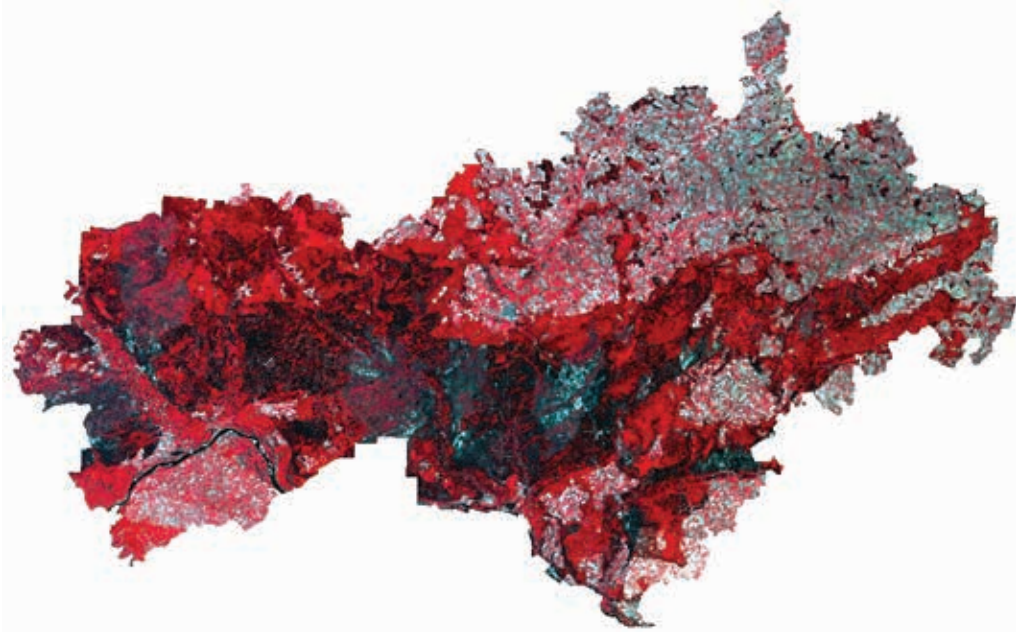


Рис. 1. Мозаика изображений спутника Landsat MSS 1973 и 1975 гг. на территорию Республики Марий Эл

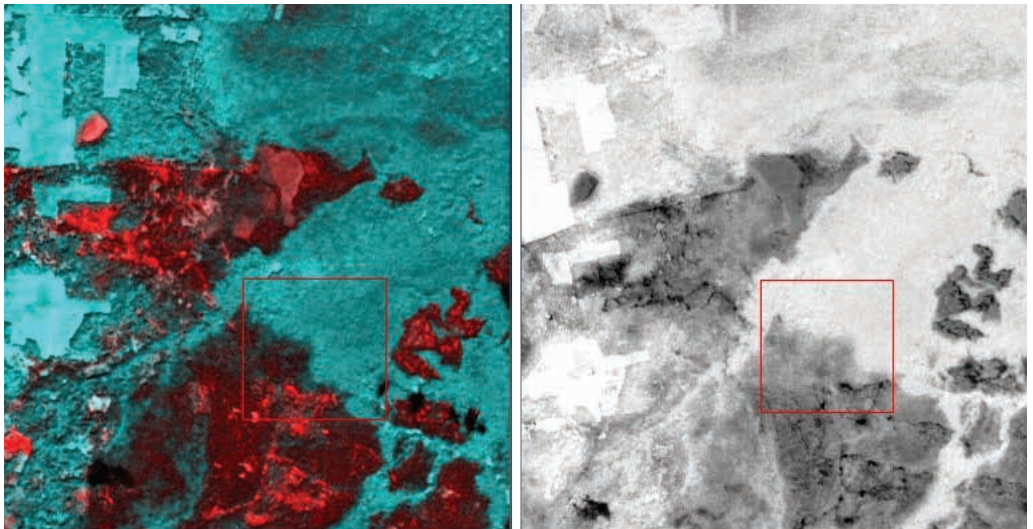


Рис. 2. Участки гарей 1972 г. на территории Юринского лесничества Республики Марий Эл: а) на снимке Landsat MSS в псевдоцветах (синтез красной и инфракрасной зон спектра); б) на карте NDVI, полученной на основе мозаики снимков Landsat MSS 1973–1975 гг.

тории. Кроме того, для этих целей использовались существующие картографические и лесоустроительные материалы. В качестве основного материала для тематического картирования изучаемой местности использовались одновременные мультиспектральные спутниковые снимки Landsat MSS, TM и EMS+ с пространственным разрешением 30 и 60 м, имеющие минимальный облачный покров и атмосферную дымку. Снимки прошли стандартный уровень 1G геометрической и радиометрической калибровки. Для формирования однородных изображений на территорию Республики Марий Эл для всех снимков Landsat также была проведена атмосферная коррекция в модуле FLAASH и линейное спектральное выравнивание изображений в программном комплексе ENVI-4.8. На основе мультиспектральных снимков Landsat (табл. 1), полученных за период с 2001 по 2011 г. (zone 38N, zone 39N_WGS84), были созданы две бесшовные мозаики на исследуемую территорию за 2001 и 2011 гг.

Бесшовная мозаика спутниковых снимков Landsat MSS 1973 и 1975 гг. на изучаемую территорию была создана для изучения пожаров прошлых лет (рис. 1).

Для этой цели нами был использован индекс NDVI (рис. 2) и архивные лесоустроительные материалы на изучаемую территорию, пороговые значения которого, характеризующие степень нарушенности древостоев лесными пожарами, были приняты как у других авторов [17, 18].

Для оценки лесных гарей в работе использовался нормализованный индекс гарей (*NBR* — Normalized Burn Ratio), который представляет собой разность спектральных отражений в ближнем и коротковолновом инфракрасных каналах, нормализованную на их сумму:

$$NBR = TM4 - TM7 / TM4 + TM7,$$

где *TM4* и *TM7* — спектральные значения двух каналов спутника Landsat в диапазоне (0,75–0,90 мкм) и (2,09–2,35 мкм) соответственно.

Предпосылкой для применения этого индекса при оценках гарей является сопоставление отражений от неповрежденной и пройденной огнем растительности. Ближний инфракрасный 4-й спектральный канал спутникового радиометрического сенсора чувствителен к структуре клеток растительности, в то время как 7-й канал восприимчив к влажности расте-

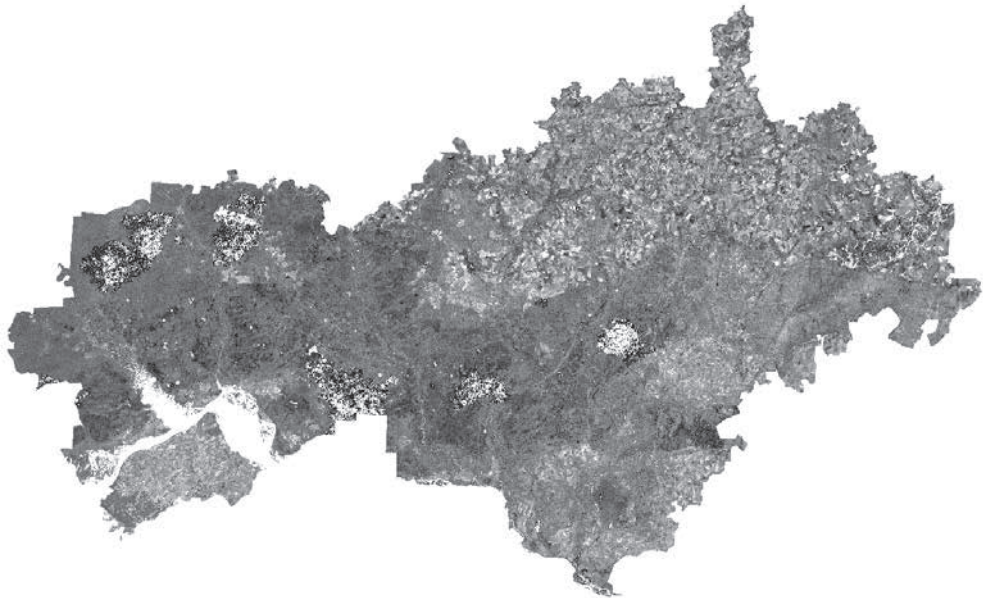


Рис. 3. Тематическое изображение территории Республики Марий Эл, полученное на основе разностного индекса ΔNBR

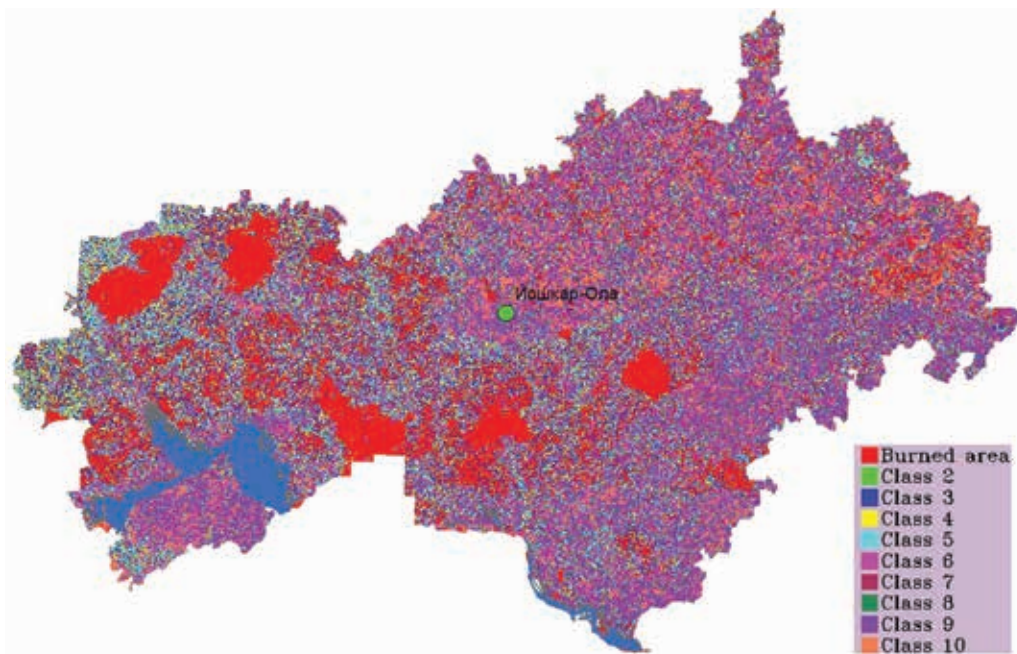


Рис. 4. Тематическая карта территории Республики Марий Эл для 10 классов наземного покрова, полученная методом классификации ISODATA

ний и имеет тенденцию к увеличению на открытых участках и гарях [19, 20]. Разница между этими двумя спектральными каналами показывает хорошие статистические оценки лесных пожаров площадью более чем 200 га [21, 22].

Для определения количественной оценки степени повреждения территории лесными пожарами применялся разностной индекс гарей ΔNBR , который вычислялся на основании разности индексов NBR, полученных на снимках Landsat ETM+ 2001 и 2011 гг. (до и после пожаров 2010 г.). Для полученных тематических карт на основе индекса гарей NBR были использованы мозаики 2001 и 2011 гг. мультиспектральных спутниковых снимков Landsat для территории Республики Марий Эл, на основе которых получена базовая тематическая карта разностного индекса гарей ΔNBR (рис. 3).

В дальнейшем для этого изображения в пакете ENVI-4.8, была проведена неуправляемая классификация методом ISODATA (Iterative Self-Organizing

Data Analysis Technique), что позволило определить точные контуры и степень повреждения древостоя пожарами. На рис. 4 показана тематическая карта Республики Марий Эл на 10 классов наземного покрова, полученная в результате классификации. На карте хорошо видны крупные очаги гарей 2010 г. (красным цветом).

Из полученного изображения тематической карты наземного покрова в модуле «Mask build» пакета ENVI-4.8 был выделен растровый слой «Гари 2010». Для этого растрового слоя также была применена неуправляемая классификация ISODATA, которая позволила скорректировать площади гарей в Республике Марий Эл. Сложность в определении участков гарей разной степени повреждения на снимках Landsat в связи со смещением пикселей смежных классов снижает точность проведенных работ и повышает неопределённость исследований. В связи с этим на полученном тематическом слое 5 классов гарей по степени повреждения огнем были

объединены в два основных (рис. 5):

- класс 1 — древостой I, II и III степени повреждения;
- класс 2 — древостой IV и V степени повреждения.

Растровый слой гарей первого и второго класса был конвертирован в векторный (shape) формат в программном комплексе ENVI-4.8. Дальнейшая работа по анализу площади гарей была проведена в пакете ArcGis-10.

Валидация вновь полученных тематических карт была выполнена с использованием официальных данных о горимости лесов за пожароопасный период 2010 г., данных полевых исследований гарей коллектива ЦУДМЛ (Центра устойчивого управления и дистанционного мониторинга лесов) и сравнительного анализа снимков Landsat и снимков высокого разрешения RapidEye, приобретенных у компании «Совзонд». Вновь полученные данные по лесным гарям сравнивались с международной базой данных

и пожарной информационной системой для управления природными ресурсами (The Fire Information for Resource Management System, FIRMS), разработанной в Университете штата Мэриленд и поддерживаемой Национальным агентством США по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA). Система позволяет получать оперативную информацию о местоположении пожаров (hotspots) как центров пикселей 1×1 км на основе автоматического регистрирования высокого отражения в тепловых каналах спектра солнечного излучения снимков с камеры MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). В работе для валидации использован слой участков FIRMS возгораний лесного покрова на территорию Республики Марий Эл за период с начала мая по конец сентября 2010 г. (рис. 6).

Пошаговая оценка точности классификации проводилась на основе расчета коэффициентов матрицы различий (Confusion Matrix) и коэффици-

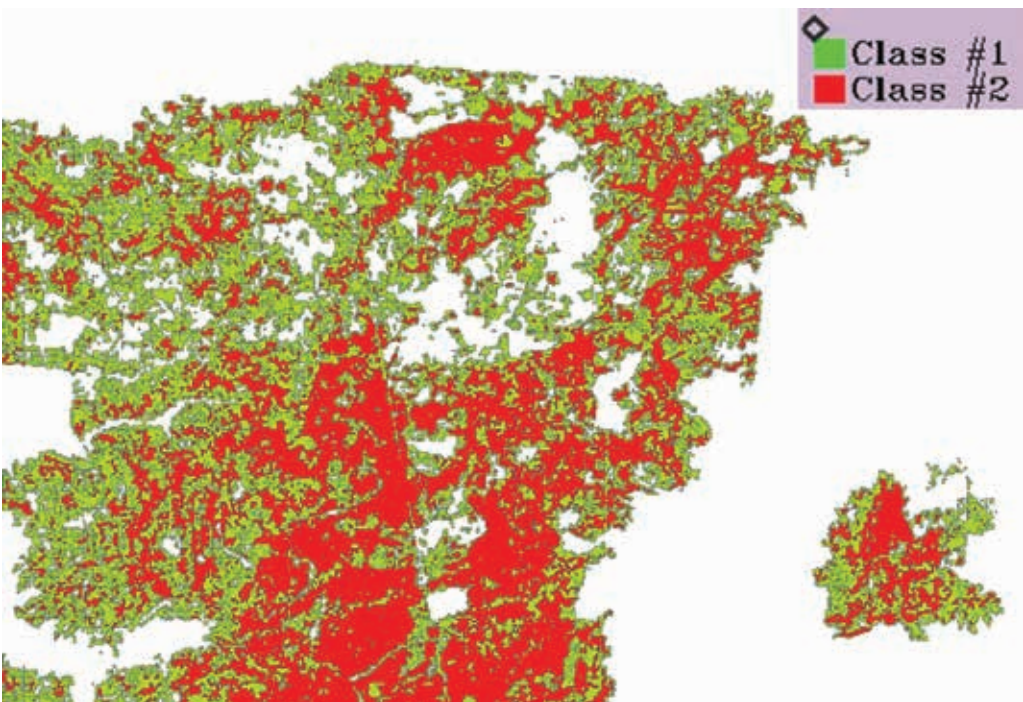


Рис. 5. Фрагмент тематического слоя «Гари 2010» территории Килемарского лесничества Республики Марий Эл с двумя обобщенными классами гарей (белый цвет — ненарушенный лесной покров)

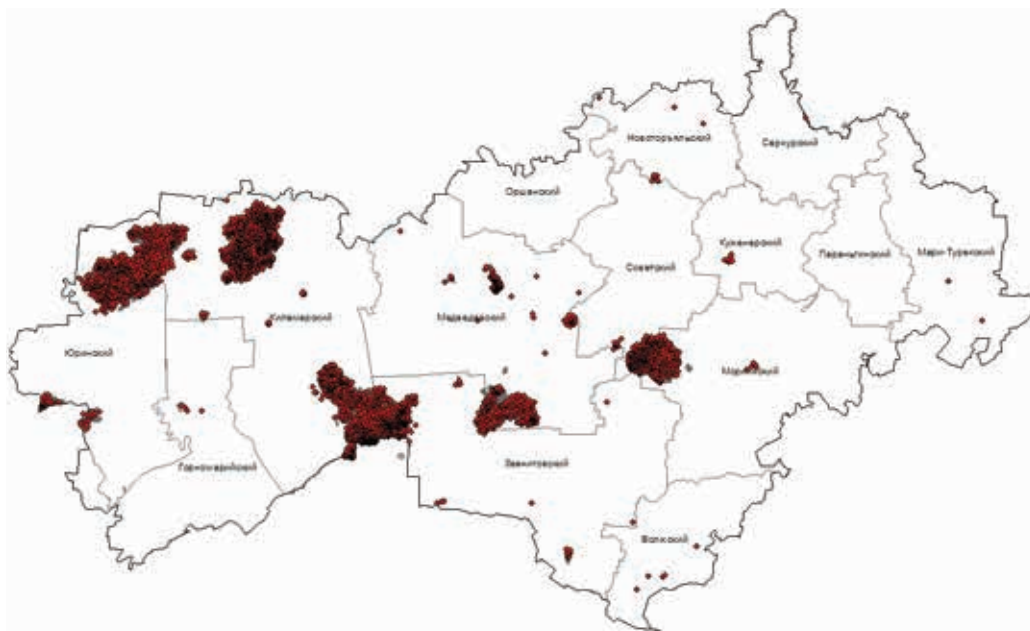


Рис. 6. Векторный слой участков возгораний (hotspots) по данным FIRMS 2010 г. на территорию Республики Марий Эл

ента Каппа (Kappa Index) [23], которые наиболее часто используются в современной научной литературе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

После проведения всех работ в комплексных пакетах ENVI-4.8 и ArcGis-10 была получена тематическая карта распределения лесных гарей 1972 и 2010 гг. и рассчитаны их площади для территории Республики Марий Эл (рис. 7, 8).

По нашим оценкам, общая площадь лесных гарей 1972 г. составила 212,3 тыс. га, что на 12% выше официальных данных (180 тыс. га) [24].

В 2010 г. площадь гарей по данным, полученным на основе снимков Landsat, составила 100,2 тыс. га, что на 28% выше данных (72,8 тыс. га) министерства лесного хозяйства Республики Марий Эл [25]. При этом по степени повреждения лесных насаждений пожарами эти площади распределялись следующим образом: I класс — 57,4 тыс. га и II класс — 42,8 тыс. га. Площади, повторно прой-

денные огнем в 2010 г., составили 34 228,1 га.

Точность проведенной оценки площадей лесных гарей за 1972 и 2010 гг. и полученных тематических карт подтверждается высоким значением коэффициента Каппа (0,9).

Кроме того, как видно из рис. 9, распределение точек распространения огня (темные пятна, hotspots) практически полностью совпадает с вновь полученными контурами гарей за 2010 г.

Анализ распределения гарей по исследуемой территории Республики Марий Эл показал, что основная часть площади лесных пожаров за 1972 и 2010 гг. пришлась на хвойные насаждения республики. Аналогичная ситуация повторилась в пожароопасный сезон 2010 г.

Как видно из рис. 10, в 2010 г. повторно (после пожаров 1972 г.) выгорели сосновые насаждения в центральной и северо-западной части Республики Марий Эл. В 2010 г. в значительной степени также пострадали сосновые лесные культуры, созданные в республике после пожаров 1972 г.

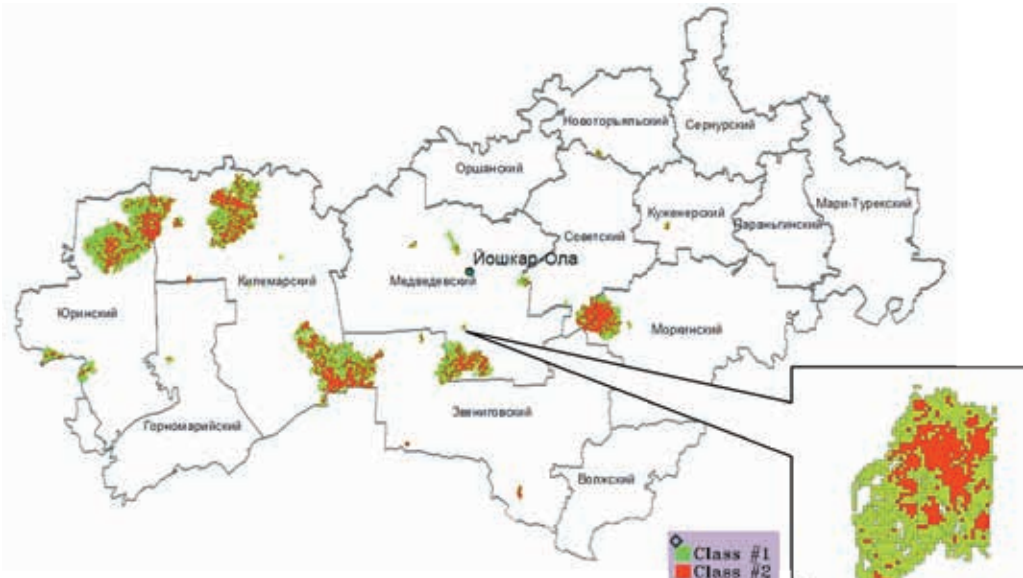


Рис. 7. Распределение основных площадей лесных гарей в Республике Марий Эл по двум классам в зависимости от степени повреждения

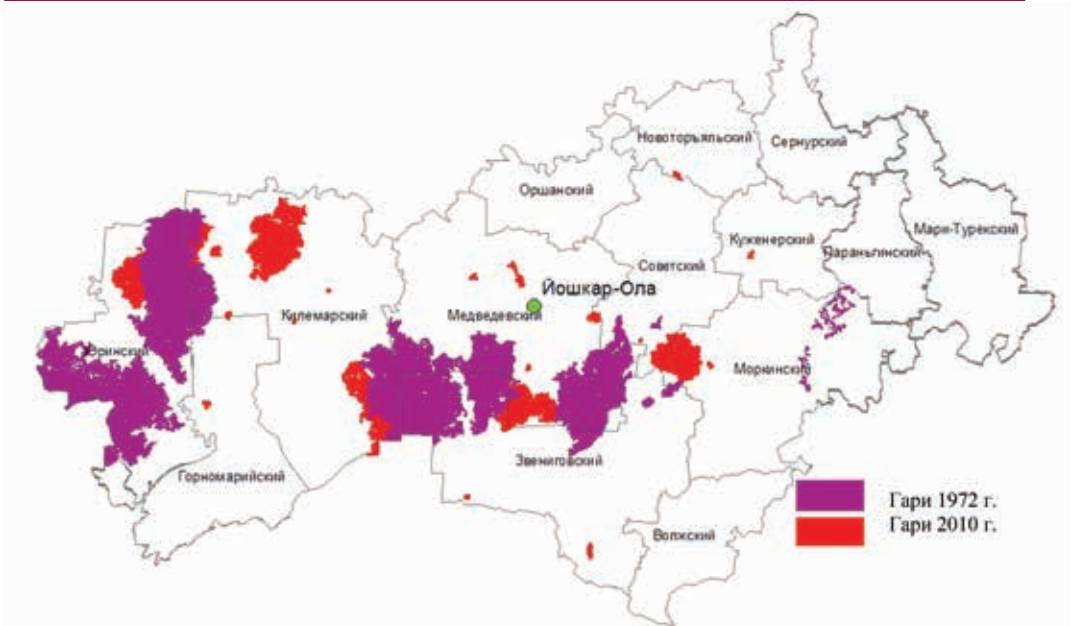


Рис. 8. Площади лесных гарей 1972 и 2010 гг. на территории Республики Марий Эл

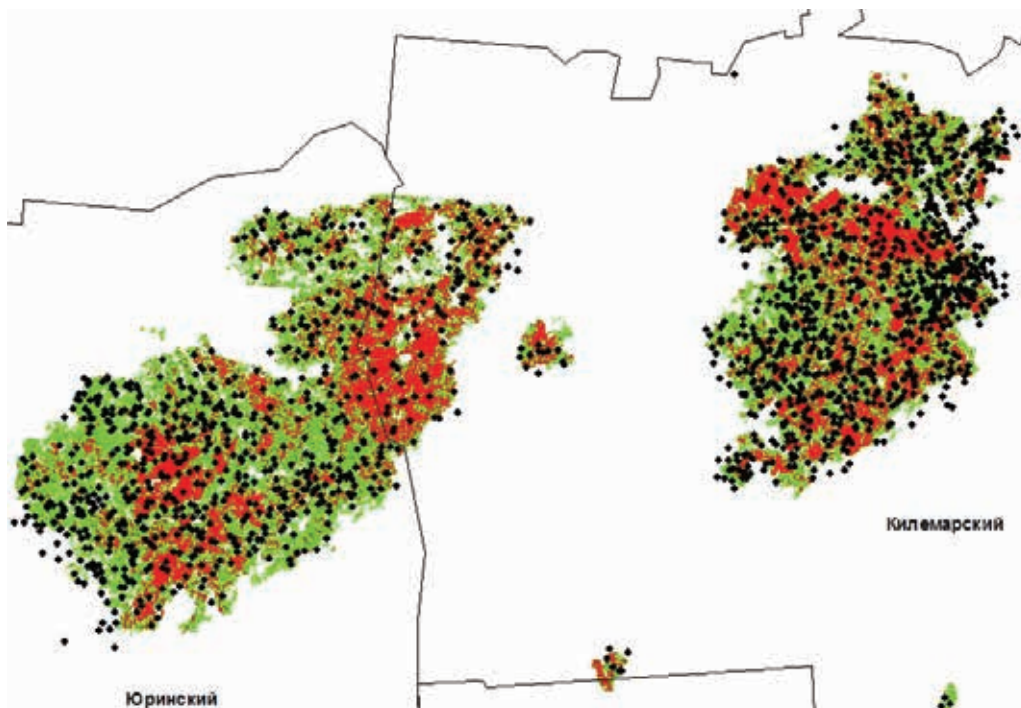


Рис. 9. Распределение hotspots (точки распространения огня — темным цветом) на территории лесных гарей Килемарского лесничества Республики Марий Эл. Белый фон на рисунке представляет собой неповрежденные огнем участки лесного фонда

Выводы

Оценка точности полученных данных площадей гарей на основе полевых исследований и независимых источников свидетельствует о высокой их достоверности и верности выбора примененных индексов. Тематическое картирование, генерализация и векторизация полигонов гарей за 1972 и 2010 гг. на спутниковых снимках проводились автоматически в ГИС-среде на основе нормализованного вегетационного индекса NDVI и разностного индекса гарей ΔNBR , что позволило исключить субъективность при оценке полученных результатов. Исследования показали высокую важность данных спектрометра среднего разрешения Landsat и современных программных геоинформационных комплексов ENVI-4.8 и ArcGIS-10 для проведения

дистанционного мониторинга нарушенности земель лесного фонда пожарами.

Общая площадь лесных гарей на территории Марий Эл по данным исследований составила 212,3 тыс. га в 1972 г. и 100,2 тыс. га в 2010 г. Совмещение тематических карт гарей 1972 и 2010 гг. показало, что лесные пожары 2010 г. в значительной степени затронули те же лесные территории Республики Марий Эл, которые пострадали от пожаров в 1972 г.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы соглашение № 14.В37.21.1245 Министерства образования и науки Российской Федерации «Дистанционный мониторинг и прогнозирование состояния лесных насаждений по спутниковым снимкам» и тематического плана Министерства образования и науки РФ.

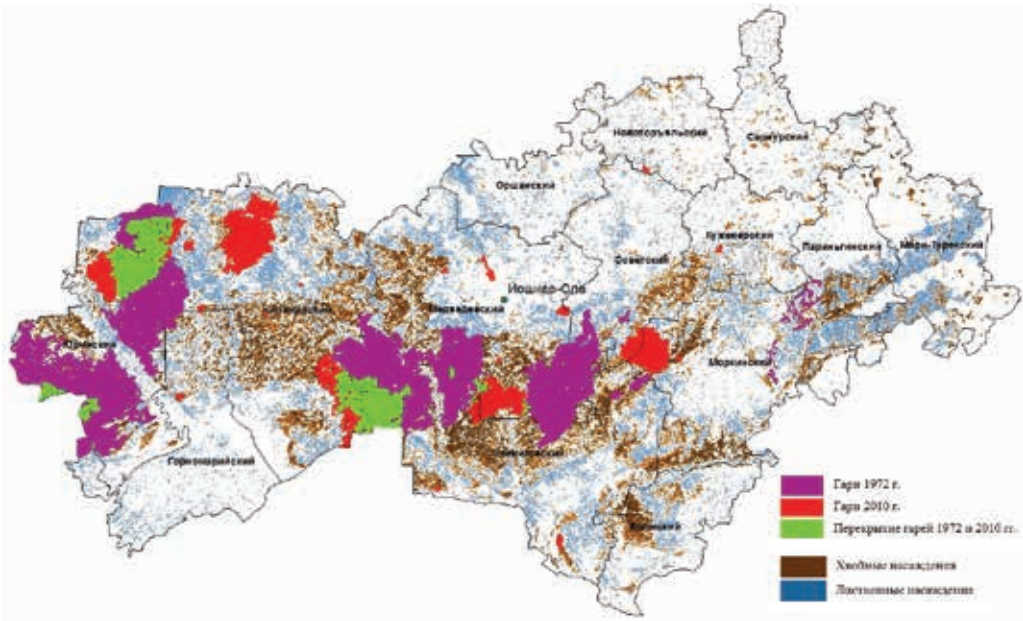


Рис. 10. Распределение пожаров 1972 и 2010 гг. на тематической карте по двум основным классам растительного покрова Республики Марий Эл

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Швиденко А.З. Влияние природных пожаров в России 1998-2010 гг. на экосистемы и глобальный углеродный бюджет /А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, Е.А. Ваганов, А.И. Сухинин, Ш.Ш. Максюттов, И. МакКаллум, И.П. Лакида // География. – 2011. – № 4(441).– С. 544–548.
2. Курбанов Э.А. Дистанционный мониторинг динамики нарушений лесного покрова, лесовозобновления и лесовосстановления в Марийском Заволжье / Э.А. Курбанов, Т.В. Нуреева, О.Н. Воробьев, А.В. Губаев, С.А. Ложнин, Т.Ф. Мифтахов, С.А. Незамаев, Ю.А. Полевицкова // Вестник МарГТУ. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет. – 2011. – № 3.– С. 17–24.
3. Барталев С.А. Оценка площади пожаров на основе комплексирования спутниковых данных различного пространственного разрешения MODIS и Landsat-TM/ETM+/ С.А. Барталев, В.А. Егоров, В.Ю. Ефремов, Е.А. Лупян, Ф.В. Стыценок, Е.В. Флитман // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – № 2. – Т. 9. – С. 343–351.
4. Hall R.J. Modelling forest stand structure attributes using Landsat ETM+ data: application to mapping of aboveground biomass and stand volume/ R.J. Hall, R.S. Skakun, E.J. Arsenault, B.S. Case // Forest Ecology and Management. – 2006. – № 225. – P. 378–390.
5. Krankina O.N. Carbon stores, sinks, and sources in forests of northwestern Russia: can we reconcile forest inventories with remote sensing results?/ O.N. Krankina, M.E. Harmon, W.B. Cohen, D.R. Oetter, O.Zyrina, M.V.Duane// Climatic change. – 2004. – № 67. – P. 257–272.
6. Курбанов Э.А. Оценка зарастания земель запаса Республики Марий Эл лесной растительностью по спутниковым снимкам / Э.А. Курбанов, О.Н. Воробьев, А.В. Губаев, С.А. Ложнин, С.А. Незамаев, Т.А. Александрова // Вестник МарГТУ. – Йошкар-Ола: МарГТУ. – 2010. – № 2(9). – С. 14–20.
7. Escuin, S. Fire severity assessment by using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference

- Vegetation Index) derived from LANDSAT TM/ETM images/ S. Escuin, R. Navarro, P. Fernandez // *International Journal of Remote Sensing*. – 2008. – № 29.– pp. 1053–1073.
8. Hudak, A.T. The relationship of multispectral satellite imagery to immediate fire effects/ A.T. Hudak, P. Morgan, B.M.J Smith, S.A. Lewis, L.B. Lentile, P.R. Robichaud, J.T. Clark, R.A. McKinley // *Journal of Fire Ecology*. – 2007. – № 3.– pp. 64–90.
 9. Jose, R.R.L. Using MODIS-NDVI for the Modeling of Post-Wildfire Vegetation Response as a Function of Environmental Conditions and Pre-Fire Restoration Treatments / R.R.L. Jose, W.J.D. van Leeuwen, G.M. Casady// *Remote sensing*. – 2012. – № 4.– pp. 598–621.
 10. van Leeuwen, W.J.D. Monitoring the effects of forest restoration treatments on post-fire vegetation recovery with MODIS multitemporal data/ W.J.D. van Leeuwen // *Sensors*. – 2008. – № 8.– pp. 2017–2042.
 11. Chuvieco, E. Assessment of different spectral indices in the red-near-infrared spectral domain for burned land discrimination / E. Chuvieco, M.P. Martin, A. Palacios // *International Journal of Remote Sensing*. – 2002. – № 23.– pp. 5103–5110.
 12. Key, C.H. Remote Sensing Measure of Severity: The Normalized Burn Ratio / C.H. Key, N.C. Benson // *FIREMON Landscape Assessment (LA) V4 Sampling and Analysis Methods*. – 2004. – pp. LA1–16.
 13. Howard, S.M. An evaluation of Gap-Filled Landsat SLC-Off imagery for wildland fire burn severity mapping / S.M. Howard, M.L. Lacasse // *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. – 2004. – № 70. – pp. 877–879.
 14. Rollins, M.G. LANDFIRE: a nationally consistent vegetation, wildland fire, and fuel assessment/ M.G. Rollins// *International Journal of Wildland Fire*. – 2009. – № 18.– pp. 235–249.
 15. Мелехов И.С. Влияние пожаров на лес / И.С. Мелехов Т.—М.—Л.: Гослестехиздат, 1948. – 126 с.
 16. Методика оценки последствий лесных пожаров. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС (Книга 2). – М.: МЧС России, 1994 г. – 11 с.
 17. Martin, M.P. Mapping and evaluation of burned land from multitemporal analysis of AVHRR NDVI images / M.P. Martin, E. Chuvieco // *Advanced in Remote Sensing*. – 1995. – № 3(4). – pp. 7–13.
 18. Leon, J.R.R. Using MODIS-NDVI for the modeling of post-wildfire vegetation response as a function of environmental conditions and pre-fire restoration treatments / J.R.R. Leon, J.D.V.L Willem, G.M. Casady // *Remote Sensing*. – 2012. – № 4. – pp. 598–621.
 19. Key, C.H. Ecological and sampling constraints on defining landscape fire severity / C.H. Key // *Fire Ecology*. – 2006. – № 2. – pp. 34-59.
 20. Cansler, C.A. How Robust Are Burn Severity Indices When Applied in a New Region? Evaluation of Alternate Field-Based and Remote-Sensing Methods /C.A. Cansler, D. McKenzie // *Remote sensing*. – 2012. – № 4. – pp. 465–483.
 21. Cocke, A.E. Comparison of burn severity assessments using differenced normalized burn ratio and ground data/ A.E. Cocke, P.Z. Fule, J.E. Crouse// *International Journal of Wildland Fire*. – 2005. – № 14. –189–98 с.
 22. Loboda, T. Regionally adaptable dNBR-based algorithm for burned area mapping from MODIS data / T. Loboda, K.J. O'Neal, I. Csiszar// *Remote Sensing of the Environment*. – 2007. – № 109(4).– pp. 429–442.
 23. Губаев А.В. Классификация наземного покрова Среднего Поволжья по спутниковым снимкам среднего разрешения / А. В. Губаев, Э. А. Курбанов, О. Н. Воробьев, С. А. Лежнин, Ю.А. Полевщикова // *Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг: материалы международного научно-практического семинара [Электронный ресурс]. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. – С. 7–19. URL: <http://csfm.marstu.net/publications.html>*
 24. Проблемы ликвидации последствий лесных пожаров 1972 г. в Марийской АССР. сборник докладов и выступлений на выездном заседании секции лесного хозяйства и лесной промышленности научно-технического совета МВ и ССО СССР, проходившем в Йошкар-Оле с 16 по 21 сентября 1974 г. — Йошкар-Ола. Марийское книжное издательство, – 1976. – 143 с.
 25. Республиканская целевая программа «Лесовосстановление гарей 2010 года на 2011-2016 годы». Утверждена постановлением Правительства Республики Марий Эл от 18 марта 2011 г. № 80. – 11 с.

Региональный центр космических услуг Хабаровского края*

Космическая деятельность занимает сегодня ключевое место не только в геополитике современных стран, определяя их статус в области высоких технологий, но и в сфере социально-экономического развития. Подобная тенденция в перераспределении приоритетов не случайна. Космонавтика не может ограничиваться лишь созданием техники для исследования и освоения космоса — цивилизационное развитие общества диктует необходимость комплексного использования результатов космической деятельности. В связи с этим возникла необходимость стремительного развития области прикладного применения космических технологий во многих отраслях экономики, в решении управленческих задач и в повседневной жизни.

Идея использовать накопленный космический потенциал для нужд населения в нашей стране не нова, она появилась еще в Советском Союзе, когда на освоение космического пространства тратились колоссальные средства. Но вплотную к ее реализации подошли лишь в последние годы, когда вопрос экономической целесообразности стал одним из приоритетных.

В Российской Федерации в области использования результатов космической деятельности накоплен огромный технологический и управленческий опыт, аккумулированы одни из наиболее значимых научных и практических знаний.

Научно-производственная корпорация (НПК) «РЕКОД» занимает одну из лидирующих позиций среди компаний, продвигающих космические и геоинформационные продукты и услуги на российский

рынок. Она объединяет разрозненные космические технологии в комплексные продукты, готовые к использованию в интересах органов исполнительной власти, бизнеса, населения и других конечных пользователей.

В апреле 2012 г. НПК «РЕКОД» в интересах Хабаровского края создала Региональный центр космических услуг (РЦКУ) на основе базовой геоинформационной платформы «РЕКОД», которая стала ярким примером интеграционных возможностей космических технологий.

Основная цель проекта заключалась в создании РЦКУ как элемента ситуационного центра губернатора Хабаровского края, реализующего комплексное информационно-навигационное обеспечение и информационно-аналитические услуги конечным пользователям (рис. 1).

РЦКУ позволил создать на основе результатов космической деятельности удобный и доступный инструмент мониторинга текущей обстановки в Хабаровском крае по основным отраслям социально-экономического развития и поддержки принятия управленческих решений органов государственной власти.

Во взаимосвязи с другими информационными системами Хабаровского края РЦКУ способствовал решению многих задач органов государственной власти и местного самоуправления, включая:

- создание инструмента принятия обоснованных управленческих решений на основе анализа оперативной и объективной информации космического мониторинга и других источников;

* Статья подготовлена ОАО «НПК «РЕКОД» по результатам выполненного проекта — победителя конкурса «Лучшие проекты в области ГИС-технологий и ДЗЗ» в номинации «Лучшее интеграционное решение с применением геопространственных данных» в рамках VI Международной конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий».



Рис. 1. Структура РЦКУ как базового элемента ситуационного центра губернатора

- повышение оперативности обмена геопространственными данными между зарегистрированными в РЦКУ Хабаровского края пользователями ведомств и правительством Хабаровского края. К примеру, на базе программных решений НПК «РЕКОД» реализована интеграция с публичными данными портала Росреестра (рис. 2);
 - обеспечение оперативной работы по заказу, сбору, хранению и отображению материалов космического мониторинга по территории и отдельным объектам Хабаровского края;
 - реализацию возможности мониторинга земельных ресурсов, управление транспортом, выполнение условий лицензионных соглашений на добычу минерально-сырьевых ресурсов, систем природопользования, обнаружения несанкционированного размещения бытовых отходов, выбора инвестиционных площадок. Реализована возможность сбора и отображения данных по происшествиям и событиям в регионе на геопортале РЦКУ Хабаровского края (рис. 3);
 - создание интерактивного интерфейса для оперативного заказа космической съемки территории и объектов у взаимодействующих операторов систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
 - отображение средствами геопортала готовых геопространственных наборов данных по различным районам краевой инфраструктуры;
 - обеспечение быстрого поиска и заказа архивных материалов космической съемки, хранящейся в архиве космической и атрибутивной информации;
 - обеспечение информационного взаимодействия с компонентами электронного правительства и другими информационными системами края.
- Решение подобных задач было бы невозможным без системно-технического ядра РЦКУ Хабаровского края, которое составляют функционально и организационно связанные между собой комплексы аппаратно-программных и технических средств, обеспечивающие функционирование РЦКУ в целом. Указанные комплексы в совокупно-

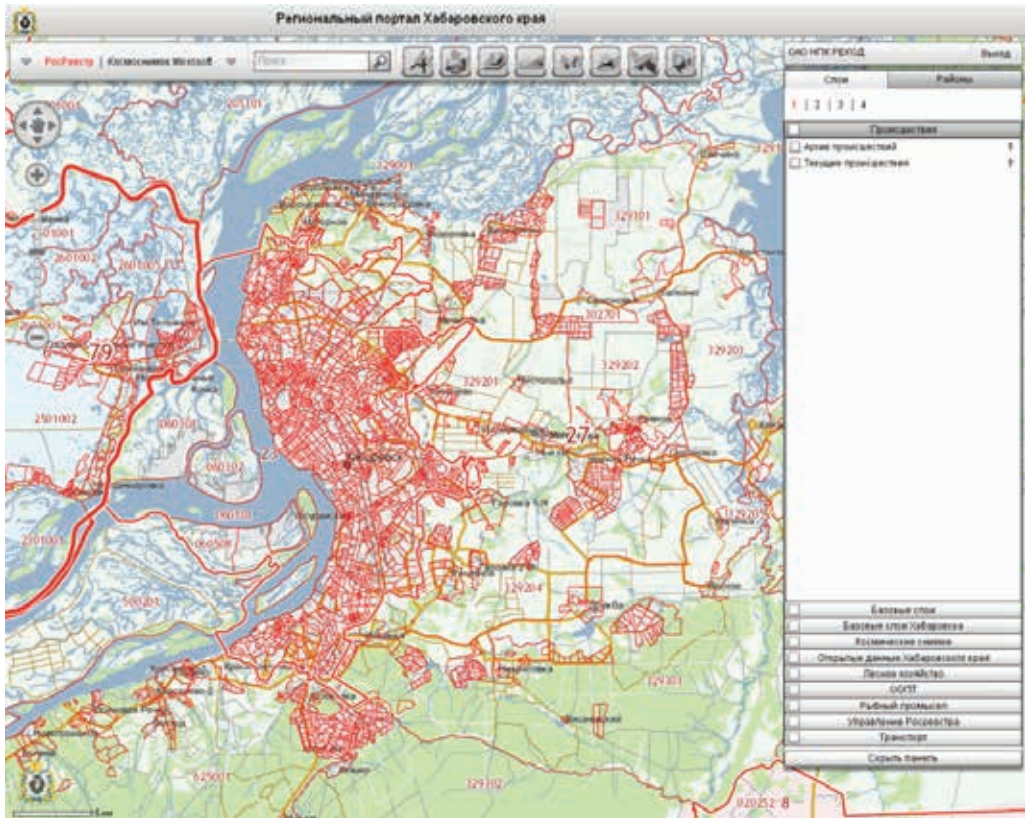


Рис. 2. Геоортал Хабаровского края, созданный на основе базовой геоинформационной платформы «РЕКОД», интегрированный с публичными данными портала Росреестра

сти образуют базовую геоинформационную платформу «РЕКОД» (базовая ГИС-платформа «РЕКОД»; рис. 4) и программно-технический комплекс РЦКУ Хабаровского края.

Базовая ГИС-платформа «РЕКОД» состоит из семи программных компонентов, которые работают как независимо друг от друга, так и совместно. В состав базовой ГИС-платформы «РЕКОД» входит комплекс специального программного обеспечения, созданный по принципу взаимодополняемости и взаимоинтегрируемости, что позволяет подобрать оптимальный набор программного обеспечения для решения широкого спектра задач в соответствии с запросами заказчика.

Так, например, на основе системного программного обеспечения «РЕКОД — Модель» создана 3D-модель города Хабаровска (рис. 5). Данная модель может работать в качестве инвестиционной платформы, использоваться оперативными службами МЧС при реагировании на чрезвычайные ситуации, применяться в проведении виртуальных экскурсий с описанием архитектуры, рельефа местности и достопримечательностей.

Внедрение новейших информационно-навигационных технологий было реализовано с учетом особенностей уникального географического расположения региона. Хабаровский край входит в состав Дальневосточного федерального округа и занимает

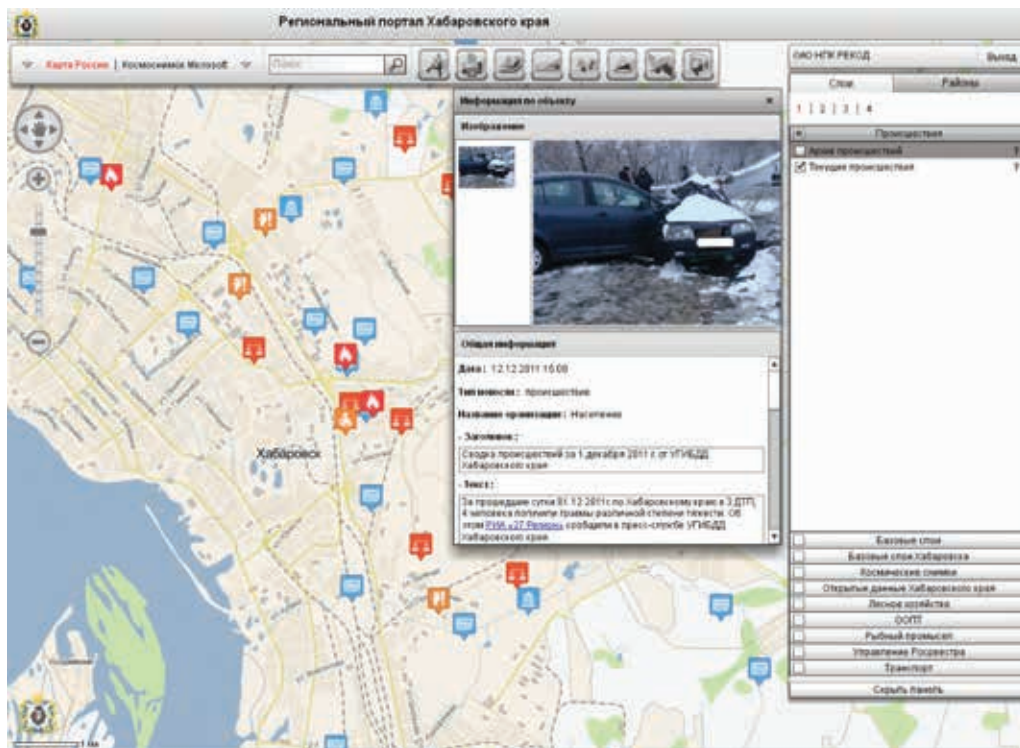


Рис. 3. Пример отображения на геопортале информации о происшествиях

четвертое место по площади (788 600 км²) среди субъектов Российской Федерации. Помимо основной, континентальной части, в состав края входят несколько островов, общая протяженность береговой линии которых составляет около 890 км.

Сегодня одним из базовых методов улучшения социально-экономических показателей всех регионов является продуктивное использование современных технологий, значимая доля которых принадлежит космическим и геоинформационным технологиям.

В переводе с латыни слово «интеграция» означает «нечтвенный». Субъекты Российской Федерации должны функционировать в едином нечтвенном пространстве и взаимодействии друг с другом, только тогда они будут приносить значимые результаты для экономики нашей страны и

укреплять ее авторитет на международном уровне.

Активная работа ОАО «НПК «РЕКОД» по интеграции Центров космических услуг в единую национальную инфраструктуру — основная, приоритетная задача корпорации. Это позволит на качественном уровне решать региональные и муниципальные задачи, используя результаты космической деятельности. На базе краевого РЦКУ вскоре планируется открытие Инновационно-образовательного центра космических услуг Хабаровского края, который позволит внедрить результаты космической деятельности в образовательный процесс, обеспечить преподавание на современном уровне и способствовать подготовке профессиональных кадров для управленческого аппарата на региональном и муниципальном уровнях.



Рис. 4. Отечественная базовая геоинформационная платформа «РЕКОД» — основа единого информационно-навигационного пространства регионов



Рис. 5. Пример отображения 3D-модели города Хабаровска

М.В. Соловьева (администрация г. Липецка)

В 1988 г. окончила Липецкий политехнический институт по специальности «инженер-строитель».
В настоящее время — начальник управления экологии администрации города Липецка.

М.А. Ромаментьева (администрация г. Липецка)

В 2003 г. окончила Липецкий государственный педагогический университет по специальности «химия и биология». В настоящее время — главный специалист сектора экологической безопасности управления экологии администрации города Липецка.

О.В. Морозова (администрация г. Липецка)

В 2003 г. окончила Липецкий государственный педагогический университет по специальности «химия и биология». В настоящее время — консультант-начальник сектора экологической безопасности управления экологии администрации города Липецка.

Использование ГИС-технологий в создании базы данных по состоянию городских почв

Почва наряду с воздухом и водой является средой естественного обитания человека, с которой он непосредственно связан в течение всей жизни.

Особое место среди проявлений антропогенного воздействия на почвы мегаполисов принадлежит загрязнению городской территории тяжелыми металлами.

Основными источниками тяжелых металлов в условиях города являются: транспортно-дорожный комплекс, промышленные предприятия, неуполученные промышленные и коммунально-бытовые отходы. Важное значение в последние десятилетия приобрели типично городские проблемы: выгул животных и переуплотнение почв.

В этой связи постоянное наблюдение за содержанием промышленных токсикантов в почвах и тенденцией их накопления является наиболее актуальным. На его основе принимаются решения о возможности размещения тех или иных промышленных или культурно-массовых объектов, возможное изменение стоимости земельных лотов и размещенных на них объектов.

С 2004 г. в г. Липецке организована система обследования состояния почв. Обследованы территории социальнозначимых объектов, районы жилой застройки, почвы рекреационных зон г. Липецка, особо охраняемые природные территории местного значения, набережная реки Воронеж; санитарно-защитная зона полигона ТБО «Венера»; территории, предназначенные под реконструкцию и новое жилищное строительство, а также участки перспективного строительства.

Для эколого-геохимической оценки состояния почв и грунтов рассматриваемой территории в отобранных пробах проводят определение содержания тяжелых металлов, мышьяка, 3,4-бенз(а)пирена, нефтепродуктов, щелочных и щелочно-земельных металлов, санитарных и агрохимических показателей, величины pH (рис. 1).

Основные локальные места загрязнения почвы выявлены по тяжелым металлам и нефтепродуктам, что является результатом мощной и постоянно развивающейся транспортной сети и промышленной инфраструктуры города. По представленным

Имя точки	Широта точки	Долгота точки	Улицы/дома	Координаты Y	Высота	Глубина точки	Высота точки	Адрес точки	Описание местополож.
Район_72_Пискарьев_21	52 26 12	39 31 23						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Ильин	
Район_72_Пискарьев_22	52 26 54	39 31 41,8						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_1	52 26 29,3	39 31 57,3						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_2	52 26 25,1	39 30 54						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_3	52 26 17,8	39 30 54,7						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_4	52 26 23,8	39 32 1,3						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_5	52 26 24,8	39 32 4,5						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_6	52 26 24,8	39 32 4,5						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_7	52 26 21	39 31 48,8						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_8	52 26 23 7	39 31 52						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_9	52 26 25,3	39 31 46,8						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_10	52 26 22,8	39 31 42,8						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_11	52 26 25,4	39 31 46,8						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_12	52 26 29,2	39 31 30,8						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	
Район_72_Пискарьев_13	52 26 29,2	39 31 57,7						Участок, образованный участком 60 кв. СССР, ул.Славян	

Тип обследования	Получено	Значение показателя	Дата проведения работ/дата окончания обследования
Район_72_Пискарьев_13_Св		0,1	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Фв		43,8	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Нв		32,5	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Фв		383	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Св		3,2	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Нв		247	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Св		19,1	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Фв		49,9	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Св		18,1	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Св		0,1	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Фв		2,2	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Нв		0,2	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Нв		50	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Св		1	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Фв		33,9	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Св		1	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Нв		2,34	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Нв		1,5	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Нв		3,22	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Фв		7,12	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Фв		101	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Св		4,76	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Св		8	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Св		68,38	01.09.2011 12:00:00
Район_72_Пискарьев_13_Св		6	01.09.2011 12:00:00

Рис. 1. База данных по обследованию почв г. Липецка

результатам к основным загрязнителям почв авто-трасс из тяжелых металлов относятся цинк (валовые и подвижные формы), медь, свинец, в меньшей мере марганец. Из органических загрязнителей четкая зависимость концентраций соединений от близости к автомагистралям прослеживается для нефтепродуктов. В связи с этим возрастает актуальность проведения обследования городских почв, определения причин и источников негативного воздействия на окружающую среду, изучения динамики изменения состояния почв, разработки и реализации мер по ликвидации всех видов загрязнений почв, способствующих улучшению экологической ситуации в целом по городу. Кроме того, необходимо повторное обследование социальнозначимых участков для мониторинга из-за вероятности негативного воздействия на организм человека.

В 2006 г. создана электронная карта состояния почв г. Липецка, на которую нанесены все результа-

ты обследований (рис. 2). Электронная карта состояния почв ведется в формате ГИС «Панорама» и предназначена для автоматизации процессов обработки данных, прогнозного и пространственного анализа результатов полевых обследований. К электронной карте состояния почв специалистами КБ «Панорама» разработано программное информационно-аналитическое приложение «Мониторинг и аналитика», реализованное по модульному типу на основе технологии клиент-сервер. В качестве сервера используется СУБД Microsoft SQL Server 2005, обеспечивающая накопление сведений о результатах полевых обследований местности.

Данное приложение позволяет вести корректировку слоев электронной карты обследования почв г. Липецка с обозначением границ обследованных участков и поддержкой установленных систем классификации объектов и характеристик электронной карты города, статистический анализ данных на

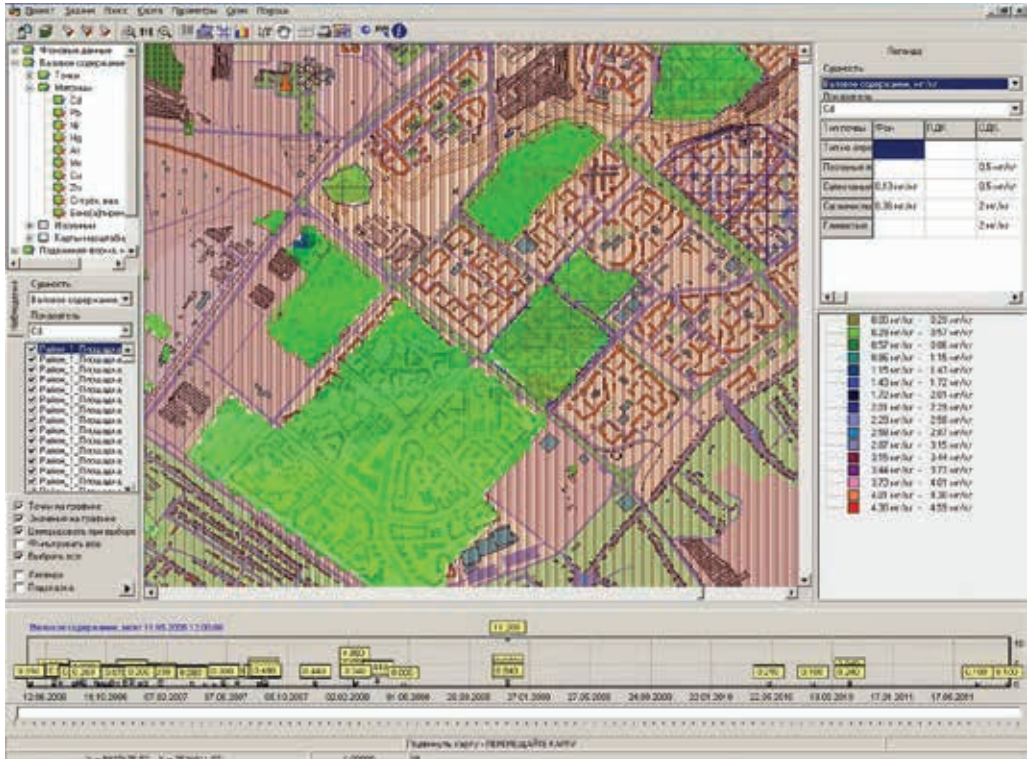


Рис. 2. Электронная карта состояния почв г. Липецка

основе введенных показателей, производить автоматический расчет суммарного показателя загрязнения почв и рассчитывать прогнозный уровень загрязнения почв выбранного участка.

Технология ведения электронной карты состояния почв включает этапы полевых обследований и их камеральной обработки. На полевом этапе специалист-эколог выезжает на местность с комплектом измерительной аппаратуры, обеспечивающей отбор проб грунта с фиксацией местоположения. Полученные пробы передаются в лабораторию для анализа. По результатам лабораторного исследования формируется таблица показателей точек отбора проб с координатной привязкой.

В настоящее время данные по городской территории зафиксированы в географических координатах, максимально приближенных к городской системе

координат, что позволяет точнее определить по карте местонахождение загрязненного участка. Для автоматизированной загрузки данных в модуль ведения базы предусмотрена специальная функция «Импорт данных из файла Excel».

Основной модуль программы «Мониторинг и аналитика» предназначен для построения и анализа скомпонованных проектов данных экологического мониторинга. Проект данных содержит топографическую основу, сведения об измерениях показателей мониторинга, схему расположения точек отбора проб, матрицы загрязнителей и ПДК.

С использованием приложения возможно построение прогнозной карты состояния почв города по любому из определяемых ингредиентов, значению суммарного показателя загрязнения почв по каждой из обследованных площадок и в целом по городу;

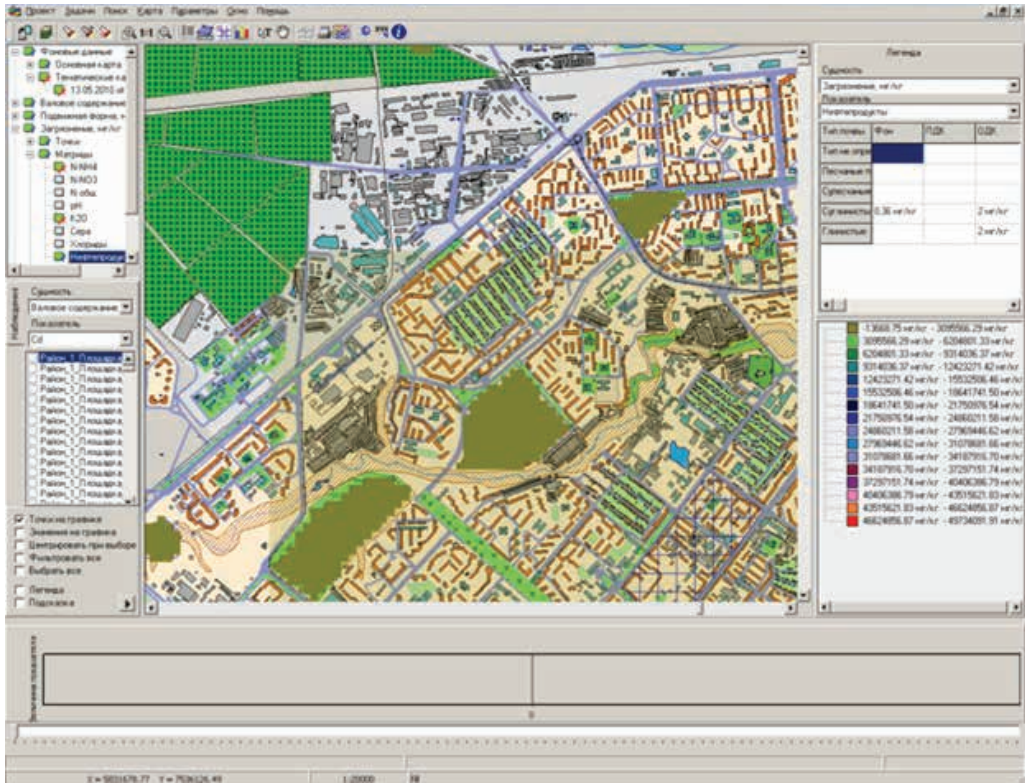


Рис. 3. Моделирование с помощью карты состояния почв

включен автоматический расчет суммарного показателя загрязнения почв на произвольно выбранном участке (рис. 3). При разработке приложения закладывалась возможность слежения за изменениями содержания обследуемых ингредиентов в выбранном интервале времени.

Вся информация визуализируется в виде графиков, диаграмм, матриц и карт изолиний по выбранному показателю, выделенному участку, включая мультипликацию векторных карт, карт матриц, изолиний, синхронизированных с базой данных состояния почв.

В настоящий момент к приложению подключена задача «GPS-монитор», обеспечивающая обработку сообщений в формате NMEA 0183 от ГЛОНАСС/GPS-устройств, подключенных к компьютеру, что позволяет осуществлять привязку обследованных

участков к географическим координатам.

Поскольку информационные технологии служат прежде всего цели экономии ресурсов путем поиска и последующего использования информации для повышения эффективности человеческой деятельности, цель разработки программы – концентрация накопленных исследований, пополнение имеющейся базы данных и как следствие — грамотное и эффективное использование средств, выделяемых на охрану окружающей среды.

Благодаря информационным системам контроль за состоянием окружающей среды становится более эффективным, поскольку постоянное наблюдение позволяет вносить в него поправки соответственно фактическим условиям экологической и социально-экономической обстановки.

А.В. Марков (ВКА им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург)

В 1991 г. окончил Военный инженерно-космический институт им. А.Ф. Можайского по специальности «оптико-электронные средства». В настоящее время — начальник управления Военно-космической академии (ВКА) им. А.Ф. Можайского. Кандидат технических наук.

О.В. Григорьева (ВКА им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург)

В 2004 г. окончила Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения по специальности «инженерная защита окружающей среды». В настоящее время — старший научный сотрудник ВКА им. А.Ф. Можайского. Кандидат технических наук.

О.В. Бровкина (ВКА им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург)

В 2003 г. окончила Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения по специальности «автоматизированные системы управления». В настоящее время — старший научный сотрудник ВКА им. А.Ф. Можайского. Кандидат географических наук.

В.Ф. Мочалов (ВКА им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург)

В 1981 г. окончил Военный инженерный краснознаменный институт им. А.Ф. Можайского, факультет автоматики и вычислительной техники. В настоящее время — старший научный сотрудник ВКА им. А.Ф. Можайского.

Д.В. Жуков (ВКА им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург)

В 2007 г. окончил Балтийский государственный технический университет по специальности «инженерная защита окружающей среды», в настоящее время — научный сотрудник ВКА им. А.Ф. Можайского.

Автоматизированные методы оценки состояния окружающей среды по данным мульти- и гиперспектральной космической съемки

В настоящее время существует целый ряд программ, предназначенных для автоматизированной обработки данных мульти- и гиперспектральной космической съемки в интересах исследования состояния компонентов окружающей среды. Они включают набор процедур предварительной коррекции, трансформирования и разнообразные методы классификации, в том числе объектно-ориентированной сегментации изображений, в комплексе с ГИС-технологиями.

Вместе с тем применение стандартных пакетов обработки геопространственных данных во многих тематических задачах доступно лишь узкому кругу специалистов-дешифровщиков, которые должны знать:

- особенности математического аппарата, заложенного в применяемых методах классификации изображений;
- преимущества и недостатки исходных дешифровочных признаков исследуемых объектов и явле-

ний, влияющих на эффективность используемого метода (алгоритма) обработки;

- влияние на результативность решения конкретной тематической задачи технических характеристик съемочной аппаратуры (пространственное, спектральное разрешение и т.п.) и условий, при которых производилась съемка.

Кроме того, существенным недостатком стандартных программ является отсутствие возможности решения узких тематических задач – идентификации конкретного объекта по заранее рассчитанным спектрально-энергетическим или пространственным признакам и регистрация сопроводительной информации об идентифицированных объектах ландшафта в геоинформационной системе.

Для решения этой проблемы в Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского был проведен цикл исследований, связанных с разработкой автоматизированных методов оценки состояния окружающей среды по данным мульти- и гиперспектральной космической съемки, которые могут быть зарегистрированы системами RapidEye, SPOT-5, Landsat ETM, WorldView-2 и Hyperion. Эти методы позволяют решать различные тематические задачи, связанные с выявлением и определением количественных и качественных характеристик атмосферного воздуха, водной поверхности, растительного и почвенного покровов.

Разработанные методы и реализующие их программы основываются на следующих принципах:

Таблица 1

Требования к данным космической съемки

Тематическая задача	Спектральный диапазон, мкм	Линейное разрешение на местности, м	Период повторного обзора	Космическая съемочная система
Выявление рубок и сухостоев	G,R, RedEdge, NIR	Не хуже 10 м	1 раз в год	RapidEye, WorldView-2, SPOT-5
Выявление ветровалов	B, G, R, NIR	Не хуже 2 м	При наступлении события	GeoEye, WorldView-2
Выявление гарей	G,R, RedEdge, NIR	Не хуже 30 м	После пожара	RapidEye, WorldView-2, SPOT-5, Hyperion
Выявление загрязнений водной поверхности взвесями	B, G, R, RedEdge	Не хуже 6 м	2 раза в год	RapidEye, WorldView-2
Выявление загрязнений водной поверхности нефтепродуктами	Coastal, B, G, Y, R, RedEdge, NIR-1, NIR-2	Не хуже 30 м	2 раза в год или после аварий	WorldView-2, Hyperion
Выявление загрязнений почв нефтепродуктами (минимальная площадь – 50 м ²)	Coastal, B, G, Y, R, RedEdge, NIR-1, NIR-2	Не хуже 2 м	1 раз в год	WorldView-2
Выявление свалок (минимальная площадь – 50 м ²)	B, G, R, NIR			GeoEye, WorldView-2
Определение степени освоенности с/х полей	G, R, NIR, MIR		20 дней	Hyperion
Выявление аэрозолей	B, R, SWIR, MIR	Не хуже 30 м		
Зонирование лесов по степени антропогенного воздействия	B, G, R, NIR, SWIR, PAN		1 раз в год	Landsat ETM

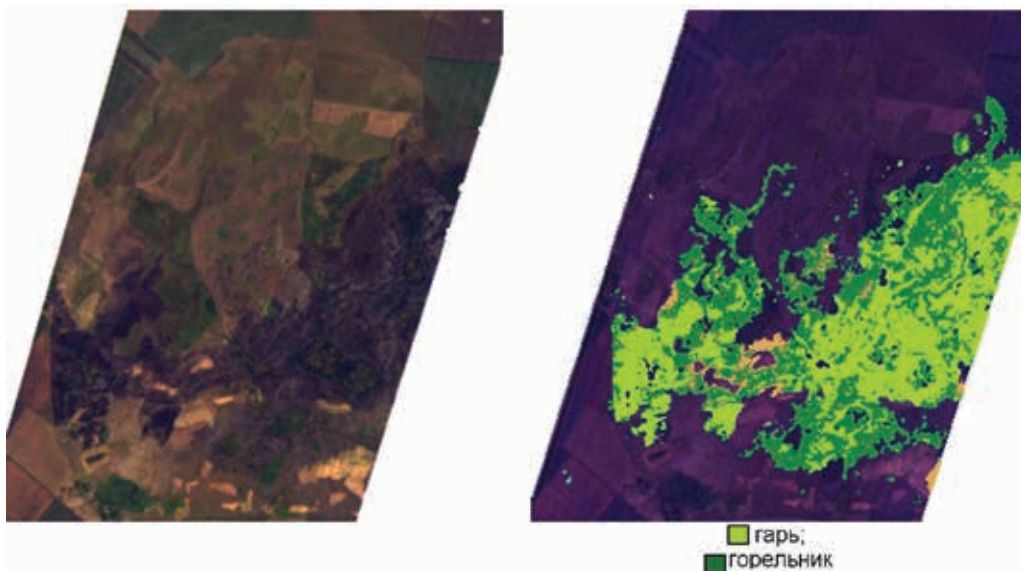


Рис. 1. Автоматизированное выявление гарей. Слева — синтезированное изображение (фрагмент снимка Нурегон), справа — результат автоматизированной обработки

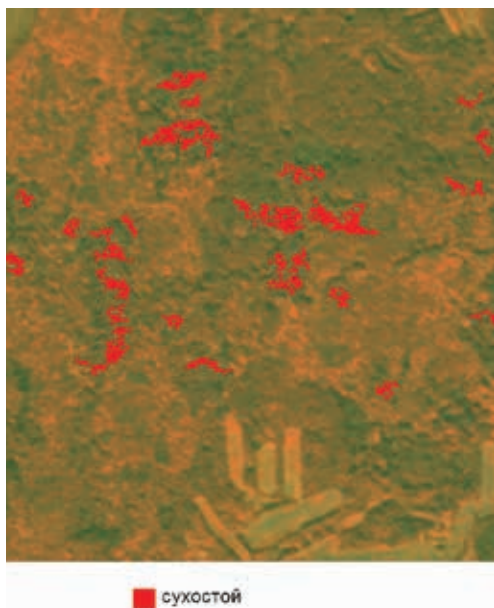


Рис. 2. Автоматизированное обнаружение сухостоев

- учете контролируемых и неконтролируемых методов классификации снимков;
- использовании методов пространственноориентированной сегментации, базирующихся на признаках геометрии и структуры зарегистрированного на снимке объекта;
- применении уникальной библиотеки спектрально-яркостных характеристик объектов ландшафта, адаптированных под природно-климатические условия региона исследования (библиотека содержит спектральную информацию о видовом составе растительных сообществ, типах почв, антропогенных объектах и нарушениях ландшафта и других элементах);
- интеграции алгоритмов тематической обработки с геоинформационными системами (при этом осуществляется автоматизированная конвертация результатов тематической обработки в ГИС, регистрация сопроводительной информации об объекте и его состоянии в пространственноориентированной базе геоданных ГИС, интерактивный режим работы ГИС, позволяющий проводить пространственный анализ тематической информации);

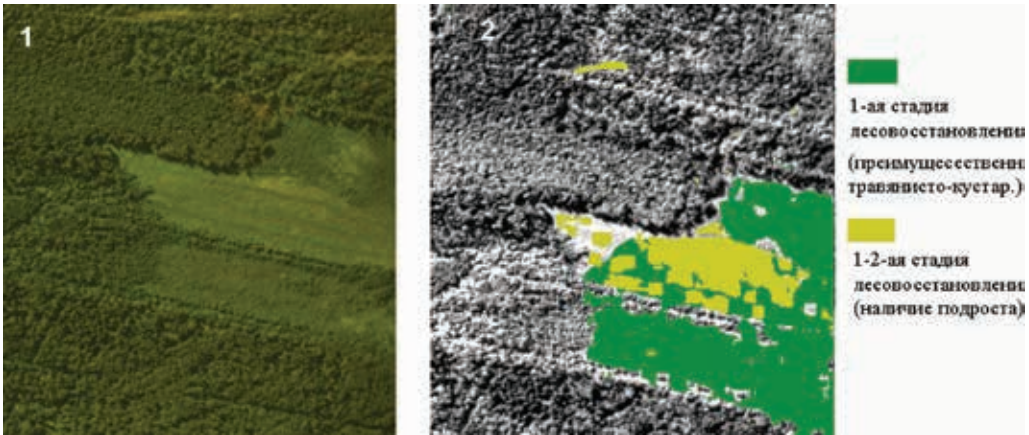


Рис. 3. Стадии лесовосстановления

- обеспечении максимальной автоматизации алгоритмов обработки, что предоставляет возможность эксплуатации разработанных методов и программ пользователями, не имеющими глубоких знаний в области анализа геопространственных данных.

При разработке методов также учитывались информационные возможности современных космических съемочных систем, которые определяются прежде всего рабочим спектральным диапазоном, спектральным и пространственным разрешением аппаратуры наблюдения. В табл. 1 приведены требования к этим техническим параметрам применительно к ряду тематических задач, для которых были разработаны методы решения в автоматизированном режиме.

Метод автоматизированного выявления гарей в лесных массивах основан на расчете модифицированного нормализованного разностного вегетационного индекса области ближнего инфракрасного склона, применении алгоритма кластеризации «нечетких множеств» с разбиением пространства признаков минимум на 8 классов. Класс «гари» из полученной карты кластеров выделяется по модулю вектора эталонных значений коэффициента спектральной яркости (КСЯ) из библиотеки спектрально-яркостных характеристик объектов ландшафта (рис. 1).

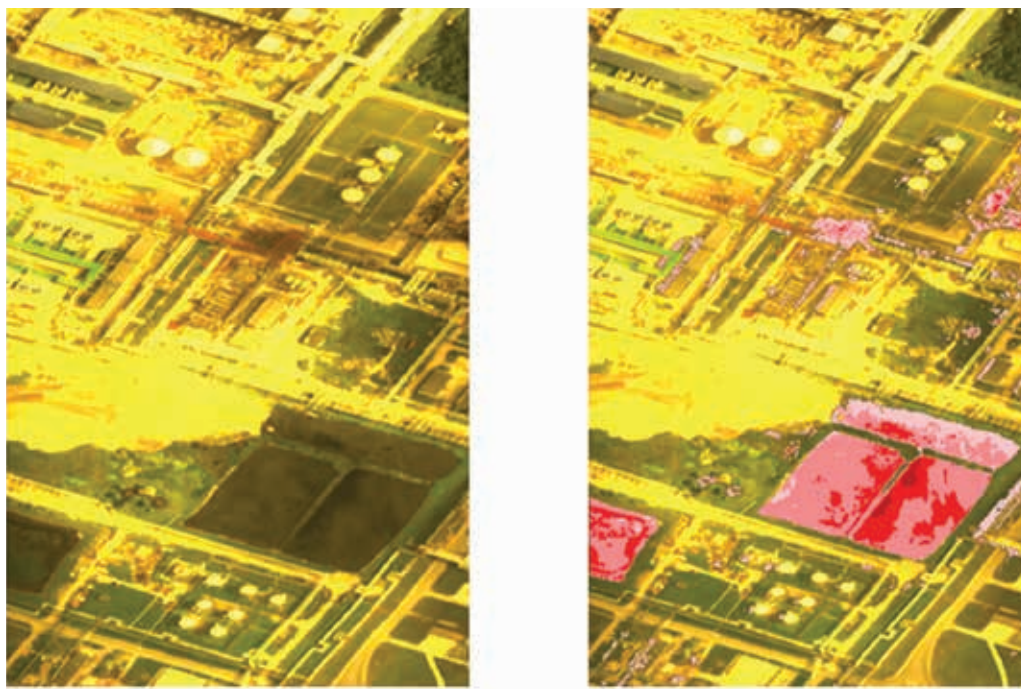
В методе автоматизированного обнаружения сухостоев в лесных массивах используются алгорит-

мы кластеризации ISODATA и реклассификации Max Like, расчет нормализованного разностного вегетационного индекса и модифицированного индекса сухости PSRIRE (рис. 2).

В задаче выявления рубок учитывается фенологический период растительности, характерный для исследуемой местности на дату проведения космической съемки. Метод основан не только на алгоритмах спектральной классификации ISODATA и SAM, но и на применении пространственноориентированной идентификации рубок по текстурным показателям. Принятие решения о принадлежности объекта к классу «рубка» осуществляется по эталонным значениям КСЯ, степень лесовозобновления — по нормализованному разностному вегетационному индексу и индексу NIR/RE (рис. 3).

Метод идентификации свалок включает кластеризацию мультиспектрального снимка методом «нечетких множеств», расчет текстуры изображения свалок с использованием комбинаций коэффициентов Фурье-спектра, вычисление модуля вектора яркости и применение эталонных значений КСЯ свалок твердых бытовых отходов.

Выявление ветровалов в лесных массивах основано на кластеризации мультиспектрального снимка методом «нечетких множеств», расчете текстуры изображения ветровала и нормализованного разностного вегетационного индекса. В класс «ветровалы» попадают те объекты, значе-



Средний уровень загрязнения

 Полное разрушение земель
 Жидкий нефтепродукт

Рис. 4. Обнаружение нефтепродуктов. Слева — синтезированное RGB-изображение (фрагмент снимка WorldView-2), справа — результат автоматизированной обработки

ние вегетационного индекса которых меньше 0,6.

Метод обнаружения нефтепродуктов на почве базируется на распознавании уровня загрязнения с помощью индекса IS по экспоненциальным кривым, описываемым функцией Ричардса, для всех типов почв с различным содержанием гумуса в чистом образце. В задаче применяются алгоритмы классификации гиперспектральных снимков SAM и методы статистического анализа текстуры для фильтрации антропогенных объектов (рис. 4).

Автоматизированное выявление взвешенных веществ и нефтепродуктов на водной поверхности основано на выделении водного объекта методом яркостного контраста объекта со смежным фоном путем наращивания областей, кластеризации выделенных фрагментов алгоритмом ISODATA, формировании признакового пространства участков

загрязнения минеральными взвесями и нефтепродуктами с помощью регрессионных зависимостей уровня загрязнения от коэффициента отражения в информативном спектральном диапазоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рис У. Основы дистанционного зондирования. – М: Техносфера, 2006. – 336 с.
2. Роберт А. Шовенгердт. Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений. – М. Техносфера, 2010. – 556 с.
3. Чапурский Л.И. Отражательные свойства природных объектов в диапазоне 400–2500 нм, Ч.1. министерство обороны СССР, 1986. – 159 с.
4. Электронный ресурс: <http://www.sovzond.ru/satellites/436/438.html>

О.С. Теленков (Институт минералогии УрО РАН)

В 1982 г. окончил горно-геологический факультет Новочеркасского политехнического института им. С. Орджоникидзе по специальности «геология, поиск и разведка полезных ископаемых». В настоящее время — заведующий отделом геоинформационных технологий Института минералогии УрО РАН. Кандидат геолого-минералогических наук.

Система информационного обеспечения геохимических исследований в составе комплексного мониторинга последствий эксплуатации минеральных ресурсов

Статья основана на предварительных результатах работ по международному проекту 7-й рамочной программы ЕС ImpactMin и соответствующих проектов Института минералогии Уральского отделения РАН (УрО РАН), выполняемых в рамках исследований объединенного совета по наукам о Земле Уральского отделения РАН по созданию региональной информационной системы «Природопользование Урала».

Работы по проекту ImpactMin выполняются международным консорциумом, в состав которого входят организации научно-исследовательского, образовательного и научно-производственного профиля (рис. 1).

Основной целью проекта является организация информационного взаимодействия различных исследовательских групп, осуществляющих комплекс работ по мониторингу последствий эксплуатации минеральных ресурсов: социэкономические исследования, спутниковое дистанционное зондирование, легкое воздушное дистанционное зондирование, наземные геохимические и геофизические исследования. Реализация такого взаимодействия предполагается посредством разработки облачных сервисов, обеспечивающих сбор, хранение и совместное

использование всего набора данных комплексного мониторинга.

В качестве опытных (демонстрационных) территорий для реализации поставленных задач выбраны участки с интенсивным воздействием на окружающую среду в результате эксплуатации (действующей и завершенной) месторождений полезных ископаемых. На территории России в качестве демонстрационных выбраны участки в Медногорском (Оренбургская область) и Карабашском (Челябинская область) горнорудных районах. Специалистами Института минералогии УрО РАН на этих участках осуществляются многолетние геохимические исследования почв, снегового покрова, дождевых осадков, донных отложений рек и озер, флоры и фауны (рис. 2).

Коллективом от Института минералогии УрО РАН осуществлена работа по сбору ретроинформации, организации дополнительных полевых исследований и представлению результатов участникам консорциума для совместного использования. Собственно информационное обеспечение работ осуществляется в рамках реализации стратегического направления исследований в УрО РАН по созданию региональ-

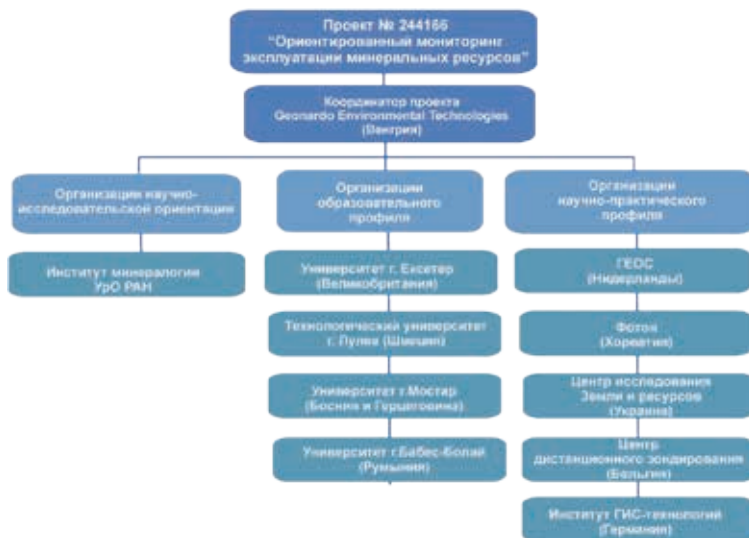


Рис. 1. Структура консорциума по международному проекту ImactMin

ной информационной системы «Природопользование Урала», целью которой является формирование региональной распределенной системы сбора, хранения и комплексного использования данных по природопользованию на основе новейших информационно-телекоммуникационных технологий.

Основные задачи, решаемые при создании региональной информационной системы «Природопользование Урала»:

- создание сертифицированной региональной телекоммуникационной инфраструктуры для обеспечения оперативного обмена данными мониторинга природной среды в рамках реализации действующей целевой программы «Создание и развитие региональной информационно-вычислительной сети УрО РАН»;
- формирование распределенного регионального информационного хранилища и ресурсного центра коллективного пользования для накопления и обработки данных на всех стадиях работ по изучению и освоению природных объектов;
- организация регламентированного доступа к информационным ресурсам для комплексного использования их в исследовательской деятельности и системах управления территориальным развитием.

В результате будут разработаны фундаментальные основы комплексной информационной системы мониторинга природной среды Уральского региона на всех стадиях ее изучения и использования в хозяйственной деятельности. Основой для создания информационной системы является внедрение технологий удаленного доступа к источникам накопления, хранения и системам обработки данных, основанных на облачных вычислениях. Предполагаемая разработка должна обеспечить:

- организацию работ на базе единой пользовательской учетной записи, обеспечивающей распределенный сертифицированный доступ к функционалу системы в соответствии с полномочиями каждого из участников информационного обмена в рамках единой информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, сформированной по типу профессиональноориентированных социальных сетей;
- согласованное накопление информационных массивов из различных источников генерации данных на всех стадиях исследования и освоения природных объектов (результаты ранее проведенных работ, полевых и лабораторных исследований, данных дистанционного зондирования Земли,



Рис. 2. Отбор снеговой пробы на территории Карабашского участка

геофизических данных, комплексных систем контроля состояния геологической среды и пр.);

- удаленный доступ в сети Интернет к ресурсной базе распределенных центров коллективного пользования с возможностью: формирования заявок на производство анализов природного вещества; использования программных модулей для первичной обработки данных аналитических измерений; организации хранения и комплексного использования результатов аналитических исследований в прикладных программных модулях для решения исследовательских задач, в том числе с использованием геоинформационных систем;
- регламентированное накопление первичных данных в виде фондов научных коллекций в хранилищах естественно-научных музеев для организации в будущем воспроизводства аналитических измерений исчезающей информации при эксплуатации природных объектов на новом технологическом и методологическом уровне.

К настоящему времени, в соответствии с методикой различных видов геохимических исследований (геохимия почв, снеговая съемка, исследования донных отложений и пр.) разработана структура базы данных для согласованного накопления результатов полевого опробования, предполагающая совместное их использование при производстве аналитических измерений и обработке в прикладном программном обеспечении, в том числе и геоинформационной системе.

Осуществлено наполнение базы данных результатами работ по отдельным объектам исследований, проводимых в лаборатории геоэкологии Института минералогии УрО РАН. На этой основе начаты разработка и апробирование веб-интерфейсов для организации работ по ведению базы данных в составе единой корпоративной информационной системы с разделением по отдельным научно-исследовательским темам и проектам.

Весьма важной частью выполняемых работ является разработка веб-ориентированного производственно-исследовательского центра коллективного пользования по исследованию минерального вещества, интегрированного в общую структуру информационной системы «Природопользование Урала».

На основе интеграции всех перечисленных работ по организации системы сбора, хранения и обработки данных геохимических исследований разработан сайт impactmin.ru с геоинформационной системой в его составе для информационного обеспечения работ по международному проекту ImpactMin.

Работы выполнены при финансовой поддержке по проектам: 7-й рамочной программы ЕС ImpactMin, инициативным проектам Уральского отделения РАН № 12-У-1004 (Разработка системы информационного обеспечения геохимических исследований в составе комплексного мониторинга последствий эксплуатации минеральных ресурсов) и № РЦП-12-И11 (Разработка веб-ориентированного производственно-исследовательского центра коллективного пользования по исследованию минерального вещества), интеграционного проекта № 12-И-5-2018 (Геологическое и геоморфологическое наследие Урала и Приуралья: проблемы сохранения в условиях недропользования).

Л.К. Карлов (ФГУНПП «Аэрогеология»)

В 1973 г. окончил геологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. В настоящее время — заместитель генерального директора ФГУНПП «Аэрогеология», главный эколог.

А.А. Дмитриева (ФГУНПП «Аэрогеология»)

В 2005 г. окончила магистратуру географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, кафедра картографии и геоинформатики. В настоящее время — начальник группы аэрокосмического мониторинга центра «Экозонт» ФГУНПП «Аэрогеология».

Использование материалов ДЗЗ при проведении экологических работ на лицензионных участках добычи углеводородов

Возросшие требования к эффективности, надежности и экологической безопасности добывающих производств обусловили переход к новым технологиям, позволяющим улучшить качество получения, обработки и анализа информации, в том числе и аэрокосмической, и возможности принятия на этой базе более обоснованных управленческих решений.

ФГУНПП «Аэрогеология» специализируется на геологических и экологических исследованиях с углубленным применением материалов дистанционного зондирования с 1944 г. На протяжении всего периода деятельности специалисты предприятия изучали свойства различных видов съемки и возможности их применения для решения конкретных геологических и экологических задач, которые легли в основу разработанных на предприятии уникальных методик. Обширный съемочный архив, накопленный на предприятии, в сочетании с методической базой обеспечивает возможность проведения мониторинговых наблюдений за длительный период.

С конца 1990-х гг. все большую востребованность приобретает экологическое направление. Эффективностью применения материалов дистанционного зондирования для изучения природной среды и динамики ее состояния, обусловленной как естественными природными процессами, так и антропогенными, чаще всего негативными воздействиями, отмечалась на протяжении всего периода деятельности предприятия. В различных экологических работах используются результаты дешифрирования материалов дистанционного зондирования. Приоритетными направлениями использования съемки в производственной деятельности экологической группы являются:

- аэрокосмическая инвентаризация нарушенных и загрязненных земель, водных объектов, объектов размещения отходов и мониторинг их динамики;
- составление и обновление карт техногенной ситуации на участках интенсивного промышленного освоения;

- составление тематических природных и оценочных карт: ландшафтных, ландшафтно-геохимических, почвенных, растительности, четвертичных отложений и пр.

Широкое разнообразие видов съемки, доступных в настоящее время для заказа и приобретения, позволяет специалистам осуществлять оптимальный подбор съемочных данных для решения конкретной производственной задачи в соответствии с масштабом, временным периодом и детальностью работ. Основными параметрами при этом становятся технические характеристики съемки (разрешение на местности, спектральный диапазон, точность геопозиционирования, ширина полосы), экономические показатели (стоимость) и возможность оперативного выполнения. Интернет-ресурсы позволяют проводить анализ новинок на рынке космической информации, подбирать снимки и съемочные системы по требуемым параметрам с последующим запросом пробных данных у выбранного поставщика и тестированием.

Методические и технологические приемы обработки съемочных данных, разработанные специалистами ФГУНПП «Аэрогеология», основанные на использовании самых современных программных средств, позволяют существенно расширить диапазон и достоверность извлекаемой по результатам дешифрирования информации. Для выполнения работ по дешифрированию используются многофункциональные ГИС-пакеты. Профессиональный подход к систематизации съемочных и картографических данных, основанный на разработке цифровых классификаторов объектов, шаблонов оформления и баз данных, методов анализа, позволяет создавать однозначные, снабженные метаданными географические базы данных и ГИС.

Основными заказчиками экологических работ ФГУНПП «Аэрогеология», выполняемых на основе материалов дистанционного зондирования, являются предприятия нефтегазодобычи ОАО «НОВАТЭК», ОАО «ТНК-ВР», ООО «Геотрансгаз» и др.

В настоящее время большинство нефтегазодобывающих компаний активно развивают корпоративные ГИС-сервисы. Корпоративные ГИС предоставляют широкие возможности систематизации и при-

менения в производственном процессе географических, геологических и прочих связанных с ними данных, документации и специализированных материалов, относящихся к ним.

Создание достоверной и объективной базовой географической основы экологического блока корпоративных ГИС, т.е. проведение инвентаризации накопленных экологических нарушений, — трудоемкая задача, особенно для предприятий, обслуживающих лицензионные участки с длительной историей освоения и накопленным багажом экологических проблем.

Экологические отделы нефтедобывающих компаний часто имеют разрозненные, не всегда достоверные картографические данные о технологических объектах, шламовых амбарах, нарушенных и загрязненных землях, водных объектах, свалках и большой объем документации, что затрудняет управление и производственный процесс восстановления.

Объективным источником данных о состоянии природной среды является аэро- и космическая съемка. Детальное аэрокосмическое картографирование служит наиболее эффективным методом инвентаризации и мониторинга нарушенных и загрязненных земель, водных объектов, объектов размещения жидких и твердых отходов. Космические снимки сверхвысокого разрешения со спутников QuickBird, GeoEye-1, WorldView-2, Ikonos обладают преимуществами для данного вида работ.

С 1999 г. ФГУНПП «Аэрогеология» проводит аэрокосмическую инвентаризацию загрязненных земель, водных объектов, объектов размещения отходов на лицензионных участках нефтяных промыслов Западной Сибири, Восточной Сибири, европейской части России, охватывая более 50 тыс. км². В последние годы на большей части лицензионных участков установлена система мониторинга динамики нефтезагрязненных и загрязненных высокоминерализованными водами земель и водных объектов, объектов размещения отходов по данным выполняемой ежегодно съемки. Разработанная специалистами предприятия методика аэрокосмической инвентаризации загрязненных земель и водных объектов позволяет осуществлять единовременные оперативные работы на обширных территориях.

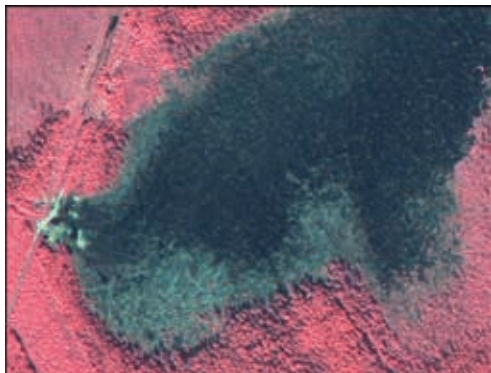


Рис. 1. Нефтяное загрязнение с массивом погибшего леса на космическом снимке QuickBird



Рис. 2. Состояние бурового шламового амбара на синтезированных космических снимках сверхвысокого разрешения за период 2008–2011 гг.: а – нерекультивированный; б – рекультивированный

Методика систематизирует объекты аэрокосмической инвентаризации и их критерии, определяет выбор базовых съемочных и дополнительных данных, технологию обработки снимков, содержит специальные методические приемы, направленные на повышение оперативности стандартной трехэтапной схемы работ и достоверности результатов дешифрирования. В основе картографирования и определения характеристик объектов аэрокосмической инвентаризации лежат их дешифровочные признаки. Сверхвысокое разрешение и спектральные характеристики рекомендованных космических снимков позволяют достоверно дешифрировать участки нефтяного и солевого загрязнения площадью до $1 \times 10 \text{ м}^2$, степень загрязнения, состояние растительного покрова, погибший вследствие загрязнения лес, нефтяное загрязнение на поверхности водных объектов и в шламовых амбарах, рекультивационные мероприятия (рис. 1 – 3).

Классификатор объектов географической базы данных, в которой фиксируются результаты дешифрирования, определяет топологию объектов, набор атрибутивных данных, стандартные значения полей. ГИС «Загрязненных земель и водных объектов» предлагает базовую систему классификации и оформления данных, стандартную последовательность и набор информационных слоев, инструменты анализа и получения производной информации. Результатом является единая систематизированная



Рис. 3. Рекультивированный участок нефтяного загрязнения на космическом снимке QuickBird

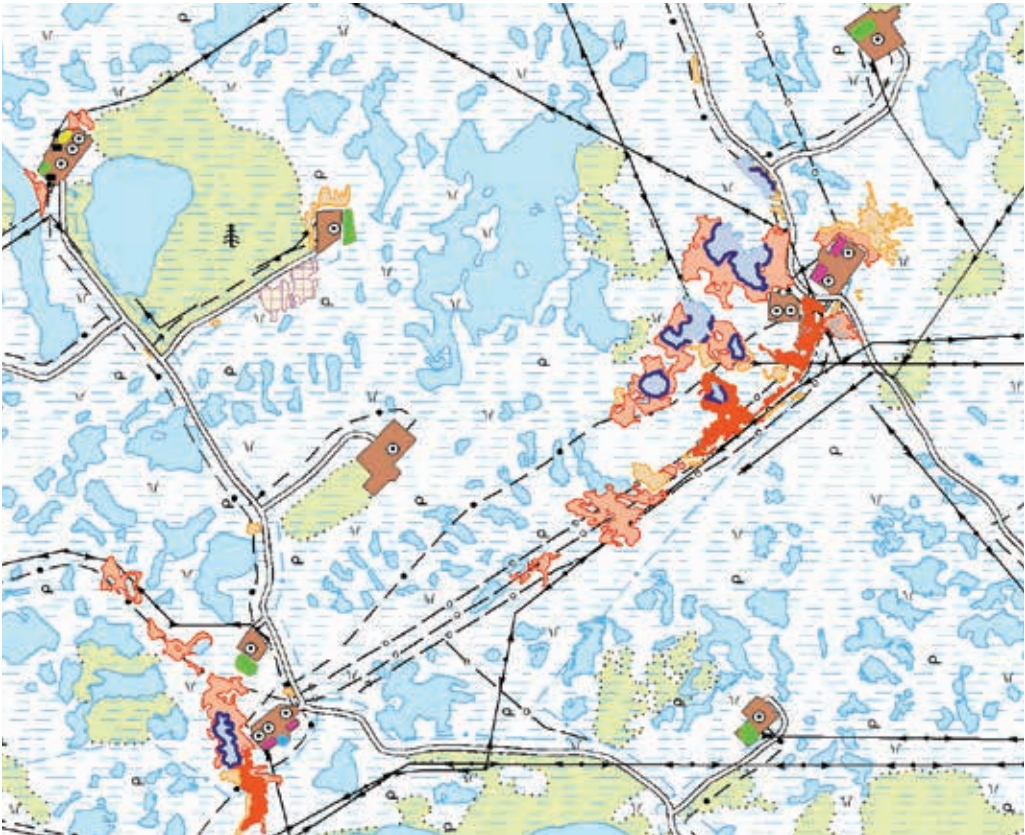


Рис. 4. Фрагмент карты «Загрязненных земель и водных объектов» (оттенками красного цвета обозначено нефтяное загрязнение различной степени)

географическая основа, содержащая набор данных о состоянии загрязненных земель, водных объектов, объектов размещения отходов для оптимизации управления восстановлением природной среды на нефтегазовых промыслах (рис. 4).

Объекты аэрокосмической инвентаризации — загрязненные земли, водные объекты, объекты размещения отходов — обладают высокой динамичностью как вследствие естественных природных процессов, так и в результате антропогенных воздействий. Аэрокосмический мониторинг проводится для обновления данных об изменивших свое состояние объектах инвентаризации. Он позволяет установить период загрязнения и строительства технологиче-

ских объектов, установить проведение и эффективность рекультивационных работ, оценить объем прироста и уменьшения площади загрязнения, проследить динамику состояния конкретных объектов.

Аэрокосмическая инвентаризация и мониторинг загрязненных земель, водных объектов, объектов размещения отходов имеют значительные перспективы развития. Накопление фактического материала, съемочных архивов, опыта проведения работ позволяют специалистам ФГУНПП «Аэрогеология» совершенствовать методические приемы и технологию использования космических снимков последнего поколения для широкого спектра экологических задач.

Итоги XII Международной научно-технической конференции «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии»

Успешно завершилась очередная, XII Международная научно-техническая конференция «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии». Мероприятие прошло 22–28 сентября 2012 г. в одном из самых живописных районов Португалии — Альгарве на побережье Атлантического океана.

Организовала конференцию компания «Ракурс» (Россия) при поддержке Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ISPRS) и ГИС-Ассоциации.

Платиновым спонсором конференции выступило «Научно-производственное аэрогеодезическое предприятие «Меридиан+» (Россия).

В качестве золотых спонсоров мероприятие поддержали: ГИА «Иннотер» и «СТТ Групп» (Россия), VisionMap (Израиль), DigitalGlobe и GeoEye (США).

Информационную поддержку обеспечили ведущие отраслевые издания России и других стран мира, среди которых был и журнал «ГЕОМАТИКА».

В этом году конференция собрала 130 специалистов, представителей различных организаций из России и 20 зарубежных стран, которые применяют данные ДЗЗ и результаты их фотограмметрической обработки в повседневной практике. Участникам были предоставлены широкие возможности для дискуссий, обмена опытом и знаниями в области цифровых фотограмметрических технологий и дистанционного зондирования Земли.

Формат проведения мероприятия был традиционным и включал пленарные заседания, деловые встречи, мастер-классы, а также неофициальную часть.

На конференции было сделано рекордное за всю историю число докладов — 47. Доклады сделали представители девяти стран: Австрии, Болгарии, Германии, ОАЭ, Португалии, России, США, Франции,

Швейцарии. В связи с большим числом заявок было решено провести две дополнительные сессии на третий день конференции.

В первом блоке докладов, посвященном общим проблемам геодезии и картографии, стоит отметить доклады профессора А. Грюна (Университет изучения и охраны культурного наследия, Швейцария) о программе «Умный город» в Сингапуре и философский доклад профессора Г. Конечного (Ганноверский университет Лейбница, Германия) о взаимодействии высшего образования, государства и частного бизнеса в области развития геодезии и картографии.

Во втором блоке докладов первого дня об оборудовании для аэросъемки прозвучали доклады Ю. Райзмана (VisionMap, Израиль) о дальнейшем развитии семейства аэрокартографических систем АЗ и В. Зайцева (Leica Geosystems, Швейцария) о новом в аэросъемочном оборудовании Leica Geosystems и Z/I Imaging.

Завершали первый день доклады, раскрывающие тему обработки данных аэросъемки. Интересными в этом блоке представляются доклады Э. Брега (Microsoft/Vexcel Imaging, Австрия) о возможностях многолучевой фотограмметрии, А. Борзова (КБ «Панорама», Москва) о новом комплексе автоматизированного дешифрирования и векторизации и профессора г-жи П. Редвейк из Лиссабонского университета (Португалия) об использовании фотограмметрических и лидарных технологий при изучении геологии и электроэнергетики.

В этом году технические средства позволили сделать доклад на конференции удаленно, через Интернет. Профессор Е. Левин с коллегами из Мичиганского технического университета рассказали об исследованиях в области проведения фотограмметрических 3D-измерений в режиме hands-free. Участники конференции на большом экране могли наблюдать, как можно управ-

лять стереомаркером с помощью датчиков, закрепленных на голове оператора.

Второй день конференции был традиционно посвящен съемке Земли из космоса. Б. Бертолини (ASTRIUM GEO, Франция) рассказал о спутниковой группировке Pleiades, а также о космических аппаратах SPOT-6 и SPOT-7. Дж. Маркизио (DigitalGlobe, США) посвятил свой доклад спутникам компании DigitalGlobe, а А. Шумаков (GeoEye, США) — группировке спутников GeoEye. Доклад В. Заичко (Федеральное космическое агентство, Москва) был посвящен находящимся в эксплуатации и планируемым к запуску российским космическим аппаратам.

В блоке докладов, посвященных вопросам обработки данных ДЗЗ, интерес вызвали совместный доклад Г. Зусева («СТТ Групп», Москва) и В. Адрова («Ракурс», Москва) о новом полностью автоматическом программно-аппаратном высокопроизводительном комплексе по обработке данных дистанционного зондирования Земли и доклад О. Гомозова (НИИ ТП, Москва) о технологиях потоковой обработки данных ДЗЗ. А. Пешкун (НЦ ОМЗ, Москва) рассказал о применении космических снимков с КА «Ресурс-ДК1» для создания трехмерной модели местности. Представитель компании «Совзонд» (Россия) Н. Ялдыгина рассказала об особенностях применения программных продуктов ENVI и ArcGIS в проектах в сфере ДЗЗ и ГИС, а также новых версиях ENVI 5.0 и ArcGIS 10.1, появившихся в 2012 г.

В третий день конференции состоялись две сессии, посвященные 3D-моделированию. Профессор А. Грюна рассказал о трехмерном моделировании Шуховской башни на основе данных БПЛА, а А. Елизаров («Ракурс») доложил о трехмерном моделировании в системе PHOTOMOD.

В рамках мастер-классов по ЦФС PHOTOMOD, состоявшихся во второй половине дня, специалисты компании «Ракурс» продемонстрировали новые возможности системы и дали развернутые ответы на вопросы пользователей.

В завершение работы конференции были объявлены результаты конкурса проектов, выполненных с применением PHOTOMOD Lite.

Первый приз в номинации «Использование PHOTOMOD Lite в образовании» заслуженно достался Лаборатории фотограмметрии Национального технического университета Афин (Греция). В номинации «Пользовательские тестовые проекты» лучшим был признан проект из Испании по обработке аэрофотосъемки 1945 и 1956 гг. г. Бадахос.

Наряду с насыщенной научной и деловой программой конференции гостей ожидали неофициальные мероприятия. В традиционной лотерее розыгрыша ЦФС PHOTOMOD фортуна в этом году улыбнулась Штутгартскому университету (Германия) и компании «Совзонд» (Россия). Спонсоры и почетные участники конференции были торжественно награждены памятными дипломами и подарками.



Участники конференции

Итоги и главные события VI международной выставки Integrated Systems Russia

Вот уже шестой год выставка Integrated Systems Russia представляет главные мировые новинки и последние тенденции в области аудиовизуальных, информационно-коммуникационных технологий и системной интеграции для корпоративного и домашнего секторов в России.

Последние разработки в области профессионального аудио- и видеооборудования, самые прогрессивные проекты по системной интеграции в сфере государственного сектора, бизнеса, оборудование и решения Digital Signage, а также системы «Умный дом», ежегодно можно увидеть на крупнейшей в странах СНГ ежегодной выставке Integrated Systems Russia.

В 2012 г. выставка прошла с 30 октября по 1 ноября на территории Экспоцентра сразу в двух павильонах (павильоны 1 и 5). Динамичное развитие рынка аудио и видео привлекает в Россию новых иностранных производителей оборудования, о чем свидетельствует ежегодное увеличение количества участников проекта. Достижения в области аудиовизуальных, информационно-коммуникационных технологий продемонстрировали в этом году 149 компаний из 16 стран мира.

Вот уже несколько лет одним из главных трендов рынка аудио- и видеооборудования является конвергенция АВ-технологий и систем автоматизации зданий. В связи с этим шестой год подряд выставка Integrated Systems Russia проходит одновременно с международной выставкой HI-TECH BUILDING, которая представляет ведущие мировые технологии и оборудование для автоматизации зданий, проекты «интеллектуальных зданий», «умных домов», технологии строительства и оснащения энергоэффективных и «зеленых» домов. В этом году ведущие отраслевые выставки посетили 10 185 человек, среди которых производители, дистрибьюторы и дилеры оборудования, системные интеграторы и installеры, представители архитектурных и дизайнерских

бюро, девелоперы, специалисты IT-сектора, частные заказчики.

Экспозиционная часть выставки по традиции была дополнена обширной деловой программой, которая включала в себя как специализированные проекты и конференции, так и обучающие семинары.

Следуя тренду конвергенции аудио- видеотехнологий и систем автоматизации зданий, посетители Integrated Systems Russia приобрели уникальный опыт. Деловую программу выставки открыл первый и единственный в России Форум KNX «Аудио-видео решения и системы управления KNX». Основной темой Форума был вопрос синергии систем управления на базе протокола KNX и аудио- и видеорешений. Специалисты рынка обсудили основные тенденции отрасли и презентовали новинки оборудования.

Отрасль Digital Signage в России демонстрирует стабильные показатели роста, которые уверенно приближаются к мировым. Именно поэтому с каждым годом растет популярность специализированного проекта Digital Signage на выставке. В этом году в рамках Integrated Systems Russia информационным системам DS был выделен отдельный павильон в Экспоцентре, организована специальная Демозона, где наглядно демонстрировались оборудование, контент и готовые решения Digital Signage для различных вертикальных рынков: многофункциональных центров по предоставлению государственных услуг, розничных сетей, рекламы, гостиниц, банков.

Развитие Digital Signage во многом зависит от единой стратегии, которой должны придерживаться все участники рынка. На международной конференции «Актуальные тренды рынка Digital Signage» эксперты обозначили основные направления и проблемы развития отрасли, используя в своих докладах примеры реализованных российских и зарубежных проектов последних лет.

Серьезный интерес для участников и посетителей выставки ежегодно представляет сфера образования. Модернизация образования была и остается одной из приоритетных задач государства, в связи с чем производители оборудования ежегодно разрабатывают сотни технологий и интегрированных решений, которые помогут реорганизовать и усовершенствовать образовательный процесс в учебных учреждениях разного уровня. Для знакомства с уникальными разработками в области аудиовизуальных и интерактивных систем была организована экскурсия по стендам ведущих системных интеграторов и производителей аудиовизуального и презентационного оборудования, представленным на выставке Integrated Systems Russia 2012. Наиболее актуальные вопросы информатизации образования были затронуты 31 октября на конференции «Высокие технологии в образовании: оценка эффективности, экспертиза и консалтинг».

В дискуссии приняли участие мировые производители, дистрибьюторы и ведущие российские интеграторы аудиовизуального, информационно-коммуникационного оборудования, а также преподаватели высших, средних и профессиональных учебных заведений, методисты по информатизации, проректоры по IT.

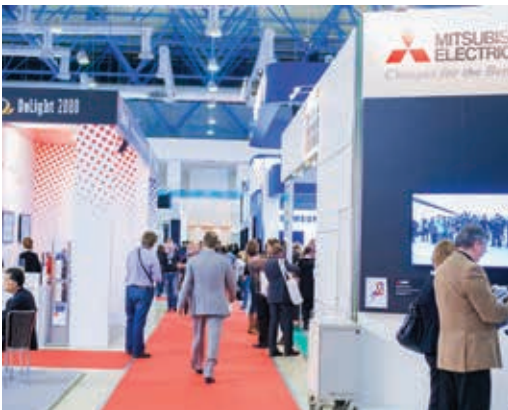
Были подняты вопросы теории и практики консалтинга в образовании, инструментария для оценки уровня автоматизации школ, разработки новых программ, а также приведены примеры успешной практики внедрения современных технологий в традиционную систему образования. Компания

Polymedia рассказала об организации дистанционного обучения в 124 школах Краснодарского края для детей с ограниченными возможностями. Стоит отметить, что данный проект стал победителем Четвертой национальной премии Prointegration Awards в номинации «Лучшее решения для образовательного сектора».

Престижная Национальная премия Prointegration Awards 2012 организована компанией «Мидэкспо» совместно с европейскими партнерами Integrated Systems Europe и присуждается ежегодно лучшим проектам в области системной интеграции и профессионального аудио- и видеоборудования. В этом году авторские решения компаний — системных интеграторов и инсталляторов оценивали редакторы мировых специализированных СМИ и независимые эксперты в области аудио-, видео- и информационных технологий (www.prointegration.ru).

В рамках Integrated Systems Russia специалисты профессиональных ассоциаций CEDIA и InfoComm International провели ежегодные семинары, способствующие повышению квалификации российских специалистов в области интеграции аудиовизуальных и информационно-коммуникационных технологий.

О дальнейшем развитии индустрии профессионального аудио- и видеоборудования и системной интеграции в России и мире, а также о новейших разработках в отрасли можно будет узнать через год на седьмой международной выставке Integrated Systems Russia, которая пройдет с 22 по 24 октября 2013 г. в Экспоцентре.



Новосибирск
Россия

Interexpo
Geo
SIBERIA

Novosibirsk
Russia

Интерэкспо Гео-Сибирь

24-26 апреля 2013

Новосибирск

IX специализированная выставка и
международный научный конгресс по
направлениям геодезического обеспечения
рационального природопользования и
устойчивого развития территорий

IX specialized exhibition and international
scientific congress on geodetic support of
environmental conservation and
sustainable development of land areas

Генеральный
спонсор



Официальный
спонсор

Официальная поддержка / Official support



EAGE

Организаторы / Organizers

Сибирская государственная геодезическая академия (СГГА)
Россия, 630108, Новосибирск, Плеханово, 10
Тел.: +7 (383) 343-39-37
E-mail: v.seredovich@list.ru
Интернет: geosibnet.ssga.ru



Interexpo
Geo
SIBERIA

Выставочный оператор ООО «ИнтерГео-Сибирь»
Россия, 630004, Новосибирск, Красный проспект 220/10
Тел./факс: +7 (383) 363-79-09
E-mail: nenasheva@itcsib.ru
Интернет: www.expo-geo.ru



ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС TTS — современное средство визуализации информации коллективного пользования



Компания TTSystems – разработчик инновационных продуктов и прогрессивных решений.

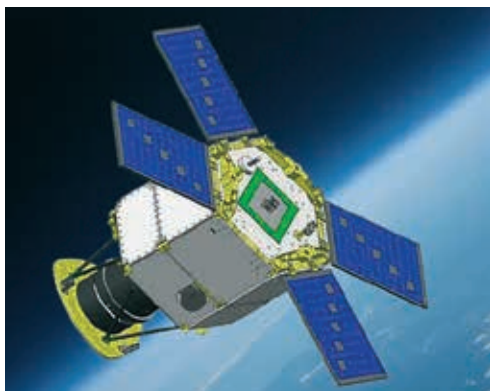
Компания специализируется на разработке программно-аппаратных комплексов TTS для визуализации пространственных данных на основе multi-touch технологий.

Тел: +7 (495) 211-8845
+7(495) 988-7511

Компания TTSystems ведет активную информационную и техническую поддержку партнеров и дистрибьюторов, предоставляет оборудование в аренду, организует обучение и демонстрационные показы продукции.

Web-site: www.ttsglobal.ru
E-mail: tts@ttsglobal.ru

Спутники ДЗЗ, запущенные в 2012 г. и планируемые к запуску в 2012–2013 гг.



DEIMOS-2 (ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; ИСПАНИЯ)

КА Deimos-2 предназначен для получения недорогих мультиспектральных данных дистанционного зондирования Земли высокого качества. Вместе с КА Deimos-1 (см. «Международная группировка спутников DMC») Deimos-2 составит единую спутниковую систему Deimos Imaging.

Решаемые задачи:

- съемка для решения задач сельского, лесного хозяйства и др.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска (планируемая): 4-й квартал 2013 г.

Разработчики: Deimos Imaging (Испания), Satrec Initiative (Корея)

Оператор: Deimos Imaging (Испания)

Масса, кг

300

Орбита

Тип

Солнечно-синхронная

Высота, км

620

Наклонение, град.

—

Расчетный срок функционирования, лет

7

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки

Панхроматический

Мультиспектральный

Спектральный диапазон, мкм

0,45–0,90

0,45–0,52 (синий);
0,52–0,60 (зеленый);
0,63–0,69 (красный);
0,76–0,90 (ближний ИК)

Пространственное разрешение (в надире), м

1

4

Радиометрическое разрешение, бит на пиксель

10

Ширина полосы съемки, км

12

Периодичность съемки, сутки

2



БКА (ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; БЕЛОРУССИЯ)

КА БКА (Белорусский космический аппарат) полностью идентичен российскому КА «Канопус-В». Он предназначен для обеспечения министерств и ведомств Белоруссии оперативной информацией. Предполагается, что после запуска спутников «Канопус-В» и БКА они составят единую группировку и будут работать по скоординированной программе.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска: 22 июля 2012 г.		
Стартовая площадка: космодром Байконур (Россия)		
Средство выведения: РН «Союз-У»		
Разработчик: ФГУП «НПП ВНИИЭМ» (Россия)		
Масса, кг	400	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	510–540
	Наклонение, град.	98
Расчетный срок функционирования, лет		5

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,52–0,85	0,54–0,60 (зеленый) 0,63–0,69; 0,6–0,72 (красный) 0,75–0,86 (ближний ИК)
Пространственное разрешение (в надире), м	2,1	10,5
Ширина полосы обзора, км	Более 20 (при высоте 510 км)	
Производительность съемки, млн кв. км/сутки	Более 2	
Периодичность съемки, сутки	5	
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/с	2x122,8	

Решаемые задачи:

- контроль землепользования и сельскохозяйственного производства;
- контроль естественных и возобновляемых природных ресурсов;
- выявление площадей, перспективных на поиск полезных ископаемых;
- контроль ресурсов и экологии шельфа (для зарубежных заказчиков);
- контроль ЧС и экологии окружающей среды;
- наблюдение за объектами нефтегазового комплекса.



«КАНОПУС-В» (ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; РОССИЯ)

Космический аппарат (КА) «Канопус-В» предназначен для обеспечения подразделений Федерального космического агентства, Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Российской академии наук и других заинтересованных ведомств оперативной информацией.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска: 22 июля 2012 г.

Стартовая площадка: космодром Байконур (Россия)

Средство выведения: РН «Союз-У»

Разработчик: ФГУП «НПП ВНИИЭМ» (Россия)

Масса, кг

400

Орбита

Тип

Солнечно-синхронная

Высота, км

510 — 540

Наклонение, град.

98

Расчетный срок функционирования, лет

5

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки

Панхроматический

Мультиспектральный

Спектральный диапазон, мкм

0,52 – 0,85

0,54 – 0,60 (зеленый); 0,63 – 0,69; 0,6 – 0,72 (красный); 0,75 – 0,86 (ближний ИК)

Пространственное разрешение (в надире), м

2,1

10,5

Ширина полосы обзора, км

Более 20 (при высоте 510 км)

Производительность съемки, млн кв. км/сутки

Более 2

Периодичность съемки, сутки

5

Скорость передачи данных на наземный сегмент (X-диапазон), Мбит/с

2×122,8

Решаемые задачи:

- обнаружение очагов лесных пожаров, крупных выбросов загрязняющих веществ;
- мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, в том числе стихийных гидрометеорологических явлений;
- мониторинг сельскохозяйственной деятельности, природных (в том числе водных и прибрежных) ресурсов;
- мониторинг землепользования;
- оперативное наблюдение заданных районов земной поверхности.



«РЕСУРС-П» (ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; РОССИЯ)

КА «Ресурс-П» предназначен для дистанционного зондирования земной поверхности с целью получения в масштабе времени, близком к реальному, высокоинформативных изображений в видимом диапазоне спектра. Оптико-электронная аппаратура высокого разрешения дополнена гиперспектральной съемочной аппаратурой (ГСА) и комплексом широкозахватной мультиспектральной съемочной аппаратуры высокого разрешения (ШМСА-ВР) и среднего разрешения (ШМСА-СР).

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска (планируемая): 2013 г.

Разработчик: ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» (Россия)

Орбита	Тип	Круговая солнечно-синхронная
	Высота, км	475
	Наклонение, град.	97, 276
Расчетный срок функционирования, лет		5

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки	Оптико-электронная аппаратура высокого разрешения		ШМСА		ГСА
	Панхроматический	Мультиспектральный	ШМСА-ВР	ШМСА-СР	
Спектральный диапазон, мкм	0,58–0,80	0,45–0,52(синий); 0,52–0,60 (зеленый); 0,61–0,68 (красный); 0,72–0,80; 0,67–0,70; 0,70–0,73 (красный + ближний ИК)	Панхроматический режим: 0,43–0,70. Мультиспектральный режим: 0,43–0,51 (синий); 0,51–0,58 (зеленый); 0,60–0,70 (красный); 0,70–0,90 (ближний ИК-1); 0,80–0,90 (ближний ИК-2)		0,4–1,1 (96–255 спектральных каналов)
Пространственное разрешение (в надире), м	1	3–4	12 (панхроматический режим); 24 (мультиспектральный режим)	60 (панхроматический режим); 120 (мультиспектральный режим)	25
Точность геопозиционирования, м	CE90 mono = 3,1–21				
Ширина полосы съемки, км	38		96	480	25
Ширина полосы обзора, км	950		1300		950
Производительность съемки, млн км ² /сут	1				
Периодичность съемки, сут	3				

Решаемые задачи:

- составление и обновление общегеографических, тематических и топографических карт;
- контроль загрязнения окружающей среды (в районах геологоразведочных работ и добычи полезных ископаемых, водоохраных и заповедных районов);
- инвентаризация природных ресурсов, создание земельного кадастра и контроль хозяйственных процессов для обеспечения рациональной деятельности в различных отраслях хозяйства;
- информационное обеспечение поиска нефти, природного газа, рудных и других месторождений полезных ископаемых;
- контроль застройки территорий, получение данных для инженерной оценки местности в интересах хозяйственной деятельности;
- информационное обеспечение для прокладки магистралей и крупных сооружений, автомобильных, железных дорог, нефте- и газопроводов, систем связи;
- обнаружение незаконных посевов наркосодержащих растений и контроль их уничтожения;
- оценка ледовой обстановки;
- наблюдение районов чрезвычайных ситуаций с целью мониторинга стихийных бедствий, аварий, катастроф, а также оценки их последствий и планирования восстановительных мероприятий.


**MIRANDA
(ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; ВЕНЕСУЭЛА)**

Венесуэльский спутник ДЗЗ VRSS-1 (Venezuelan Remote Sensing Satellite) был разработан китайскими специалистами China Academy of Space Technology. После запуска спутнику присвоено название Francisco de Miranda. На космическом аппарате установлена оптико-электронная аппаратура высокого и среднего разрешения.

Решаемые задачи:

- сельскохозяйственный мониторинг;
- мониторинг природных ресурсов и др.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска: 29 сентября 2012 г.		
Стартовая площадка: космодром Цзюцюань (Китай)		
Средство выведения: PH Long March-2D (Китай)		
Разработчик: CAST (China Academy of Space Technology; Китай)		
Оператор: ABAE (Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales — Венесуэльское космическое агентство)		
Масса, кг	880	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	639
	Наклонение, град.	98
Расчетный срок функционирования, лет		5

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки	Высокое разрешение		Среднее разрешение
	Панхроматический	Мультиспектральный	
Пространственное разрешение (в надире), м	2,5	10	16

CBERS-3 (ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; КИТАЙ — БРАЗИЛИЯ)



Благодаря успешной миссии китайско-бразильских спутников CBERS-1 и CBERS-2 правительства двух стран решили подписать новое соглашение на разработку и запуск еще двух совместных спутников — CBERS-3 (запуск запланирован на конец 2012 г.) и CBERS-4 (запуск в 2014 г.). Данные КА будут обладать большими возможностями, чем их предшественники. На них будут установлены по 4 съемочных системы с улучшенными геометрическими и радиометрическими характеристиками.

Решаемые задачи:

- мониторинг природных ресурсов и экологии;
- инвентаризация земельных ресурсов.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска (планируемая): 2012 г.

Разработчики: CAST (China Academy of Space Technology; Китай), INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; Бразилия)

Масса, кг	1980	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	778
	Наклонение, град.	...
Расчетный срок функционирования, лет	3	

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки	PanMUX		MUXCam	WFI	IRS
	Панхроматический	Мультиспектральный			
Спектральный диапазон, мкм	0,51–0,73	0,52–0,59 (зеленый); 0,63–0,69 (красный); 0,77–0,89 (ближний ИК)	0,45–0,52 (синий); 0,52–0,59 (зеленый); 0,63–0,69 (красный); 0,77–0,89 (ближний ИК)	0,45–0,52 (синий); 0,52–0,59 (зеленый); 0,63–0,69 (красный); 0,77–0,89 (ближний ИК)	0,77–0,89 (ближний ИК - NIR); 1,55–1,75 (средний ИК - SWIR); 2,08–2,35 (средний ИК - SWIR); 10,4–12,5 (тепловой ИК - TIR)
Пространственное разрешение (в надире), м	5	10	20	64	40 / 80 (TIR)
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	8			10	8
Ширина полосы съемки, км	60		120	866	120
Периодичность съемки, сут	52 (при необходимости - 3)		26	5	26



КОМPSAT-3 (ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; КОРЕЯ)

КА КОМPSAT-3 (Korean Multi-Purpose Satellite) является продолжением миссии корейских спутников наблюдения Земли КОМPSAT (Korean Multi-Purpose Satellite) и предназначен для получения цифровых изображений земной поверхности с пространственным разрешением 0,7 м в панхроматическом режиме и 2,8 м в мультиспектральном режиме.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска: 17 мая 2012 г.

Стартовая площадка: космодром Танегашима (Япония)

Средство выведения: РН Н-2А

Разработчики: KARI (Korea Aerospace Research Institute; Республика Корея), EADS Astrium Satellites (Франция)

Оператор: KARI

Масса, кг

1000

Орбита

Тип

Солнечно-синхронная

Высота, км

700

Наклонение, град.

98,1

Расчетный срок функционирования, лет

4

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки

Панхроматический

Мультиспектральный

Спектральный диапазон, мкм

0,45–0,90

0,45–0,52 (синий);
0,52–0,60 (зеленый);
0,63–0,69 (красный);
0,76–0,90 (ближний ИК)

Пространственное разрешение (в надире), м

0,7

2,8

Радиометрическое разрешение, бит на пиксель

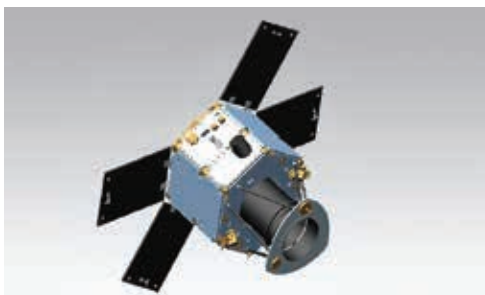
14

Ширина полосы съемки, км

16,8

Решаемые задачи:

- инвентаризация сельскохозяйственных угодий, создание планов землепользования;
- широкий круг задач в области охраны окружающей среды;
- мониторинг океанов.



DUBAISAT-2 (ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; ОАЭ)

КА DubaiSat-2 — мини-спутник, разрабатываемый EIAST (Институт передовой науки и технологии ОАЭ) в сотрудничестве с компанией SI (Satrec Initiative; Тэджон, Корея). Он является продолжением проекта DubaiSat-1, однако КА DubaiSat-2 технологически совершеннее своего предшественника и будет иметь значительную коммерческую составляющую.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска (планируемая): 4-й квартал 2012 г.		
Стартовая площадка: пусковая база «Ясный» (Россия)		
Средство выведения: РН «Днепр» (Россия)		
Разработчики: EIAST (United Arab Emirates Institution for Advanced Science and Technology, ОАЭ), SI (Satrec Initiative; Тэджон, Корея)		
Оператор: EIAST		
Масса, кг	300	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	600
	Наклонение, град.	—
Расчетный срок функционирования, лет		5

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,45–0,90	0,45–0,52 (синий); 0,52–0,60 (зеленый); 0,63–0,69 (красный); 0,76–0,90 (ближний ИК)
Пространственное разрешение (в надире), м	1	4
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	10	
Ширина полосы съемки, км	12	

Решаемые задачи:

- мониторинг природных ресурсов;
- экологический мониторинг;
- инвентаризация земельных ресурсов.



LANDSAT-8 (ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; США)

Запуск нового КА Landsat-8 (проект LDCM — Landsat Data Continuity Mission) запланирован на конец 2012 г. Спутник продолжит выполнение программы Landsat, поставляя данные для использования в сельском хозяйстве и других отраслях экономики, а также в образовании, бизнесе, государственном управлении. На КА Landsat-8 будут установлены два сенсора: оптико-электронный (Operational Land Imager, OLI) и тепловой (Thermal InfraRed Sensor, TIRS).

Основные характеристики космического аппарата

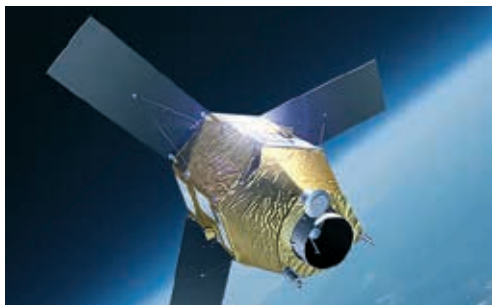
Дата запуска (планируемая): декабрь 2012 г.		
Стартовая площадка: авиабаза Ванденберг (США)		
Средство выведения: PH Atlas 5		
Разработчик: Orbital Sciences Corporation (OSC) (США; быв. General Dynamics Advanced Information Systems) (платформа); Ball Aerospace (полезная нагрузка) (США)		
Операторы: NASA (США) и USGS (США)		
Масса, кг	2623	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	705
	Наклонение, град.	98,2
Расчетный срок функционирования, лет		5

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки	VNIR	SWIR	PAN	TIR
Спектральный диапазон, мкм	0,43–0,45 (фиолетовый или coastal); 0,45–0,52 (синий); 0,53–0,60 (зеленый); 0,63–0,68 (красный); 0,85–0,89 (ближний ИК)	1,36–1,39 (Cirrus); 1,56–1,66 (SWIR-1); 2,10–2,30; (SWIR-2)	0,50–0,68	10,40–12,50
Пространственное разрешение (в надире), м	30		15	100
Радиометрическое разрешение, бит/ пиксель	12			

Решаемые задачи:

- создание и обновление топографических и специальных карт до масштаба 1:200 000;
- обоснование перспективных площадей под поисковые работы на нефть и газ, рудные и нерудные полезные ископаемые, прогнозирование и выявление ловушек нефти и газа, потенциальная оценка их нефтегазоносности;
- мелкомасштабная лесная инвентаризация, контроль лесопользования и мониторинг состояния лесов;
- сельскохозяйственное картографирование на уровне регионов, мониторинг состояния посевов, прогнозирование урожайности;
- автоматизированное создание карт растительности, ландшафтов и природопользования;
- мониторинг и прогнозирование процессов заболачивания и опустынивания, засоления, карста, эрозии, степных пожаров, половодий, паводков и т. п.



PLEIADES-2 (ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; ФРАНЦИЯ)

Программа Pleiades High Resolution является составной частью европейской спутниковой системы ДЗЗ и разрабатывается под руководством француз-

ского космического агентства CNES начиная с 2001 г. Она включает в себя два спутника нового поколения сверхвысокого пространственного разрешения Pleiades-1 и Pleiades-2 с одинаковыми техническими характеристиками. Спутники будут синхронизированы на одной орбите таким образом, чтобы иметь возможность обеспечить ежедневную съемку одного и того же участка земной поверхности. Используя космические технологии нового поколения, такие, как оптиковолоконные системы гиросtabilизации, космические аппараты Pleiades-1 и Pleiades-2 будут обладать беспрецедентной маневренностью. Они смогут проводить съемку в любом месте 800-километровой полосы меньше чем за 25 секунд с точностью геопозиционирования меньше 3 м (СЕ90) без использования наземных опорных точек и 1 м — с использованием наземных точек.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска (планируемая): 2012 г.	
Стартовая площадка: космодром Куру (Французская Гвиана)	
Средство выведения: РН «Союз» (Россия)	
Разработчик: EADS Astrium Satellites (Франция)	
Оператор: Astrium GEO-Information Services (международная компания, созданная на базе Spot Image и Infoterra)	
Масса, кг	1000
Расчетный срок функционирования, лет	5

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,48–0,83	0,43–0,55 (синий); 0,49–0,61 (зеленый); 0,60–0,72 (красный); 0,79–0,95 (ближний ИК)
Пространственное разрешение (в надире), м	0,5	2
Максимальное отклонение от надире, град.		50
Точность геопозиционирования, м		СЕ90 = 4,5
Ширина полосы съемки, км		20
Производительность съемки, млн кв. км/сутки		Более 1
Периодичность съемки, сутки		1 (в зависимости от широты области съемки)
Формат файлов		GeoTIFF
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/с		450

Решаемые задачи:

- создание и обновление топографических и специальных карт и планов вплоть до масштаба 1:2000;
- инвентаризация и контроль строительства объектов инфраструктуры транспортировки и добычи нефти и газа;
- лесной мониторинг;
- инвентаризация сельскохозяйственных угодий;
- создание планов землепользования;
- обновление топографической основы для разработки проектов генеральных планов перспективного развития городов, схем территориального планирования муниципальных районов;
- инвентаризация и мониторинг состояния транспортных, энергетических, информационных коммуникаций;
- широкий круг задач в области охраны окружающей среды.


**ASARO
(ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; ЯПОНИЯ)**

Проект ASARO (Advanced Satellite with New system ARchitecture for Observation) был инициирован USEF в 2008 г. В основе проекта — инновационные технологии создания мини-спутниковых платформ (100–500 кг) и съемочных систем. Одна из целей проекта — создание мини-спутника сверхвысокого разрешения нового поколения, который мог бы конкурировать со спутниками других стран, аналогичными по своим характеристикам: за счет удешевления данных и возможности проектировать и изготавливать аппараты в сжатые сроки.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска (планируемая): 2012 г.		
Средство выведения: РН «Днепр» (Россия)		
Разработчик: NEC Corporation and USEF (Institute for Unmanned Space Experiment Free Flyer)		
Масса, кг	450	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	504
	Наклонение, град.	97,4
Расчетный срок функционирования, лет	3–5	

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный
Количество спектральных каналов	1	6
Пространственное разрешение (в надире), м	0,5	2
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	12	
Ширина полосы съемки, км	10	

Решаемые задачи:

- съемка земной поверхности в интересах правительственных организаций Японии.



SPOT-6 (ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ; ФРАНЦИЯ)

КА SPOT-6 и SPOT-7 (планируется к запуску в 2014 г.) продолжат линейку спутников наблюдения за земной поверхностью в рамках программы SPOT для гарантированной непрерывности получения данных высокого разрешения на годы вперед. Спутники составят единую группировку, планирование их работы будет осуществляться централизованно.

Предполагается, что будут реализованы более точные алгоритмы учета облачности и атмосферных явлений при планировании новой съемки.

Основные характеристики космического аппарата

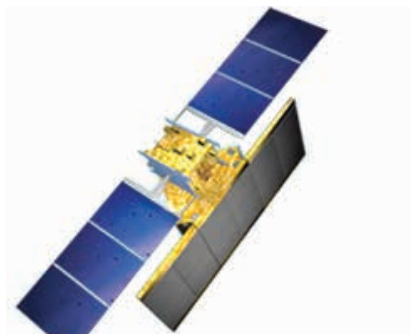
Дата запуска: 9 сентября 2012 г.		
Стартовая площадка: космодром Шрихарикота (Индия)		
Средство выведения: PH PSLV-C21 (Индия)		
Разработчик: EADS Astrium Satellites (Франция)		
Оператор: Astrium GEO-Information Services (международная компания, созданная на базе Spot Image и Infoterra)		
Масса, кг	800	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	655
	Наклонение, град.	98,2
Расчетный срок функционирования, лет		9

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,48–0,71	0,50–0,59 (зеленый); 0,61–0,68 (красный); 0,78–0,89 (ближний ИК)
Пространственное разрешение (в надире), м	2	8
Точность геопозиционирования, м	CE90 = 10	
Ширина полосы съемки, км	60	
Возможность получения стереопары	Да	
Производительность съемки, млн кв. км/сутки	3	

Решаемые задачи:

- создание и обновление топографических и специальных карт до масштаба 1:25 000;
- создание цифровых моделей рельефа с точностью 5–10 м по высоте;



RISAT-1 (РАДАРНЫЙ; ИНДИЯ)

26 апреля 2012 г. был осуществлен запуск КА RISAT-1 с многофункциональным радиолокатором С-диапазона частот (5,35 ГГц). Спутник предназначен для круглосуточной и всепогодной съемки Земли в различных режимах. Съемка земной поверхности будет проводиться в С-диапазоне длин волн с изменяемой поляризацией излучения (HH, VH, HV, VV).

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска: 26 апреля 2012 г.		
Стартовая площадка: космодром Шрихарикота (Индия)		
Средство выведения: PH PSLV-C19		
Разработчик: ISRO (Indian Space Research Organization; Индия)		
Оператор: ISRO, Antrix (Индия; поставщик данных)		
Масса, кг	1858	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	536
	Наклонение, град.	97,6
Расчетный срок функционирования, лет	5	

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Спектральный диапазон	С-диапазон			
Режим	Номинальное пространственное разрешение, м	Ширина полосы съемки, км	Диапазон углов съемки, град.	Поляризация
Сверхвысокого разрешения High Resolution SpotLight (HRS)	<2	10	20–49	Одинарная
Высокого разрешения Fine Resolution Stripmap-1 (FRS-1)	3	30		
Высокого разрешения Fine Resolution Stripmap-2 (FRS-2)	6	30		Четверная
Среднего разрешения / низкого разрешения (Medium Resolution ScanSAR (MRS)/ Coarse Resolution ScanSAR (CRS))	25/50	120/240	20–49	Одинарная

Решаемые задачи:

- мониторинг сельскохозяйственных посевов, особенно рисовых полей;
- мониторинг районов стихийных бедствий и др.



PAZ (РАДАРНЫЙ; ИСПАНИЯ)

КА Paz — первый испанский радарный спутник двойного назначения — является одним из компонентов национальной программы наблюдения Земли из космоса (PNOTS — Programa Nacional de Observación de la Tierra por Satélite). КА будет способен проводить съемку в любых погодных условиях, днем и ночью, и будет выполнять заказы испанского правительства, связанные с вопросами безопасности и обороны. Спутник будет снабжен радаром с синтезированной апертурой, разработанным компанией Astrium GmbH на платформе радара TerraSAR-X.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска (планируемая): 2013 г.		
Стартовая площадка: космодром Байконур (Россия)		
Средство выведения: РН «Днепр»		
Разработчик: EADS CASA (Construcciones Aeronauticas S.A.; Испания)		
Оператор: HISDESAT (Hisdesat Servicios Estratégicos, S.A.; Испания)		
Масса, кг	1280	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	—
	Наклонение, град.	—
Расчетный срок функционирования, лет	7	

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Спектральный диапазон	X-диапазон (3,1 см)				
Режим	Номинальное пространственное разрешение, м	Ширина полосы съемки, км	Диапазон углов съемки, град.	Поляризация	
Сверхвысокого разрешения High Resolution SpotLight (HRS)	< (1 x 1) < (2 x 2)	5 x 5 5 x 5	15–60	Одинарная (по выбору — VV или HH); двойная (VV/HH)	
Высокого разрешения SpotLight (SL)	1 x 1 2 x 2	10 x 10 10 x 10			
Широкополосный высокого разрешения StripMap (SM)	3 x 3 6 x 6	30 15			Одинарная (по выбору — VV или HH); двойная (по выбору — VV/HH или HH/HV или VV/VH)
Среднего разрешения ScanSAR (SC)	16 x 6	100			15–60

Решаемые задачи:

- мониторинг территории страны;
- всепогодное наблюдение земной поверхности всех районов Земли;
- контроль береговых зон;
- наблюдение за судами;
- всепогодное наблюдение за природными и антропогенными катастрофами (половодья, аварии), оценка рисков;
- наблюдения в интересах оборонного ведомства.


**КОМPSAT-5
(РАДАРНЫЙ; КОРЕЯ)**

Проект КОМPSAT-5 является частью Корейского национального плана развития MEST (Министерство образования, науки и технологии), который стартовал в 2005 году. КА КОМPSAT-5 разрабатывается KARI (Korea Aerospace Research Institute). Основная задача миссии состоит в разработке, запуске и эксплуатации радарной спутниковой системы для обеспечения изображения для решения мониторинговых задач. Съемка земной поверхности будет проводиться в С-диапазоне длин волн с изменяемой поляризацией излучения (HH, VH, HV, VV).

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска: 2012 г. (планируемая)		
Стартовая площадка: пусковая база «Ясный» (Россия)		
Средство выведения: РН «Днепр» (Россия)		
Разработчик: KARI (Korea Aerospace Research Institute; Корея), Thales Alenia Space (Италия; бортовая радарная съемочная система — SAR)		
Оператор: KARI		
Масса, кг	1400	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	550
	Наклонение, град.	97,6
Расчетный срок функционирования, лет	5	

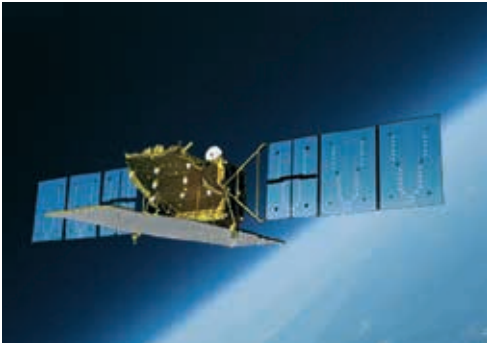
Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Спектральный диапазон	С-диапазон (5,6 см)			
	Номинальное пространственное разрешение, м	Ширина полосы съемки, км	Диапазон углов съемки, град.	Поляризация
Высокого разрешения (High resolution mode)	1	30	45	HH, VH, HV, VV
Стандартный (Standard mode)	3			
Низкого разрешения (Wide swath mode)	20	100		

Решаемые задачи:

- получение радарных снимков высокого разрешения для использования в различных геоинформационных проектах;

- мониторинг морских акваторий;
- мониторинг земельных ресурсов;
- экологический мониторинг;
- мониторинг районов чрезвычайных бедствий.



КА ALOS-2 (РАДАРНЫЙ; ЯПОНИЯ)

КА ALOS-2 запланирован к запуску в 2013 г. Специалисты агентства JAXA отказались от совмещения на одной платформе оптической и радарной систем, что реализовано на действующем спутнике ALOS. Поэтому на смену КА ALOS придут сразу два космических аппарата — один оптико-электронный (ALOS-3), второй — радарный (ALOS-2). ALOS-2 будет выполнять съемку в L-диапазоне.

Основные характеристики космического аппарата

Дата запуска (планируемая): 2013 г.		
Средство выведения: РН H-2A		
Разработчик: JAXA (Японское аэрокосмическое агентство)		
Масса, кг	2000	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	628
	Наклонение, град.	97,9
Расчетный срок функционирования, лет	5 (с продлением до 7)	

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры

Спектральный диапазон	L-диапазон	
Периодичность съемки, сутки	14	
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/с	800	
Режим	Номинальное пространственное разрешение, м	Ширина полосы съемки, км
SpotLight	1–3	25
StripMap	3–10	50–70
ScanSAR	100	350

Решаемые задачи:

- создание и обновление топографических и специальных карт вплоть до масштаба 1:50 000;
- создание ЦМР и ЦММ с точностью 5–10 м;
- изучение и оценка подвижек земной поверхности, с использованием интерферометрических методов;

- контроль использования природных ресурсов;
- определение породного состава, мониторинг вырубок и состояния лесов;
- наблюдения за природными бедствиями;
- проведение научных исследований в различных областях.

ПОДПИСКА

на журнал «Геоматика» 2013

1. На почте в любом отделении связи

Каталог агентства «Роспечать».

Полугодовой подписной индекс 20609, цена – 435 р. / 2 номера.

2. По системе адресной подписки

а) Заполните платежный документ (указав количество журналов, общую стоимость).

Стоимость 1 номера: 217 р. 50 к., периодичность выхода: 4 номера в год.

б) Отправьте копию квитанции об оплате:

По факсу: +7 (495) 988-7533

По e-mail: geomatics@sovzond.ru

По адресу: 115563, Москва, ул. Шипиловская, д. 28 а, Компания «Совзонд»

Подписка оформляется с ближайшего номера после поступления оплаты.

В стоимость подписки включена доставка журналов.

ИЗВЕЩЕНИЕ

ООО «Компания СОВЗОНД»

ИНН 7720568664 / КПП 772001001

Р/с № 40702810038120110056

Московский банк ОАО «Сбербанк России» г. Москва

БИК 044525225

К/с № 30101810400000000225

Ф.И.О. _____

Почтовый адрес _____

Организация _____

Тел. _____

Название журнала	Количество номеров	Сумма
Геоматика		
Плательщик	Дата	

Кассир

КВИТАНЦИЯ

ООО «Компания СОВЗОНД»

ИНН 7720568664 / КПП 772001001

Р/с № 40702810038120110056

Московский банк ОАО «Сбербанк России» г. Москва

БИК 044525225

К/с № 30101810400000000225

Ф.И.О. _____

Почтовый адрес _____

Организация _____

Тел. _____

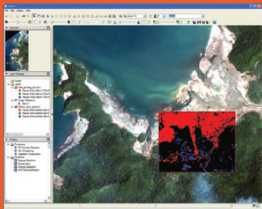
Название журнала	Количество номеров	Сумма
Геоматика		
Плательщик	Дата	

Кассир

EXELIS

Visual Information Solutions

Меняется окружающая среда.
Меняется климат.
Ваше программное обеспечение не
может оставаться прежним.



При помощи программного обеспечения ENVI от компании Exelis VIS вы можете сделать данные дистанционного зондирования Земли основой своих исследований об окружающей среде и базой для принятия необходимых решений. Программное обеспечение ENVI позволяет вам быстро обрабатывать большие объемы данных, с большой детальностью анализировать космические снимки, и даже создавать 3D-изображения. Программные продукты ENVI и E3De - это экономически эффективный и простой способ изменить скорость вашей работы с пространственными данными.



www.exelisvis.eu

Разрабатывайте свои собственные решения или работайте с нашей Группой Профессионалов для создания специальных приложений, которые помогут вам достигнуть более высокого уровня производительности, сократят ваши временные затраты на анализ и улучшат позиции вашей организации.

Для получения информации о недавно вышедших и предстоящих релизах о программном обеспечении ENVI, SARscape и E3De, сейчас идеальное время, чтобы связаться с Exelis VIS.

Все права защищены.
E3De, ENVI и IDL являются
товарными знаками
Exelis, Inc. Все остальные
товарные знаки являются
собственностью их
соответствующих владельцев.
© 2012, Exelis Visual
Information Solutions, Inc.

Вы можете встретиться с нашими экспертами на предстоящих конференциях в ноябре и декабре: ASITA, Виченца (Италия) | Pollutec, Лион (Франция) | ELMF, Зальцбург (Австрия) | GRSG, Лондон (Великобритания)



Информационно-аналитическая система космического мониторинга Министерства экологии и природных ресурсов Украины.