

ГЕОМАТИКА

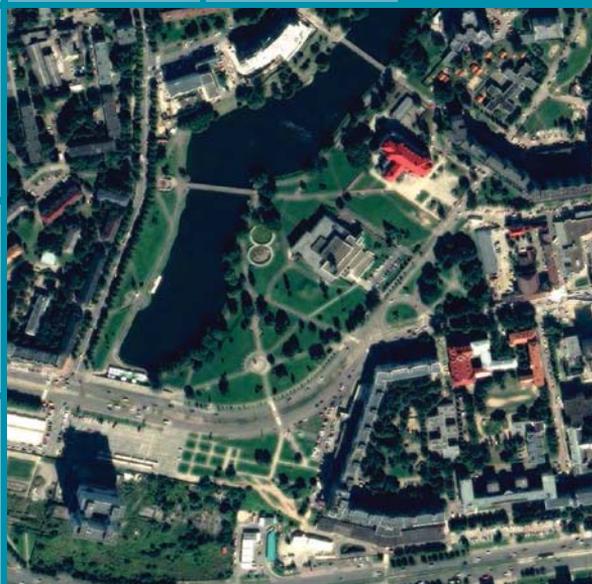
GEOMATICS #2 (19)

2013

ЖУРНАЛ О ГЕОИНФОРМАТИКЕ И ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМЛИ



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ОРБИТАЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК
КА ДЗЗ В ИНТЕРЕСАХ
КАРТОГРАФИРОВАНИЯ
ТЕРРИТОРИИ РОССИИ



НОВЕЙШИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПУТНИКИ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ



СИСТЕМА СПУТНИКОВОГО
МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ
ПОЛЕЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
УРОЖАЙНОСТИ

КОСМО-
СЪЕМКА



СЕРИЯ ВЕБИНАРОВ В 2013 ГОДУ



Скачать запись вебинаров
вы можете на сайте:

» digitalglobe.com/webinars



Регистрируясь для участия в вебинарах, вы автоматически становитесь участником лотереи Apple iPad mini в рамках выбранного вами семинара. Победители будут объявлены во время каждого семинара.

Правила и условия.

24 апреля **Viz World and DigitalGlobe Online
in the Broadcast Environment**

Chris Black
Viz World Product Manager, Vizrt
Register to download



29 апреля **Vricon Provides Military Personnel
with 3D Globe**

Manne Anliot
Director, Marketing and Sales, Saab
Register to download



8 мая **Satellite Derived Seabed
Mapping Products**

David Critchley
CEO, Proteus
Register to download



22 мая **Vegetative Analysis with
High-Resolution Multispectral
Satellite Imagery**

Julia Yagüe
Payload Data Processing and Applications
Business Unit, GMV



12 июня **A Land Knowledge Management
System—Agriculture and Cadaster**

Brooke Tapsall
Spatial International Business
Development, Abaco



26 июня **Planning the Next Generation
of Wireless Networks**

Colin Urwin
Vice President, Marketing,
CompuMaps





Уважаемые коллеги!

В настоящее время на орбите находится более 100 космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), выполняющих съемку в различных спектральных каналах и с разным разрешением, с высокой точностью, периодически и производительно.

После появления в Европе на базе SpotImage и Infoterra компании Astrium Services и объединения американских компаний DigitalGlobe и GeoEye обострилась конкуренция на рынке данных сверхвысокого разрешения (серьезную конкуренцию американским спутникам WorldView-1,2 и GeoEye-1 составила французская система Pleiades).

В ближайших планах ведущих космических держав запуск новых, более совершенных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (WorldView-3, ALOS-2, ALOS-3 и др.). Следует отметить серьезные успехи таких стран, как Китай и Индия, лидирующих по количеству работающих спутников ДЗЗ, причем технические характеристики этих аппаратов соответствуют самым высоким стандартам (кстати, Индия собирается в следующем году запустить спутник Cartosat-3 с беспрецедентным разрешением в 25 см). Россия в 2012 г. запустила спутник «Канопус-В», который в паре с белорусским аппаратом-близнецом БКА успешно решает задачи по мониторингу земной поверхности. 25 июня 2013 г. запущен и выведен на орбиту спутник сверхвысокого разрешения «Ресурс-П».

Продолжается развитие радарных космических

систем. Радары способны посылать и получать сигналы сквозь облака, дым и туман в любое время суток. Таким образом, радарная съемка практически не зависит ни от погоды, ни от наличия солнечного света. Кроме того, радарные съемки позволяют с высокой точностью выявлять вертикальные подвижки земной поверхности. Сейчас такие системы коммерческого или двойного назначения имеют Германия, Израиль, Индия, Италия, Канада, Китай. В ближайшие пару лет к ним планируют присоединиться Россия, Аргентина, Испания, Корея, Япония и др.

Отчетливой тенденцией ближайших лет видится развитие оперативной и глобальной съемки земной поверхности с высоким разрешением с помощью малых спутников. Сравнительно невысокая стоимость позволяет создавать группировки таких космических аппаратов, способных работать в рамках скоординированных программ. Ярким примером успешной работы группировок малых спутников является система из пяти германских аппаратов RapidEye (каждый весом 150 кг), данные которой все активнее используются для мониторинга сельскохозяйственных районов, лесов и для других задач.

В технологиях ДЗЗ, помимо традиционных направлений, появляются разработки, связанные с оперативной видеосъемкой объектов из космоса со спутников, находящихся на геостационарных орбитах.

Главной проблемой отрасли ДЗЗ по-прежнему является малое количество разработок, связанных с автоматизированной обработкой космических снимков. Необходимо сломать стереотип, что космический снимок — это просто наглядная картинка. Извлечение максимально полезной целевой информации путем глубокого автоматизированного анализа данных и предоставление ее в виде, удобном для пользователя (карты, ГИС) посредством онлайн-сервисов — наиболее актуальная задача поставщиков данных ДЗЗ.

Следует отметить продолжающееся пополнение своеобразного клуба наблюдения Земли из космоса новыми странами. Сейчас уже более 25 стран имеют свои космические системы ДЗЗ (в мае 2013 г. к этим странам присоединился Вьетнам, который обзавелся собственным спутником высокого разрешения VNREDSat-1A).

В этом номере нашего журнала вы найдете материалы, посвященные состоянию и перспективам развития систем космического наблюдения Земли, традиционно мы публикуем также статьи по другим актуальным проблемам геоинформатики и ДЗЗ.

*Борис Дворкин,
главный редактор*

СОДЕРЖАНИЕ

Новости	4
Актуальное интервью	
Блицопрос: Будущее космической съемки	12
Данные дистанционного зондирования	
Б. А. Дворкин, С. А. Дудкин Новейшие и перспективные спутники дистанционного зондирования Земли	16
С. М. Басков, В. Ф. Земсков Система дистанционного зондирования Земли на Международной космической станции	37
А. Г. Ионин От Space 1.0 через Space 2.0 вперед к Space 3.0!	40
А. С. Шокол, А. И. Бочарников, А. Г. Жиличкин Космический контролер чрезвычайных ситуаций «Нанопус-В» подтверждает заявленные характеристики	46
Обработка данных ДЗЗ	
Е. Н. Горбачева Программный комплекс ENVI — профессиональное решение для комплексной обработки мультиспектральных, гиперспектральных и радарных данных	50
Б. В. Райченко, В. В. Некрасов Практическое применение методов ключевых точек на примере сопоставления снимков со спутника «Нанопус-В»	56
Использование данных ДЗЗ	
Использование космических снимков высокого разрешения для батиметрии	62
В. П. Седельников, Е. Л. Лукашевич Использование орбитальных группировок КА ДЗЗ в интересах картографирования территории России	66
В. А. Горбунов, Ю. И. Кантемиров Результаты космического радарного мониторинга деформаций бортов и уступов карьеров ОАО «Гайский ГОК» и смещений земной поверхности и сооружений на промышленной площадке предприятия	70
А. А. Леонтьев Система спутникового мониторинга состояния полей и прогнозирования урожайности	77
А. И. Баскаков Высокодетальное моделирование рельефа для проектирования объектов инфраструктуры рудников Нундызды и Лиманное на основе данных ДЗЗ	80
Л. В. Березин, М. Р. Шаяхметов Применение методов ДЗЗ и ГИС для оценки потенциала поглощения солнечной энергии агроценозов	87
Выставки и конференции	
Итоги Международного Форума «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий»	92
Выставка GeoForm+: объединяя опыт, помогаем найти решение	100
Итоги Международной специализированной выставки и научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013»	102
13-я Международная научно-техническая конференция «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии»	104
Справочный раздел	
Действующие и перспективные спутники наблюдения Земли	107

CONTENT

News	4
Hot Interview	
Interview with experts concerning The Future of space imaging.....	12
Remote Sensing Data	
B. Dvorkin, S. Dudkin Up-to-date and advanced remote sensing satellites.....	16
S. Baskov, V. Zemskov Remote sensing system on the International Space Station.....	37
A. Ionin From Space 1.0 via Space 2.0 to Space 3.0!.....	40
A. Shokol, A. Bocharnikov, A. Zhilichkin Kanopus-V, space supervisor of emergencies, confirms its specified technical requirement.....	46
Remote Sensing Data Processing	
E. Gorbachova ENVI software – professional solution for complex multispectral, hyperspectral and radar data processing.....	50
B. Raychenko, V. Necrasov Practical application of key point methods on the example of Kanopus-V' images comparison.....	56
Application of Remote Sensing Data	
Peering beneath the surface.....	62
V. Sedelnikov, E. Lukashevich Use of orbiting remote sensing satellites constellations for mapping the territory of Russia.....	66
V. Gorbunov, Yu. Kantemirov Results of SAR monitoring of deformation pit edge and quarry face of OAO "Gaysky GOK" and surface and buildings displacement on industrial area of the enterprise.....	70
A. Leontiev Satellite monitoring system of fields and prediction of yielding capacity.....	77
A. Baskakov Highly accurate relief modeling for designing of Kundyzy and Limannoe mines infrastructure based on remote sensing.....	80
L. Berezin, M. Shayakhmetov Remote sensing and GIS approaches for the estimation of the potential of solar energy absorption agrocenoses.....	87
Exhibitions and Conferences	
Results of the International Forum "Integrated Geospatial Solutions – the Future of Information Technologies".....	92
GeoForm+: exhibition of Geodesy, Cartography and Geographic Information Systems.....	100
Results of the scientific congress and International exhibition "Interexpo GEO-Siberia- 2013".....	102
13th International Scientific and Technical Conference "From imagery to map: digital photogrammetric technologies".....	104
Reference	
Current and advanced Earth remote sensing satellites.....	107



Редакционная коллегия:

М. А. Болсуновский
А. М. Ботрякова
Б. А. Дворкин
С. А. Дудкин
О. Н. Колесникова
С. В. Любимцева
С. Н. Миснинович
М. А. Элердова

Ответственный за выпуск:

Б. А. Дворкин

Дизайн макета и обложки:

О. Н. Рябова

Компьютерная верстка:

О. Н. Рябова

Информационно-рекламная служба:

М. А. Агаркова
С. Н. Миснинович

Почтовый адрес:

115563, Москва, ул. Шипиловская, 28А,
компания «Совзонд»

Тел.: +7 [495] 642-88-70

+7 [495] 988-75-11

+7 [495] 988-75-22

Факс: +7 [495] 988-75-33

E-mail: geomatiks@sovzond.ru

Web-site: www.geomatika.ru

Перепечатка материалов допускается
только по согласованию с редакцией.

Журнал зарегистрирован
в Россвязькомнадзоре.

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

Номер подписан в печать 28.06.2013 г.

Отпечатано ООО «Юнион-Принт»



**Учредитель –
компания «Совзонд»**

Тираж 3000 экземпляров.

Рекомендованная цена – 217 р. 50 к.

КОМПАНИЯ «СОВЗОНД» ЗАКЛЮЧИЛА ДИСТРИБЬЮТОРСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ С BEIJING SPACE EYE (КИТАЙ)



Компания «Совзонд» и китайская компания Beijing Space Eye Innovation Technology Co. Ltd. подписали соглашение, в соответствии с которым компания «Совзонд» будет поставлять данные со спутника TH-1 в Россию и страны ближнего зарубежья — Армению, Азербайджан, Белоруссию, Грузию, Казахстан,

Таджикистан, Узбекистан, Киргизию, Туркмению и Украину.

Главными направлениями деятельности компании Beijing Space Eye Innovation Technology Co. Ltd. (BSEI) являются дистанционное зондирование Земли, технологии спутникового позиционирования (GPS) и геоинформационные проекты, базирующиеся на данных космической съемки высокого разрешения. BSEI — оператор и поставщик данных со спутника дистанционного зондирования Земли TH-1.

Космический аппарат TH-1 — первый китайский спутник, который может выполнять

стереоснимки в виде триплета для цифрового моделирования рельефа и картографических работ. Спутник оснащен тремя камерами — стереокамерой для получения стереотриплет снимков, панхроматической камерой высокого разрешения и мультиспектральной камерой, выполняющими съемку всей земной поверхности для научных исследований, мониторинга земельных ресурсов, геодезии и картографии. 6 мая 2012 г. был запущен спутник с аналогичными характеристиками TH-2, в 2014 г. планируется запустить спутник TH-3.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА TH-1

Дата запуска: 24 августа 2010 г.			
Средство выведения	CZ-2D		
Разработчик	China Aerospace Science and Technology Corporation, Chinese Academy of Space Technology (CAST)		
Оператор: Beijing Space Eye Innovation Technology Co. Ltd. (BSEI)			
Масса, кг	1000		
Орбита	Тип	Высота, км	Наклонение, град.
	Солнечно-синхронная	500	97,3
Расчетный срок функционирования, лет	3		

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный	Стереотриплет
Спектральный диапазон, мкм	0,51–0,69	0,43–0,52 (синий) 0,52–0,61 (зеленый) 0,61–0,69 (красный) 0,76–0,90 (ближний ИК)	0,51–0,69
Пространственное разрешение (в надире), м	2	10	15
Точность геопозиционирования, м	CE90 = 25		
Ширина полосы съемки, км	60	60	60
Периодичность съемки, сутки	9		
Возможность получения стереопары	Да		

26 апреля 2013 г. специалисты компании «Совзонд» по приглашению BSEI приняли участие в Конференции поставщиков данных, получаемых

со спутника TH-1, проходившей в Пекине. Среди приглашенных участников поставщики данных ДЗЗ и разработчики ГИС из КНР, России, Бразилии,

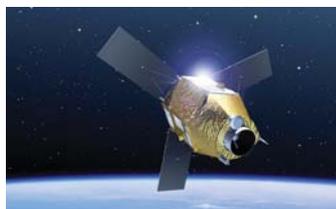
Сингапура, Монголии, Канады. В ходе конференции были рассмотрены технические характеристики спутника TH-1 и продемонстрированы возможности

применения получаемых с него данных. На дискуссии разработчикам был задан ряд вопросов и сформулированы пожелания со стороны дистрибьюторов касательно улучшения параметров получаемых

спутниковых данных. Помимо подписания дистрибьюторского соглашения была достигнута договоренность о предоставлении данных ДЗЗ с различных сенсоров ТН-1 и различных уровней обработки для

оценки геометрических, радиометрических, спектральных и дешифровочных характеристик снимков, точности получаемых на их основе цифровых моделей рельефа.

СПУТНИКИ ДЗЗ PLEIADES-1A И PLEIADES-1B СИНХРОНИЗИРОВАНЫ НА ОРБИТЕ



2 декабря 2012 г. российская ракета-носитель «Союз-СТ» с космодрома Куру во Французской Гвиане осуществила запуск европейского космического аппарата Pleiades-1B.

Программа Pleiades High Resolution является составной частью европейской спутниковой системы ДЗЗ и ведется под руководством французского космического агентства CNES начиная с 2001 г. Система включает в себя два спутника нового поколения сверхвысокого пространственного разрешения Pleiades-1A и Pleiades-1B с одинаковыми техническими характеристиками.

Спутник Pleiades-1A работает на орбите уже год. С запуском Pleiades-1B оба спутника

синхронизированы на одной орбите таким образом, чтобы иметь возможность обеспечить ежедневную съемку одного и того же участка земной поверхности. Использование космических технологий нового поколения, таких, как оптиковолоконные системы гиростабилизации, дает космическим аппаратам Pleiades-1A и Pleiades-1B беспрецедентную маневренность.

Спутники проводят съемку в панхроматическом и четырехканальном мультиспектральном режимах.

Пространственное разрешение космических снимков Pleiades — 70 см в панхроматическом режиме (после обработки — 50 см). Ширина полосы съемки в надире — 20 км, точность геопозиционирования без опорных точек — 4,5 м (СЕ90). Спутники имеют возможность не только производить стереосъемку, но и получать триплеты (tristereos). Все эти характеристики делают данные Pleiades незаменимым

источником для высокоточного картографирования и других задач.

Компания Astrium GEO-Information Services предлагает широкий выбор продуктов и сервисов со спутников Pleiades. Уникальная возможность спутников по проведению ежедневной повторной съемки идеально подходит для решения мониторинговых задач.

Минимальная площадь заказа для новой съемки — 100 кв. км, а для архивной — 25 кв. км. Исключительная особенность спутников Pleiades — возможность проведения съемки полосой в 5 км для отдельных областей интереса или получение из архива полосы съемки шириной 500 м.

В декабре 2012 г. в Москве подписано дистрибьюторское соглашение между компаниями «Совзонд» и Astrium GEO-Information Services, в соответствии с которым компания «Совзонд» поставляет данные со спутников Pleiades-1A и Pleiades-1B.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Даты запусков: 16 декабря 2011 г. (Pleiades-1A), 2 декабря 2012 г. (Pleiades-1B)

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		0,7 (после обработки — 0,5)	2,8 (после обработки — 2)
Максимальное отклонение от надира, 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	
Обработка		Радиометрическая, сенсорная и геометрическая коррекция. Приведение к картографической проекции	
Минимальная площадь заказа, кв. км	Архивные данные	25 (возможен заказ полигона произвольной формы)	
	Съемка на заказ	100 (возможен заказ полигона произвольной формы)	

СПУТНИК LANDSAT-8 НА ОРБИТЕ



Запуск спутника дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) LDCM — Landsat Data Continuity Mission — был осуществлен 11 февраля 2013 г. Сразу после запуска космический аппарат получил название Landsat-8.

Спутник Landsat-8, являющийся совместным проектом NASA и USGS (Геологическая служба США), продолжит пополнение банка космических снимков, получаемых с помощью спутников серии Landsat на протяжении уже 40 лет и охватывающих всю поверхность Земли. На космическом аппарате Landsat-8 установлены два сенсора: оптико-электронный (Operational Land Imager, OLI) и тепловой (Thermal

InfraRed Sensor, TIRS).

Ожидается, что спутник будет передавать более 400 снимков ежедневно — это значительно больше, чем передавали какие-либо предыдущие спутники Landsat. В конце марта 2013 г., после завершения подготовительных работ и проверки аппаратуры, спутник Landsat-8 передал первые снимки Земли. Доступ к данным Landsat-8 возможен как на официальном ресурсе USGS LandsatLook Viewer так и через веб-сервис -

ГЕОСЕРВЕР «Совзонд». При этом функционал ГЕОСЕРВЕРА обеспечивает возможность комплексирования данных Landsat с открытыми картографическими веб-сервисами, такими как Google, Yahoo, Yandex, Росреестр и другими. Одной из ключевых особенностей функционала является возможность анализа пожароопасной обстановки в совокупности с оперативными данными Landsat-8 с целью выявления пожаров и определения пораженных ими площадей.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Дата запуска: 11 февраля 2013 г.		
Стартовая площадка		Авиабазы Ванденберг (США)
Средство выведения		РН Atlas 5
Разработчик: OSC (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

Сенсор	OLI			TIRS
	VNIR	SWIR	PAN	TIR
Режим съемки				
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	30	15	100
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	12			

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ СОСТОЯНИЯ СПУТНИКОВ RAPIDEYE ПОКАЗАЛИ, ЧТО ГРУППИРОВКА БУДЕТ ФУНКЦИОНИРОВАТЬ КАК МИНИМУМ ДО 2019 г.



Компания RapidEye 17 января 2013 г. в Берлине объявила о получении положительных результатов проверки состояния спутников группировки RapidEye.

В то время как команда инженеров RapidEye работает над совершенствованием действующей системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), руководство компании разрабатывает план по обеспечению

непрерывности получения данных. Ответственным за это направление назначен технический директор компании RapidEye М. Оксфорд.

«Система RapidEye подтвердила свою надежность, — отметил д-р Б. Д’Соуза, руководитель инженерного подразделения компании. — В августе 2008 г. мы провели практически безупречный запуск. Проработав четыре года на орбите, вся группировка из пяти спутников продолжает эффективно функционировать. Судя по текущему техническому

состоянию спутников и наличию достаточного количества топлива и энергии, мы ожидаем, что группировка прослужит до 2019 г. и даже больше».

За время работы группировки спутников RapidEye на орбите отснято более 3 млрд кв. км. Съемка земной поверхности ведется в пяти спектральных каналах с разрешением (после обработки) 5 м. Данные со спутников группировки RapidEye особенно активно используются в сельском и лесном хозяйстве, нефтегазовой сфере и природопользовании.

MDA ПОДПИСАЛА МНОГОМИЛЛИОННЫЙ КОНТРАКТ НА СОЗДАНИЕ ТРЕХ РАДАРНЫХ СПУТНИКОВ RADARSAT CONSTELLATION MISSION



Компания MDA 9 января 2013 г. объявила о подписании контракта стоимостью 706 млн долл. с Канадским космическим агентством на создание, запуск и

обеспечение начальных операций группировки радарных спутников RADARSAT Constellation Mission (RCM). Срок действия контракта — 7 лет.

«Это хорошая новость, — сказал Д. Фридман, президент и генеральный директор MDA. — RCM основывается на передовых геоинформационных технологиях и современных возможностях радарной съемки из космоса, апробированных в ходе создания и использования спут-

ников RADARSAT-1 и RADARSAT-2. Новые спутники принесут еще больше пользы Канаде и компании MDA в деле обеспечения радарными данными».

RCM представляет собой группировку из трех спутников, которые обеспечивают круглосуточное покрытие поверхности Земли радарной съемкой. Данные, полученные от RCM, могут включать в себя повторные снимки одних и тех же районов в разное время суток, что

значительно улучшит мониторинг прибрежных зон, территорий северных, арктических водных путей и других областей стратегических и оборонных интересов. Система RCM также будет включать автоматизированные технологии дешифрирования, которые в сочетании с оперативным получением данных позволят немедленно обнаруживать и идентифицировать морские суда по всему мировому океану. Возможности компании MDA, уже сейчас являющейся одним из лидеров в области космического радарного мониторинга, существенно увеличатся с запуском спутников RCM.

Группировка спутников RCM позволит не только в текущем, но и в следующем десятилетии

удовлетворить растущий спрос на радарные данные в таких сферах, как нефте- и газодобыча, разработка месторождений других полезных ископаемых, оборона и безопасность и др.

Группировка из трех КА RADARSAT Constellation будет проводить съемку земной поверхности в С-диапазоне длин волн (5,6 см), с изменяемой поляризацией излучения (HH, VH, HV, VV). После запуска всех спутников будет обеспечена ежедневная съемка всей территории Канады, включая акваторию морей. Предполагается значительное ускорение обработки данных — заказчики будут получать необходимую информацию практически в реальном режиме времени.

Решаемые задачи:

- ✦ отслеживание ледовой обстановки;
- ✦ мониторинг судов;
- ✦ мониторинг распространения нефтяных загрязнений;
- ✦ всепогодное наблюдение за природными и антропогенными катастрофами (наводнения, штормы, землетрясения, оползни, извержения вулканов);
- ✦ наблюдение за береговой линией;
- ✦ мониторинг сельскохозяйственных культур, определение состояния посевов;
- ✦ определение породного состава лесов, мониторинг вырубок и состояния лесов;
- ✦ мониторинг смещений земной поверхности и сооружений;
- ✦ построение ЦММ и ЦМР.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Даты запусков (планируемые): 2016 (RCM-1), 2017 г. (RCM-2,3)		
Масса, кг		1300
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	600
Расчетный срок функционирования, лет		7

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Спектральный диапазон	С-диапазон (5,6 см)			
Периодичность съемки, сутки	12			
Режим	Номинальное пространственное разрешение, м	Ширина полосы съемки, км	Диапазон углов съемки, град.	Поляризация
Низкого разрешения (Low Resolution)	100 x 100	500	19–54	Одинарная (по выбору — HH или VV или HV или VH); двойная (по выбору — HH/HV или VV/VH)
Среднего разрешения (Medium Resolution — Maritime)	50x50	350	19–58	
Среднего разрешения (Medium Resolution Land)	16x16	30	20–47	
	30x30	125	21–47	
Высокого разрешения (High Resolution)	5x5	30	19–54	
Сверхвысокого разрешения (Very High Resolution)	3x3	20	18–54	
Ice/Oil Low Noise	100x100	350	19–58	
Ship Detection	Разное	350	19–58	

ОБНОВЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ ENVI — SARSCAPE И НОВЫЕ СЕРВИСЫ НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОТ КОМПАНИИ EXELIS VIS



Visual Information Solutions

Компания Exelis VIS (США) выпустила обновление программы ENVI 5.0 Service Pack 2 и Service Pack 3. Программный

комплекс ENVI — продукт, позволяющий проводить полный цикл обработки данных дистанционного зондирования

Земли (ДЗЗ): от ортотрансформирования и географической привязки изображений до тематической обработки и интеграции с геоинформационными системами.

Обновление Service Pack 2 включает новые инструменты обработки изображений, расширенные возможности импорта данных, а также исправления некоторых системных ошибок ENVI 5.0:

- * инструмент радиометрической коррекции данных (Radiometric Calibration), позволяющий осуществлять пересчет условных единиц яркости пикселей изображения в значения яркости на сенсоре, а также в единицы отражения на верхней границе атмосферы. Данный инструмент предоставляет возможность быстрой подготовки исходных данных для атмосферной коррекции в инструменте FLAASH;

- * усовершенствованные функции просмотра свойств векторных данных и аннотаций в Layer Manager;

- * поддержка Esri Mosaic datasets, новой модели базы геоданных для управления и доступа к наборам растровых данных, включающей космические снимки различного пространственного разрешения и функции их обработки;

- * поддержка стандартного протокола обслуживания геопривязанных изображений через Интернет Web Mapping Services (WMS) версии 1.3.0;

- * связь с Esri Image Services — приложением, предоставляющим быстрый доступ к растровым изображениям через web-сервис в программном комплексе ENVI. При этом установка ArcGIS 10 более не требуется;

- * поддержка данных SPOT-6, ALOS AVNIR-2, ALOS PRISM Level-1B2+RPC и др.;

- * поддержка файлов и метаданных новых форматов Landsat, появившихся в августе 2012 г., и многое другое.

Обновление Service Pack 3

включает поддержку новых спутниковых данных, новые инструменты обработки изображений, усовершенствованные опции интерфейса, расширенные возможности импорта данных, а также исправления некоторых системных ошибок ENVI 5.0:

- * поддержка данных Landsat-8; EO-1/ALI, Hyperion; DubaiSat-1, Pleiades-1A,B (уровень обработки Level-1B), RapidEye (уровень обработки Level-1B) и др.;

- * инструмент радиометрической коррекции данных (Radiometric Calibration), позволяющий осуществлять калибровку данных Landsat-8 и EO-1. Инструмент предоставляет возможность быстрой подготовки исходных данных для атмосферной коррекции в инструменте FLAASH;

- * чтение данных в формате PNG (для ОС Linux и Macintosh), ранее данная опция была доступна только для ОС Windows;

- * создание файла метаданных;
- * улучшенные параметры отображения аннотаций и векторов;
- * добавление файлов из ArcMap, ArcCatalog и Windows File Manager в вид окна Image путем перетаскивания (только для ОС Windows);

- * добавление растровых и векторных данных, а также аннотаций в вид окна Image путем перетаскивания их из Layer Manager;

- * вызов инструмента Image to map Registration посредством Toolbox;

- * многое другое.

Все пользователи ENVI 5.0, у которых действует техническая поддержка, могут обновить программу, скачав и установив Service Pack 2 и Service Pack 3.

Объявлено также о выходе новой версии программного комплекса SARscape 5.0.

На сегодняшний день SARscape по праву занимает лидирующие позиции среди программных продуктов, предназначенных для обработки и анализа радарных данных ДЗЗ. SARscape обеспечивает максимальную поддержку существующих радарных сенсо-

ров: Envisat/ASAR, RADARSAT-1,2, TerraSAR-X/TanDEM-X, CosmoSky-Med 1-4 и др.

Модули SARscape позволяют выполнять обработку радарных данных, включая радарную интерферометрию (построение цифровых моделей местности, определение подвижек), поляриметрию (создание композитных поляриметрических изображений, выполнение классификации) и др.

Информация, извлекаемая из радарных данных космических съемок с помощью SARscape, находит широкое применение в следующих областях: мониторинг смещений и деформаций земной поверхности и сооружений, построение цифровых моделей местности и рельефа, сельское и лесное хозяйство, городское планирование, экология, оценка последствий наводнений, всепогодный мониторинг судоходства, нефтеразливов, ледовой обстановки и т. д.

Основные обновления SARscape 5.0:

- * интеграция с ENVI 5.0;

- * появление 64-битной версии SARscape;

- * поддержка данных GPS (в форматах SINEX и GSI), которые могут быть использованы в любом меню SARscape в случае необходимости ввода наземных контрольных точек;

- * появление нового инструмента геофизического моделирования (Geophysical Modeling), включающего набор функций, позволяющих моделировать землетрясения и вулканическую активность, используя на входе карты смещений земной поверхности в комплексе с различными дополнительными данными (векторные файлы геологических разломов и др.);

- * появление улучшенного инструмента для отслеживания подвижек ледовых массивов по амплитуде радарных снимков;

- * появление инструмента слияния цифровых моделей рельефа (DEM Fusion), позволяющего

получать единую ЦМР из нескольких, рассчитанных в SARscape или полученных из других источников.

Компания Exelis VIS предлагает новое программное решение — ENVI Services Engine, предоставляющее доступ к инструментам анализа снимков для всех пользователей компании посредством облачных технологий или через корпоративную сеть (рис.).

Разработка ENVI Services



Рис. Блок-схема функционирования ENVI Services Engine

Engine вызвана общемировой тенденцией увеличения количества сервисов, основанных на облачных вычислениях, и их активного использования государственными организациями, а также сокращением бюджетов и увеличением объемов обработки геопространственных данных. С учетом этих факторов, создание более эффективной системы было просто необходимо. ENVI Services Engine является оптимальным решением для государственных организаций, использующих в своих проектах данные дистанционного зондирования Земли, результаты обработки и анализа которых важны при принятии управленческих решений.

ENVI Services Engine позволяет быстро и просто создавать, публиковать и распространять информацию, полученную в результате обработки и анализа данных ДЗЗ в виде web-сервисов. Далее доступ к этим сервисам возможен через тонкие

и/или мобильные клиенты. Таким образом, результаты обработки аэрокосмических изображений могут быть использованы для оперативного и обоснованного принятия решений. ENVI Services Engine включает алгоритмы обработки изображений программного комплекса ENVI.

Гибкая архитектура продукта позволяет использовать его совместно с любыми платформами, включая широко распространённый Esri ArcGIS for Server.

«Использование облачной версии ENVI особенно эффективно для больших корпораций и организаций с распределённой структурой для оптимизации рабочего процесса и оперативности принятия решений, — отметила Джей Лампе (Jaye Lampe), президент Exelis VIS. — К преимуществам использования ENVI Services Engine можно отнести экономию средств компании на внедрение, простоту управления, контроль качества полученных результатов».

ЗАПУСК ИНДИЙСКОГО СПУТНИКА CARTOSAT-3 ЗАПЛАНИРОВАН НА 2014 Г.



В Индии на базе плановой системы государственного финансирования космической отрасли создана одна из самых эффективных программ дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В стране успешно эксплуатируется группировка из космических аппаратов различного назначения, в том числе картографической серии CARTOSAT.

По заявлению Индийского космического агентства ISRO, оче-

редней спутник серии CARTOSAT-3 планируется запустить в 2014 г. Он будет снабжен оптико-электронной аппаратурой с беспрецедентным пространственным разрешением 25 см. В настоящее время съемку с наивысшим разрешением (0,41 см) ведет американский спутник GeoEye-1.

Космический аппарат CARTOSAT-1 был запущен в 2005 г. На его борту установлены два панхроматических сканера с разрешением 2,5 м, что позволяет получать стереоизображения с высокими метрическими характеристиками. На основе данных, полученных со спутника, возможно построение цифровой модели рельефа с точностью порядка 5 м по высоте.

С 2007 г. на орбите работает

космический аппарат CARTOSAT-2, который ведет панхроматическую съемку поверхности Земли с шириной полосы 9,6 км и пространственным разрешением 0,8 м. Отличительная особенность и главное преимущество спутника — возможность съемки любого протяженного объекта со сложной конфигурацией со сверхвысоким пространственным разрешением в кратчайшие сроки. Спутники CARTOSAT-2A и CARTOSAT-2B были запущены соответственно в 2008 и 2010 гг. Их технические характеристики аналогичны космическому аппарату CARTOSAT-2. Данные со спутника CARTOSAT-3 будут использоваться для картографирования и решения других стратегически важных задач.

ВЫШЛА НОВАЯ ВЕРСИЯ ПО TRIMBLE INPHO 5.5.1



Компании «Совзонд» и Trimble GeoSpatial Imaging сообщают о выходе новой версии ПО Trimble INPHO 5.5.1.

ПО INPHO по праву занимает лидирующие позиции среди профессиональных продуктов для фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Версия INPHO 5.5.1 включает усовершенствованные опции интерфейса, расширенные воз-

можности импорта данных, а также исправления некоторых системных ошибок предыдущей версии программы. В частности, в новой версии:

- * реализован экспорт информации о параметрах съемочной камеры в Summit Evolution (ApplicationsMaster);
- * реализован экспорт связующих точек в Summit Evolution (ApplicationsMaster);
- * устранена проблема, возникающая при создании пирамид при загрузке изображений (ApplicationsMaster);
- * реализована возможность работы в заданном количестве

рабочих окон (MATCH-AT);

- * усовершенствован алгоритм интерполяции цифровых моделей рельефа по данным с гибридной структурой (точки/линии) в DTMToolkit (ApplicationsMaster);
- * решена проблема отображения тайлов при загрузке посредством шейп-файлов (OrthoVista);
- * реализована возможность экспорта в WRL в BuildingAddon (DTMaster);
- * улучшена ADS-обработка (OrthoMaster);
- * улучшена поддержка TPIX для обработки моделей поверхности (OrthoMaster);
- * многое другое.

DIGITALGLOBE И MDA ПОДВЕЛИ ФИНАНСОВЫЕ ИТОГИ 2012 г.

Крупные участники мирового геоинформационного рынка — компании DigitalGlobe (США) и MDA (Канада) — опубликовали финансовые отчеты по итогам 4-го квартала и 2012 г. в целом.



Доход компании DigitalGlobe в 4-м квартале 2012 г. составил 125,4 млн долл., что на 28% больше по сравнению с тем же периодом 2011 г. Чистая прибыль за 4-й квартал 2012 г. составила 17,1 млн долл. по сравнению с чистым убытком в 27,0 млн долл. в 4-м квартале 2011 г. В целом за 2012 г. доход составил 421,4 млн долл., что на 24% больше по сравнению с 2011 г. Компания сообщила о чистой прибыли в размере 39,0 млн долл. по сравнению с чистым убытком в 28,1 млн долл. в 2011 г.

Компания DigitalGlobe была основана в 1992 г. Головной офис

расположен в Лонгмонте (США, штат Колорадо). 1 февраля 2013 г. DigitalGlobe и GeoEye объединились в одну компанию. Новая компания называется DigitalGlobe и является одним из мировых лидеров в области ДЗЗ и геоинформационных технологий. В настоящее время DigitalGlobe — оператор спутников ДЗЗ сверхвысокого разрешения WorldView-1 (разрешение 50 см), WorldView-2 (46 см), QuickBird (61 см), GeoEye-1 (41 см) и IKONOS (1 м). Общая суточная производительность системы — свыше 3 млн кв. км.

Консолидированная выручка компании MDA за весь 2012 г. увеличилась до 880 млн долл.



по сравнению с 761 млн долл. в 2011 г. В том числе выручка в сегменте ДЗЗ составила 493 млн долл. по сравнению с 523 млн долл. в 2011 г.

Операционная прибыль за весь 2012 г. увеличилась до 127 млн долл. по сравнению со 117 млн долл. за 2011 г. Чистая прибыль за весь 2012 г. составила 86 млн долл. по сравнению со 130 млн долл. за 2011 г. Уменьшение прибыли связано с расходами на приобретение компании Space Systems / Loral (SSL).

Компания MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd. (MDA) была основана в 1969 г. Она предоставляет передовые информационные (в том числе и геоинформационные) решения, собирая и обрабатывая огромные массивы данных. Компания осуществляет свою деятельность в двух направлениях: информационные продукты и информационные системы. MDA является разработчиком и оператором радарных спутников RADARSAT-1 и RADARSAT-2. В настоящее время компания насчитывает более 3200 сотрудников, включая офисы в США, Великобритании и Канаде.

Будущее космической съемки. Блицопрос*

В настоящее время одной из заметных тенденций является развитие оперативной и глобальной съемки земной поверхности с высоким разрешением с помощью малых спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Об этом и о видении других направлений будущего космических систем наблюдения Земли мы попросили в режиме блицопроса рассказать руководителя направления компании SSTL (Великобритания) М. Свитинга (M. Sweeting), вице-президента компании RapidEye (Германия) Дж. Алрихса (J. Ahlrichs), генерального директора ОАО «Корпорация ВНИИЭМ» (Россия) Л. А. Макриденко.



М. Свитинг
(SSTL)



Дж. Алрихс
(RapidEye)



Л.А. Макриденко
(ОАО «Корпорация
ВНИИЭМ»)

ГЕОМАТИКА: Не могли бы Вы подвести краткие итоги 2012 г. для Вашей компании и для отрасли ДЗЗ в целом? Какими событиями запомнился Вам минувший год?

SSTL: Доход компании SSTL в 2012 г. составил 80 млн фунтов, 44% этого дохода относятся к отрасли ДЗЗ. В 2011 г. мировой рынок ДЗЗ составил 1,4 млрд долл., что на 6% больше, чем в 2010 г.

RapidEye: Для нас 2012 г. был очень успешным. Мы провели первую партнерскую конференцию, на которой представили наш новый продукт — RapidEye Mosaics, а также новые услуги и сервисы и рассказали о планах относительной нашей группировки спутников следующего поколения. Благодаря эффективному методу продаж наших партнеров в 2012 г. прибыль компании превзошла наши ожидания.

ВНИИЭМ: Главное событие 2012 г. — успешный запуск и начало эксплуатации космического комплекса «Канопус-В» и БКА, создание совместной российско-белорусской группировки на базе этих космических аппаратов.

ГЕОМАТИКА: Какими видятся Вам основные тенденции развития отрасли ДЗЗ на ближайшее будущее?

SSTL: Снижение капитальных затрат на системы

ДЗЗ за счет использования группировки малых спутников и недорогой оптической и радарной съемочной аппаратуры позволит предоставлять нашим пользователям более полную и оперативную информацию.

RapidEye: Всем известно, что компании разрабатывают новую продукцию и услуги, которые сделают их программы по получению данных, а также сервисы для работы с архивами данных более конкурентоспособными. Преимущество получают продукты и услуги, базирующиеся на облачных технологиях обработки, хранения или предоставления данных. Используя облачные технологии, даже неопытные пользователи могут воспользоваться в полной мере данными компании RapidEye, а наши партнеры — создать новые бизнес-модели. Также мы заметили, что пользователи очень заинтересованы в оформлении интернет-подписки для получения продукции и услуг через «облако» в качестве альтернативы прямого заказа данных.

ВНИИЭМ: Основные тенденции: создание космических систем на базе маломассогабаритных космических аппаратов, позволяющих получать информацию с высокой степенью оперативности, детальности и точности; пространственное разрешение в панхроматическом режиме 1–2 м, полоса захвата 60–100 км; снижение стоимости создания и запуска спутников ДЗЗ, а также получаемых данных; создание международных группировок малых космических аппаратов ДЗЗ.

ГЕОМАТИКА: Каковы планы Вашей компании по разработке систем космического мониторинга и запуску спутников ДЗЗ?

SSTL: В наших ближайших планах — создание группировки оптических спутников сверхвысокого разрешения (до 1 м) DMC-3 для предоставления их в аренду; создание группировки оптических

*Перевод с английского языка и подготовку к публикации выполнила Д. О. Мордвина (компания «Совзонд»).

спутников среднего разрешения для широкополосной съемки поверхности Земли; создание малых радарных спутников, работающих в S-диапазоне, для мониторинга морской акватории, лесных массивов и прогноза наводнений; запуски в 2013 г. демонстрационного радарного спутника TDS (technology demonstration satellite) и первого казахского спутника ДЗЗ среднего разрешения; запуск в 2014 г. группировки DMC-3 сверхвысокого разрешения; запуск радарного спутника NovaSAR в 2015 г.

RapidEye: Главное направление деятельности компании RapidEye — разработка надежных программ по осуществлению мониторинга и съемки больших территорий. Наши специалисты работают над созданием новых решений, которые будут отвечать всем требованиям заказчиков. Эти решения и становятся основой национальной мониторинговой системы будущего. К счастью, наша группировка спутников прекрасно функционирует на сегодняшний день, и мы рассчитываем, что она успешно проработает до 2019 г. Сейчас у нас достаточно времени, чтобы детально определить и разработать необходимый набор технических требований для того, чтобы не прекращать предоставление данных.

ГЕОМАТИКА: Планирует ли Ваша компания расширять спектр своих продуктов? Будет ли расширяться тематическая обработка космических снимков с целью предоставления заказчикам необходимой им специализированной информации?

STTL: Главная цель нашей компании — это производство и запуск малых спутников (100–400 кг) и последующая передача данных клиентам.

RapidEye: Мы всегда расширяем линейку своих продуктов, основываясь на общих тенденциях на рынке ДЗЗ, а также на основе конкретных требований заказчиков. Например, в 2012 г. мы выпустили новую линейку очень точных мозаик. Также мы представили на рынке наш сервис GeoCloud, где мы храним, обрабатываем информацию вместе с данными RapidEye, которые находятся в нашем центре, принадлежащем нашей головной компании — BlackBridge Group. В 2013 г. мы уже анонсировали нашу новую программу для сельского хозяйства с использованием сервиса GeoCloud. Это позволит нашим партнерам получать это же время снимки (различные покрытия в течение всего периода роста) всех сельскохозяйственных регионов, а также даст возможность клиентам (фермерам), работающим удаленно друг от друга на огромных расстояниях, взаимодействовать и получать необходимую информацию.

ВНИИЭМ: В наших планах расширение видов

тематической обработки космических снимков.

ГЕОМАТИКА: В последние годы идет соревнование между американскими и европейскими спутниковыми системами ДЗЗ сверхвысокого разрешения. Существует ли такое соревнование развитию рынка данных или, наоборот, его монополизации? Объединение DigitalGlobe и GeoEye — это появление супермонополии?

STTL: Конечно, чем больше источников данных, тем лучше будет развиваться рынок, однако следует с осторожностью относиться к государственному финансированию в этой сфере, чтобы не подорвать деятельность частного сектора.

RapidEye: Конкуренция всегда приводит к изменениям и новым разработкам. Именно конкуренция способствует развитию отрасли. Вопрос о монополизации всегда интересно пообсуждать, но на практике в сегодняшних условиях монополию очень трудно поддерживать. Людям всегда нужен выбор, а с таким огромным количеством запускаемых спутников выбор у них всегда будет.

ГЕОМАТИКА: Какой путь, на Ваш взгляд, наиболее перспективен для инновационного развития космических систем (в том числе и сферы дистанционного зондирования Земли): более активное участие государства или расширение рынка и частного бизнеса?

STTL: В конечном итоге дистанционное зондирование должно предлагаться в качестве услуги частным сектором — так же, как это произошло с геостационарными спутниками; в противном случае государству придется постоянно инвестировать средства в дорогостоящие космические системы. У государства есть своя четкая роль в обеспечении долгосрочных программ наблюдения за изменением климата и научных исследований, однако оперативную и качественную поставку данных ДЗЗ может обеспечивать частный сектор.

RapidEye: Разработка систем ДЗЗ — очень затратная сфера деятельности, и очень затруднительно, если вообще возможно, полностью отказаться от государственного финансирования. Государство играет решающую роль для успешного развития данной отрасли. Оно финансирует передовые исследования, которые приводят к созданию новых космических аппаратов и съемочной аппаратуры. Кроме того, в рамках гарантированных государством договоров, как правило, оговаривается снижение всех рисков в частном секторе.

ВНИИЭМ: Наиболее перспективно, на наш взгляд, активное участие государства в сфере развития ДЗЗ при участии частного бизнеса.

ГЕОМАТИКА: Давайте попробуем заглянуть в ближайшее будущее. Еще недавно многие вещи,

которые мы используем в повседневной жизни, казались фантастикой. А что, на Ваш взгляд, ждет всех нас в сфере космических технологий через 5 или 10 лет?

SSTL: Группировки недорогих малых оптических (в том числе гиперспектральных) и радарных спутников позволят создать ежедневно обновляющуюся глобальную базу данных, которая может быть доступна широкому кругу пользователей и применяться для решения самых разнообразных задач, большинство из которых мы пока даже не можем представить.

RapidEye: Технологии будут продолжать совершенствоваться. Системы ДЗЗ будут становиться все миниатюрнее, а их сборка, запуск и управление — дешевле. Государство будет запускать исследовательские спутники в сотрудничестве с коммерческим сектором. В результате спутники станут повседневной нормой жизни, а данные постепенно превратятся в товар. Задача для коммерческого сектора — организовать такой непрерывный поток инноваций и изменений, который приведет к созданию новых продуктов и услуг, недостижимых для поставщиков «бесплатных» данных. Облачные сервисы на базе интернет-технологий станут платформой для хранения и анализа данных. Коммерческое применение программ для получения данных по всему миру, а также для обработки данных на базе облачных технологий претерпит серьезное изменение — предприниматели смогут создавать программы

по мониторингу как локального, так и глобального уровня, которые позволят государственному, коммерческому и частному сектору получать и оценивать визуализированную информацию о происходящих изменениях на всех уровнях. У нашей компании есть решения, которые мы уже давно разработали, но еще пока не применяли. Эти решения могут включать в себя непрерывный мониторинг лесов и сельскохозяйственных земель для увеличения производительности, повышения национальной безопасности и управления налогообложением. Также наши решения позволяют осуществлять мониторинг городской инфраструктуры для выявления изменений, которые дадут нам возможность внести необходимые поправки в систему городского планирования, а также обновить навигационное оборудование. В будущем появятся и трудности, о которых мы даже не подозреваем. Но что самое главное, в будущем нас ожидает больше информации, которая позволит нам эффективнее принимать решения. И благодаря большому объему данных нам будет легче понимать постоянно изменяющийся мир вокруг нас.

ВНИИЭМ: Осуществляется ежедневное обновление геопространственной информации, в частности среднего и высокого разрешения, по всей территории Земли. Ее доступность, точность и достоверность сравнимы с картами масштаба 1:10 000. Развиваются трехмерные технологии в области интерпретации данных ДЗЗ.





**КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

КОМПАНИЯ «СОВЗОНД»

Ваш спутник в мире информационных технологий

115563, 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



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 — главный аналитик компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

С. А. Дудкин (компания «Совзонд»)

В 1997 г. окончил Череповецкое высшее военное инженерное училище радиоэлектроники 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.

Новейшие и перспективные спутники дистанционного зондирования Земли

Революционное развитие компьютерных, космических, информационных технологий в конце XX – начале XXI в. привело к качественным изменениям в отрасли дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ): появились космические аппараты со съемочными системами нового поколения, позволяющие получать снимки со сверхвысоким пространственным разрешением (до 41 см у спутника GeoEye-1). Съемки ведутся в гиперспектральном и многоканальном мультиспектральном (в настоящее время до 8 каналов у спутника WorldView-2) режимах. Основными тенденциями последних лет является появление новых спутников сверхвысокого разрешения с улучшенными характеристиками (французская система Pleiades), разработка концепции оперативной и глобальной съемки земной поверхности с высоким разрешением с помощью группировок малых спутников (группировка немецких спутников RapidEye, пополнение группировки DMC спутником высокого разрешения, перспективные спутники SkySat, NovaSAR и т. д.). В технологиях ДЗЗ, помимо традиционных направлений (улучшение пространственного разрешения, добавление новых спектральных каналов, автоматизация процессов обработки и оперативного предоставления данных), появляются разработки, связанные с оперативной видеосъемкой объектов из космоса (например, разработки компании SkyBox Imaging, США).

В данном обзоре мы дадим характеристику некоторых наиболее интересных космических аппаратов ДЗЗ высокого и сверхвысокого разрешения, запущенных на орбиту в течение последних двух лет и планируемых к запуску в ближайшие три–четыре года.

РОССИЯ

В соответствии с Федеральной космической программой в 2012 г. был осуществлен запуск малого космического аппарата (КА) **«Канопус-В»**. Он предназначен для обеспечения подразделений Роскосмоса, МЧС России, Минприроды России, Росгидромета, РАН и других заинтересованных ведомств оперативной информацией. Среди задач, стоящих перед спутником, можно выделить:

- ✦ обнаружение очагов лесных пожаров, крупных выбросов загрязняющих веществ в природную среду;
- ✦ мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, в том числе стихийных гидрометеорологических явлений;
- ✦ мониторинг сельскохозяйственной деятельности, природных (в том числе водных и прибрежных) ресурсов;
- ✦ землепользование;
- ✦ оперативное наблюдение заданных районов земной поверхности.

Образец снимка с КА «Канопус-В» представлен на рис. 1.

Кроме спутника «Канопус-В», в настоящее время в составе российской орбитальной группировки ДЗЗ завершают работу спутники «Ресурс-ДК1» (запущен в 2006 г.) и «Монитор-Э» (запущен в 2005 г.). Особенностями КА «Ресурс-ДК1» являются повышенные оперативные и точностные характеристики получаемых изображений (разрешение 1 м в панхроматическом режиме, 2–3 м — в мультиспектральном). Данные со спутника активно используются для создания и обновления топографических и специальных карт, информационного обеспечения рационального



Рис. 1. «Канопус-В». Россия, г. Красноярск. Синтез в естественных цветах. Разрешение 2,1 м

природопользования и хозяйственной деятельности, инвентаризации лесов и сельскохозяйственных земель, других задач.

Продолжением миссии отечественных спутников природно-ресурсного назначения высокого разрешения является оптико-электронный КА «Ресурс-П», запущенный 25 июня 2013 г. При создании спутника применялись технические решения, разработанные при создании КА «Ресурс-ДК1». Использование круговой солнечно-синхронной орбиты высотой 475 км позволит существенно улучшить условия наблюдения. С шести до трех суток улучшится периодичность наблюдения. Съемка будет вестись в панхроматическом и 5-канальном мультиспектральном режимах. Дополнительно к оптико-электронной аппаратуре высокого разрешения на спутнике будут установлены гиперспектральный спектрометр (ГСА) и широкозахватный мультиспектральный съемочный комплекс высокого (ШМСА-ВР) и среднего (ШМСА-СР) разрешения.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА «КАНОПУС-В»

Дата запуска: 22 июля 2012 г.			
Стартовая площадка: Космодром Байконур			
Средство выведения: РН «Союз-У»			
Разработчик: ФГУП «НПП ВНИИЭМ»			
Оператор: НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»			
Масса, кг	400		
Орбита	Тип	Высота, км	Наклонение, град.
	Солнечно-синхронная	510-540	98
Расчетный срок функционирования, лет	5		

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА «КАНОПУС-В»

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	2x122,8	

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА «РЕСУРС-П»

Дата запуска: 25 июня 2013 г.		
Стартовая площадка: Космодром Байконур		
Средство выведения: РН «Союз-2»		
Разработчик: ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»		
Орбита	Тип	Круговая солнечно-синхронная
	Высота, км	475
	Наклонение, град.	97, 276
Расчетный срок функционирования, лет	5	

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА «РЕСУРС-П»

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	СЕ90 mono = 3,1–21				
Ширина полосы съемки, км	38		96	480	25
Ширина полосы обзора, км	950		1300		950
Производительность съемки, млн кв. км/сутки	1				
Периодичность съемки, сутки	3				

В ближайших планах наращивания российской орбитальной группировки ДЗЗ запуск спутников серии «Обзор».

Группировка из четырех оптико-электронных КА «Обзор-О» предназначена для оперативной мультиспектральной съемки России, прилегающих территорий соседних государств и отдельных районов Земли. На первом этапе (2015–2017 гг.) планируется запустить два космических аппарата, на втором (2018–2019 гг.) — еще два. Система «Обзор-О» будет служить для обеспечения данными космической съемки МЧС России, Минсельхоза России, РАН, Росреестра, других министерств и ведомств, а также регионов России. На КА

«Обзор-О» №1 и №2 планируется установить опытные образцы гиперспектральной аппаратуры.

Согласно техническим требованиям к системе «Обзор-О» она должна состоять из четырех спутников, способных вести съемку в восьми спектральных диапазонах, в том числе в видимом и инфракрасном. Разрешение камер в видимом диапазоне будет составлять пять метров, в инфракрасном — не хуже двадцати метров. При этом на первом этапе создания системы, когда на орбите будут работать два аппарата, «Обзор-О» должен обеспечить съемку всей территории России не более чем за 30 суток; когда к работе приступят все четыре спутника — не более чем за 7 суток.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА «ОБЗОР-О»

Даты запуска (планируемые): «Обзор-О» №1 — 2015 г., «Обзор-О» №2 — 2017 г., «Обзор-О» №3 — 2018 г., «Обзор-О» №4 — 2019 г.

Разработчик: ГННПЦ имени М. В. Хруничева

Оператор: Роскосмос

Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	700
	Наклонение, град.	98,2

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА «ОБЗОР-О»

Режим съемки	Мультиспектральный	
	1-й этап	2-й этап
Спектральный диапазон, мкм	7 одновременно работающих спектральных канала: 0,50–0,85 0,44–0,51 0,52–0,59 0,63–0,68 0,69–0,73 0,76–0,85 0,85–1,00	8 одновременно работающих спектральных канала: 0,50–0,85 0,44–0,51 0,52–0,59 0,63–0,68 0,69–0,73 0,76–0,85 0,85–1,00 1,55–1,70
Пространственное разрешение (в надире), м	Не более 7 (для канала 0,50–0,85); не более 14 (для остальных каналов)	Не более 5 (для канала 0,50–0,85); не более 20 (для канала 0,55–1,70); не более 14 (для остальных каналов)
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	12	
Точность геопозиционирования, м	30–45	20–40
Ширина полосы съемки, км	Не менее 85	Не менее 120
Производительность съемки каждого КА, млн кв. км/сутки	6	8
Периодичность съемки, сутки	30	7
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/с	600	

Радарный КА «Обзор-Р» предназначен для проведения съемки в X-диапазоне в любое время суток (вне зависимости от погодных условий) в интересах социально-экономического развития Российской Федерации. «Обзор-Р» будет служить для обеспечения данными радарной съемки МЧС России, Минсельхоза России, Росреестра, других министерств и ведомств, а также регионов России.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА «ОБЗОР-Р»

Дата запуска (планируемая): 2015 г.	
Стартовая площадка: Космодром Плесецк	
Средство выведения: РН «Союз-2»	
Разработчик: ФГУП «ГНПРЦ «ЦСКБ-Прогресс»	
Оператор: Роскосмос	
Расчетный срок функционирования, лет	5

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА «ОБЗОР-Р»

Спектральный диапазон	X-диапазон (3,1 см)			
Периодичность съемки, сутки	2 (в полосе широт от 35 до 60° с. ш.)			
Режим	Номинальное пространственное разрешение, м	Полоса обзора, км	Ширина полосы съемки, км	Поляризация
Высокодетальный кадровый режим (ВДК)	1	2×470	10	Одинарная (по выбору — Н/Н, V/V, Н/V, V/Н) Одинарная (по выбору — Н/Н, V/V, Н/V, V/Н); двойная (по выбору — V/(V+Н) и Н/(V+Н))
Детальный кадровый режим (ДК)	3	2×600	50	
Узкополосный маршрутный режим (УМ)	5	2×600	30	
	3	2×470		
Маршрутный режим	20	2×600	130	
	40		230	
Широкополосный маршрутный режим	200	2×600	400	
	300		600	
	500		750	

БЕЛОРУССИЯ

Запущенный в 2012 г. вместе с российским КА «Канопус-В» спутник **БКА** (Белорусский космический аппарат) обеспечивает полное покрытие территории страны космической съемкой. По международной классификации космический аппарат относится к классу малых спутников (он полностью идентичен КА «Канопус-В»). Полезная нагрузка БКА включает панхроматическую и мультиспектральную камеры с полосой захвата 20 км. Полученные снимки позволяют рассмотреть объекты на земной поверхности с разрешением 2,1 м в панхроматическом режиме и 10,5 м — в мультиспектральном. Этого достаточно для того, чтобы выполнять различные задачи, связанные с мониторингом, например выявление очагов пожаров и т. д. Однако в будущем стране может понадобиться спутник с более высоким разрешением. Белорусские ученые готовы начать разработку космического аппарата с разрешением до 0,5 м. Окончательное решение по проекту нового спутника будет принято, по-видимому, в 2014 г., а его запуск можно ожидать не ранее 2017 г.

УКРАИНА

Запуск КА «Сич-2» был осуществлен в рамках национальной космической программы Украины с целью дальнейшего развития системы космического мониторинга и геоинформационного обеспечения народного хозяйства страны. Спутник оснащен оптико-электронным сенсором с тремя

спектральными и одним панхроматическим каналами, а также сканером среднего инфракрасного диапазона и комплексом научной аппаратуры «Потенциал». Среди главных задач, стоящих перед КА «Сич-2», мониторинг аграрных и земельных ресурсов, водных объектов, состояния лесной растительности, контроль районов чрезвычайных ситуаций. Образец снимка с КА «Сич-2» представлен на рис. 2.

Спутник был выведен из эксплуатации в мае 2013 г. Государственное космическое агентство Украины планирует в ближайшем будущем запустить КА «Сич-3-0» с разрешением лучше 1 м. Спутник создается в КБ «Южное».



Рис. 2. «Сич-2». Россия, Московская область, г. Подольск. Мультиспектральный режим. Разрешение 8,2 м (2012 г.)

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА «СИЧ-2»

Дата запуска: 17 августа 2011 г.			
Стартовая площадка: Пусковая база «Ясный» (Россия)			
Средство выведения: РН «Днепр»			
Разработчик: ГНБ «Южное» им. М. К. Янгеля			
Оператор: Государственное космическое агентство Украины			
Масса, кг	176		
Орбита	Тип	Высота, км	Наклонение, град.
	Солнечно-синхронная	700	98,2
Расчетный срок функционирования, лет	5		

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА «СИЧ-2»

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,51–0,90	0,51–0,59 (зеленый) 0,61–0,68 (красный) 0,80–0,89 (ближний ИК)
Пространственное разрешение (в надире), м	8,2	
Ширина полосы обзора, км	48,8	



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, Ресурс-Ф и др.



Компания «Совзонд»

115563, Москва, ул. Шипиловская, 28А

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

Факс: +7(495) 988-7533

E-mail: sovzond@sovzond.ru

США

В США отрасль ДЗЗ активно развивается прежде всего в секторе сверхвысокого разрешения. 1 февраля 2013 г. две ведущие американские компании DigitalGlobe и GeoEye — мировые лидеры в области поставки данных сверхвысокого разрешения — объединились. Новая компания оставила название DigitalGlobe. Суммарная рыночная стоимость компании составляет 2,1 млрд долл.

В результате объединения компания DigitalGlobe в настоящее время обладает уникальными возможностями для предоставления широкого набора космических снимков и геоинформационных сервисов. Несмотря на монопольное положение в самом доходном сегменте рынка, основную часть доходов (75–80%) объединенной компании приносит оборонный заказ по 10-летней программе EnhancedView (EV) общей стоимостью 7,35 млрд долл., предусматривающий госза-

купку ресурсов коммерческих спутников в интересах Национального агентства геопространственной разведки (NGA).

В настоящее время DigitalGlobe является оператором спутников ДЗЗ сверхвысокого разрешения WorldView-1 (разрешение 50 см), WorldView-2 (46 см), QuickBird (61 см), GeoEye-1 (41 см) и IKONOS (1 м). Общая суточная производительность системы — более 3 млн кв. км.

В 2010 г. компания DigitalGlobe заключила контракт с компанией Ball Aerospace на разработку, создание и запуск спутника **WorldView-3**. Стоимость контракта составляет 180,6 млн долл. Компания Exelis VIS получила контракт на создание бортовой съемочной системы для спутника WorldView-3 на сумму 120,5 млн долл. Съемочная система WorldView-3 будет аналогична той, которая установлена на КА WorldView-2. Кроме того, съемка будет проводиться в режимах SWIR (8 каналов; разрешение 3,7 м) и CAVIS (12 каналов; разрешение 30 м).

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА WORLDVIEW-3

Дата запуска (планируемая): 2014 г.		
Разработчики: Ball Aerospace & Technologies, Exelis (бортовая съемочная аппаратура)		
Оператор: DigitalGlobe		
Масса, кг		2800
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	617
Расчетный срок функционирования, лет		7,25

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА WORLDVIEW-3

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,50–0,90	0,40–0,45 (фиолетовый или coastal) 0,45–0,51(синий) 0,51–0,58 (зеленый) 0,585–0,625 (желтый) 0,63–0,69 (красный) 0,63–0,69 (крайний красный или red-edge) 0,77–0,895 (ближний ИК-1) 0,86–1,04 (ближний ИК-2)
Пространственное разрешение (в надире), м	0,31	1,24
Максимальное отклонение от надира, град.		40
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель		11
Точность геопозиционирования, м		CE90 mono = 3,5
Ширина полосы съемки, км		13,1
Периодичность съемки, сутки		1
Возможность получения стереопары		Да
Формат файлов		GeoTIFF, NITF

Перспективный КА **GeoEye-2** начал разрабатываться в 2007 г. Он будет иметь следующие технические характеристики: разрешение в панхроматическом режиме — 0,25–0,3 м, улучшенные спектральные характеристики. Производитель сенсора — компания Exelis VIS. Первоначально запуск спутника планировался в 2013 г., однако после объединения компаний DigitalGlobe и GeoEye было принято решение, завершив создание спутника, поставить его на хранение для последующей замены одного из спутников на

орбите либо до момента, когда спрос сделает его запуск выгодным для компании.

11 февраля 2013 г. был осуществлен запуск нового КА **Landsat-8** (проект LDCM — Landsat Data Continuity Mission). Спутник продолжит пополнение банка изображений, получаемых с помощью спутников серии Landsat на протяжении уже 40 лет и охватывающих всю поверхность Земли. На КА Landsat-8 установлены два сенсора: оптико-электронный (Operational Land Imager, OLI) и тепловой (Thermal InfraRed Sensor, TIRS).

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА LANDSAT-8

Дата запуска: 11 февраля 2013 г.		
Стартовая площадка: Авиабазы Ванденберг		
Средство выведения: RH Atlas 5		
Разработчик: Orbital Sciences Corporation (OSC) (быв. General Dynamics Advanced Information Systems) (платформа); Ball Aerospace (полезная нагрузка)		
Операторы: NASA и USGS		
Масса, кг		2623
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	705
	Наклонение, град.	98,2
Расчетный срок функционирования, лет		5

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА LANDSAT-8

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	30	15	100
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	12			

ФРАНЦИЯ

Во Франции основным коммерческим оператором спутников ДЗЗ является компания Astrium GEO-Information Services — геоинформационное подразделение международной компании Astrium Services. Компания создана в 2008 г. в результате объединения французской компании SpotImage и группы компаний Infoterra. Astrium Services-GEO-Information является оператором оптических спутников высокого и сверхвысокого разрешения SPOT и Pleiades, радарных спутников нового поколения TerraSAR-X и TanDEM-X. Центральный офис Astrium Services-GEO-Information расположен в Тулузе, кроме того, имеется 20 офисов и более 100 дистрибьюторов по всему миру.

Компания Astrium Services входит в состав европейской аэрокосмической корпорации EADS (European Aeronautic Defence and Space Company).

Спутниковая система наблюдения за поверхностью Земли SPOT (Satellite Pour L'Observation de la Terre) спроектирована Национальным космическим агентством Франции (CNES) совместно с Бельгией и Швецией. Система SPOT включает в себя ряд космических аппаратов и наземных средств. В настоящее время на орбите работают спутники **SPOT-5** (запущен в 2002 г.) и **SPOT-6** (запущен в 2012 г.; рис. 3). Спутник **SPOT-4** был выведен из эксплуатации в январе 2013 г. КА **SPOT-7** планируется запустить в 2014 г. Спутники SPOT-6 и SPOT-7 имеют идентичные характеристики.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА SPOT-6 И SPOT-7

Даты запусков: 9 сентября 2012 г. (SPOT-6), (планируемая) 2014 г. (SPOT-7)		
Стартовая площадка: Космодром Шрихарикота (Индия)		
Средство выведения: PH PSLV-C21 (Индия)		
Разработчик: EADS Astrium Satellites		
Оператор: Astrium GEO-Information Services		
Масса, кг		800
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	655
	Наклонение, град.	98,2
Расчетный срок функционирования, лет		9

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА SPOT-6 И SPOT-7

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	СЕ90 = 10	
Ширина полосы съемки, км	60	
Возможность получения стереопары	Да	
Производительность съемки, млн кв. км/сутки	3	

С запуском в 2011–2012 гг. КА **Pleiades-1A** и **Pleiades-1B** (рис. 4) Франция начала программу съемки Земли со сверхвысоким разрешением, вступив в конкурентную борьбу с американскими коммерческими системами ДЗЗ.

Программа Pleiades High Resolution является составной частью европейской спутниковой системы ДЗЗ и ведется под руководством французского космического агентства CNES начиная с 2001 г.

Спутники Pleiades-1A и Pleiades-1B синхронизированы на одной орбите таким образом, чтобы иметь возможность обеспечить ежедневную съемку одного и того же участка земной поверхности. Использование космических технологий нового поколения, таких, как оптоволоконные системы гиросtabilизации, дает космическим аппаратам, оборудованным самыми современными системами, беспрецедентную маневренность. Они могут 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. Спутники способны снимать более 1 млн кв. км в день в панхроматическом и мультиспектральном режимах.



Рис. 3. SPOT-6. Гибралтарский пролив, Средиземное море. Синтез в естественных цветах. Разрешение 10 м (13.09.2012 г.)



Рис. 4. Pleiades-1A. Россия, Калининградская область. Мультиспектральный режим. Разрешение 50 см (2012 г.)

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА PLEIADES-1A И PLEIADES-1B

Даты запусков: 16 декабря 2011 г. (Pleiades-1A), 1 декабря 2012 г. (Pleiades-1B)	
Стартовая площадка	Космодром Куру (Французская Гвиана)
Средство выведения	РН «Союз» (Россия)
Разработчик: EADS Astrium Satellites	
Оператор: Astrium GEO-Information Services	
Масса, кг	1000
Расчетный срок функционирования, лет	5

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ PLEIADES-1A И PLEIADES-1B

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	0,7 (после обработки — 0,5)	2,8 (после обработки — 2)
Максимальное отклонение от надира, град.	50	
Точность геопозиционирования, м	CE90 = 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	

ЯПОНИЯ

Наиболее известным японским спутником ДЗЗ являлся ALOS (оптико-электронная съемка с разрешением 2,5 м в панхроматическом режиме и 10 м — в мультиспектральном, а также радарная съемка в L-диапазоне с разрешением 12,5 м). КА ALOS был создан в рамках японской космической программы и финансируется Японским космическим агентством JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency).

КА ALOS был запущен в 2006 г., а 22 апреля 2011 г. возникли проблемы с управлением спутником. После трехнедельных безуспешных попыток восстановить работу космического аппарата 12 мая 2011 г. была дана команда на отключение питания оборудования спутника. В настоящее время доступны только архивные снимки.

На смену спутнику ALOS придут сразу два космических аппарата — один оптико-электронный, второй радарный. Таким образом, специалисты агентства JAXA отказались от совмещения на одной платформе оптической и радарной систем, что было реализовано на спутнике ALOS, на котором установлены две оптические камеры

(PRISM и AVNIR) и один радар (PALSAR).

Радарный КА **ALOS-2** запланирован к запуску в 2013 г.

Запуск оптико-электронного КА **ALOS-3** запланирован на 2015 г. Он будет способен выполнять съемку в панхроматическом, мультиспектральном и гиперспектральном режимах.

Следует отметить также японский проект ASNARO (Advanced Satellite with New system ARchitecture for Observation), который был инициирован USEF (Institute for Unmanned Space Experiment Free Flyer) в 2008 г. В основе проекта лежат инновационные технологии создания миниспутниковых платформ (массой 100–500 кг) и съемочных систем. Одна из целей проекта ASNARO — создание миниспутника сверхвысокого разрешения нового поколения, который бы мог конкурировать со спутниками других стран, аналогичными по своим характеристикам, за счет удешевления данных и возможности проектировать и изготавливать аппараты в более сжатые сроки. Спутник **ASNARO** предназначен для съемки земной поверхности в интересах правительственных организаций Японии и планируется к запуску в 2013 г.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА ALOS-2

Дата запуска (планируемая): 2013 г.			
Средство выведения: РН Н-2А			
Разработчик: JAXA (Японское аэрокосмическое агентство)			
Масса, кг	2000		
Орбита	Тип	Высота, км	Наклонение, град.
	Солнечно-синхронная	628	97,9
Расчетный срок функционирования, лет	5 (с продлением до 7)		

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА ALOS-2

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	

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА ALOS-3

Дата запуска (планируемая): 2015 г.		
Средство выведения: РН Н-2А		
Разработчик: JAXA (Японское аэрокосмическое агентство)		
Масса, кг	2000	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	618
Расчетный срок функционирования, лет	5	

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА ALOS-3

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный	Гиперспектральный
Пространственное разрешение (в надире), м	0,8	5	30
Ширина полосы съемки, км	50	90	30

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА ASNARO

Дата запуска (планируемая): 2013 г.			
Средство выведения: РН «Днепр» (Россия)			
Разработчики: NEC Corporation и USEF			
Масса, кг	450		
Орбита	Тип	Высота, км	Наклонение, град.
	Солнечно-синхронная	504	97,4
Расчетный срок функционирования, лет	3-5		

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА ASNARO

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный
Количество спектральных каналов	1	6
Пространственное разрешение (в надире), м	0,5	2
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	12	
Ширина полосы съемки, км	10	

ИНДИЯ

В стране на базе плановой системы государственного финансирования космической отрасли создана одна из самых эффективных программ ДЗЗ. В Индии успешно эксплуатируется группировка из космических аппаратов различного назначения, в том числе серии КА RESOURCESAT и CARTOSAT.

В дополнение к уже работающим на орбите спутникам в апреле 2011 г. был запущен КА **RESOURCESAT-2**, предназначенный для решения задач предотвращения стихийных бедствий, управления водными и земельными ресурсами (рис. 5).



Рис. 5. RESOURCESAT-2. Индия, г. Дели. Мультиспектральный режим. Разрешение 5,8 м (2011 г.)

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА RESOURCESAT-2

Дата запуска: 20 апреля 2011 г.		
Стартовая площадка: Космодром Шрихарикота		
Средство выведения: PH PSLV-C16		
Разработчик: ISRO (Indian Space Research Organization)		
Оператор: ISRO, Antrix (поставщик данных)		
Масса, кг		1206
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	822
	Наклонение, град.	98,7
Расчетный срок функционирования, лет		5

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ RESOURCESAT-2

Режим съемки	LISS-4		LISS-3 (мульти-спектральный)	AWiFS (мульти-спектральный)
	Моноспектральный	Мультиспектральный		
Спектральный диапазон, мкм	0,62–0,68	0,52–0,59 (зеленый) 0,62–0,68 (красный) 0,77–0,86 (ближний ИК)	0,52–0,59 (зеленый) 0,62–0,68 (красный) 0,77–0,86 (ближний ИК) 1,55–1,70 (средний ИК)	0,52–0,59 (зеленый) 0,62–0,68 (красный) 0,77–0,86 (ближний ИК) 1,55–1,70 (средний ИК)
Пространственное разрешение (в надире), м	5,8		23,5	56
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	10		10	12
Ширина полосы съемки, км	70		141	740

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 проводится в С-диапазоне длин волн с изменяемой поляризацией излучения (HH, VH, HV, VV).

На орбите работает группировка оптико-электронных космических аппаратов картографической серии CARTOSAT. Очередной спутник серии CARTOSAT-3 планируется запустить в 2014 г. Он будет снабжен оптико-электронной аппаратурой с беспрецедентным пространственным разрешением 25 см.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА RISAT-1

Дата запуска: 26 апреля 2012 г.		
Стартовая площадка: космодром Шрихаринота		
Средство выведения: PH PSLV-C19		
Разработчик: ISRO (Indian Space Research Organization)		
Оператор: ISRO, Antrix (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 КА RISAT-1

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
	3	30	20–49	
Высокого разрешения (Fine Resolution Stripmap-1 — FRS-1)	6	30	20–49	Четверная
Среднего разрешения / низкого разрешения (Medium Resolution ScanSAR— MRS / Coarse Resolution ScanSAR — CRS)	25/50	120/240	20–49	Одинарная

КИТАЙ

Китай в течение последних 6 лет создал многоцелевую орбитальную группировку спутников ДЗЗ, состоящую из нескольких космических систем: спутники видовой разведки, а также предназначенные для океанографии, картографии, мониторинга природных ресурсов и чрезвычайных ситуаций.

В 2011 г. Китай запустил больше других стран спутников ДЗЗ: два спутника видовой разведки Yaogan (YG)-12 (с оптико-электронной системой субметрового разрешения) и Yaogan (YG)-13 (с радаром с синтезированной апертурой); KA Hai Yang (HY)-2A с микроволновым радиометром для решения океанографических задач; многоцелевой спутник мониторинга природных ресурсов Zi Yuan (ZY)-1-02C в интересах Министерства земельных и природных ресурсов (разрешение 2,3 м в панхроматическом режиме и 5/10 м в мультиспектральном режиме с полосой съемки шириной 54 км

и 60 км); оптический микроспутник (35 кг) TianXun (TX) с разрешением 30 м.

В 2012 г. Китай опять стал лидером по количеству запусков — национальная группировка ДЗЗ (не считая метеорологических спутников) пополнилась еще пятью спутниками: Yaogan (YG)-14 и Yaogan (YG)-15 (видовая разведка), Zi Yuan (ZY)-3 и Tian Hui (TH)-2 (картографические спутники), радиолокационный KA Huan Jing (HJ)-1C.

Космические аппараты **TH-1** и **TH-2** — первые китайские спутники, которые могут получать стереоснимки в виде триплета для геодезических измерений и картографических работ. Они идентичны по своим техническим характеристикам и работают по единой программе. Каждый спутник оснащен тремя камерами — стереокамерой для получения стереотриплета снимков, панхроматической камерой высокого разрешения и мультиспектральной камерой (рис. 6), которые могут выполнять съемку всей земной поверхности

для научных исследований, мониторинга земельных ресурсов, геодезии и картографии.

Спутники предназначены для решения многих задач:

- * создание и обновление топографических карт;
- * создание цифровых моделей рельефа;
- * создание 3D-моделей;
- * мониторинг изменений ландшафтов;
- * мониторинг землепользования
- * мониторинг состояния посевов сельскохозяйственных культур, прогнозирование урожайности;
- * мониторинг лесопользования и состояния лесов;
- * мониторинг ирригационных сооружений;
- * мониторинг качества воды.



Рис. 6. ТН-1. Гибралтарский пролив. Мультиспектральный снимок в естественных цветах. Разрешение 10 м (2012 г.)

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА ТН-1 И КА ТН-2

Даты запуска: 24 августа 2010 г. (ТН-1), 6 мая 2012 г. (ТН-2)			
Разработчик: China Aerospace Science and Technology Corporation, Chinese Academy of Space Technology (CAST)			
Средство выведения: CZ-2D			
Оператор: Beijing Space Eye Innovation Technology Company (BSEI)			
Масса, кг	1000		
Орбита	Тип	Высота, км	Наклонение, град.
	Солнечно-синхронная	500	97,3
Расчетный срок функционирования, лет	3		

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА ТН-1 И КА ТН-2

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный	Стереотриплет
Спектральный диапазон, мкм	0,51–0,69	0,43–0,52 (синий) 0,52–0,61 (зеленый) 0,61–0,69 (красный) 0,76–0,90 (ближний ИК)	0,51–0,69
Расчетный срок функционирования, лет	2	10	5
Точность геопозиционирования, м	CE90 = 25		
Ширина полосы съемки, км	60	90	60
Периодичность съемки, сутки	9		
Возможность получения стереопары	Да		

КАНАДА

Канада планирует и дальше развивать серию спутников RADARSAT, укрепляя лидирующие позиции на рынке радарной съемки. В настоящее время на орбите находятся спутники RADARSAT-1 и RADARSAT-2.

Компания MDA 9 января 2013 г. объявила о подписании контракта стоимостью 706 млн долл. с Канадским космическим агентством на создание и запуск группировки из трех радарных спутников **RADARSAT Constellation Mission**

(RCM). Срок действия контракта — 7 лет.

Группировка RCM обеспечит круглосуточное покрытие радарной съемкой территории страны. Данные могут включать в себя повторные снимки одних и тех же районов в разное время суток, что значительно улучшит мониторинг прибрежных зон, территорий северных, арктических водных путей и других областей стратегических и оборонных интересов. Система RCM также будет включать комплекс автоматизированного дешифрирования снимков, который в сочетании с оперативным получением данных

позволит немедленно обнаруживать и идентифицировать морские суда по всему Мировому океану. Предполагается значительное ускорение обработки данных — заказчики будут получать необходимую информацию практически в реальном режиме времени.

Группировка RCM будет проводить съемку земной поверхности в С-диапазоне (5,6 см), с изменяемой поляризацией излучения (HH, VH, HV, VV).

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА RCM

Даты запусков (планируемые): 2016 (RCM-1), 2017 (RCM-2,3)			
Масса, кг		1300	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная	
	Высота, км	600	
	Наклонение, град.	—	
Расчетный срок функционирования, лет			7

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА RCM

Спектральный диапазон	С-диапазон (5,6 см)			
Периодичность съемки, сутки	12			
Режим	Номинальное пространственное разрешение, м	Ширина полосы съемки, км	Диапазон углов съемки, град.	Поляризация
Низкого разрешения (Low Resolution)	100 x 100	500	19–54	Одиная (по выбору — HH, или VV, или HV, или VH); двойная (по выбору — HH/HV или VV/VH)
Среднего разрешения (Medium Resolution — Maritime)	50 x 50	350	19–58	
Среднего разрешения (Medium Resolution — Land)	16 x 16	30	20–47	
	30 x 30	125	21–47	
Высокого разрешения (High Resolution)	5 x 5	30	19–54	
Сверхвысокого разрешения (Very High Resolution)	3 x 3	20	18–54	
Ice/Oil Low Noise	100 x 100	350	19–58	
Ship Detection	Разное	350	19–58	

КОРЕЯ

С начала работ по реализации космической программы в 1992 г. в Республике Корея создана национальная система ДЗЗ.

Корейский институт аэрокосмических исследований (KARI) разработал серию спутников наблюдения Земли KOMPSAT (Korean Multi-Purpose Satellite). КА KOMPSAT-1

использовался для военных целей до конца 2007 г. В 2006 г. на орбиту был выведен спутник KOMPSAT-2.

Запущенный в 2012 г. КА **KOMPSAT-3** является продолжением миссии KOMPSAT 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 КА KOMPSAT-3

Дата запуска: 17 мая 2012 г.			
Стартовая площадка: Космодром Танэгашима (Япония)			
Средство выведения: РН Н-2А			
Разработчики: KARI (Korea Aerospace Research Institute), EADS Astrium Satellites (Франция)			
Оператор: KARI			
Масса, кг		1000	
Орбита	Тип	Высота, км	Наклонение, град.
	Солнечно-синхронная	700	98,1
Расчетный срок функционирования, лет		4	

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА КОМPSAT-3

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/пиксель		14
Ширина полосы съемки, км		16,8

Проект КОМPSAT-5 является частью Корейского национального плана развития MEST (Министерство образования, науки и технологии), который стартовал в 2005 г. КА **КОМPSAT-5** также разрабатывается Корейским институтом аэрокосмических

исследований (KARI). Основная задача заключается в создании радарной спутниковой системы для решения мониторинговых задач. Съемка земной поверхности будет проводиться в С-диапазоне с изменяемой поляризацией излучения (HH, VH, HV, VV).

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА КОМPSAT-5

Дата запуска: 2013 г. (планируемая)			
Стартовая площадка: пусковая база «Ясный» (Россия)			
Средство выведения: РН «Днепр» (Россия)			
Разработчик: KARI (Korea Aerospace Research Institute), Thales Alenia Space (Италия; бортовая радарная съемочная система — SAR)			
Оператор: KARI			
Масса, кг	1400		
Орбита	Тип	Высота, км	Наклонение, град.
	Солнечно-синхронная	550	97,6
Расчетный срок функционирования, лет	5		

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КОМPSAT-5

Спектральный диапазон	С-диапазон			
	Режим	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
	3	30	45	
	1	30	45	

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

Британская компания DMC International Imaging Ltd. (DMCii) является оператором группировки спутников DMC (Disaster Monitoring Constellation) и работает как в интересах правительств стран — владельцев спутников, так и осуществляет поставки космических снимков для коммерческого использования. Группировка DMC обеспечи-

вает оперативную съемку районов стихийных бедствий для государственных агентств и коммерческого использования. Спутники также ведут съемку для решения задач сельского, лесного хозяйства и др. Разработчик спутников — британская компания Surrey Satellite Technology Ltd. (SSTL). Все спутники находятся на солнечно-синхронной орбите для обеспечения ежедневных глобальных покрытий съемками.

Входящий в группировку DMC британский КА UK-DMC-2 был запущен в 2009 г. Он ведет съемку в мультиспектральном режиме с разрешением 22 м в полосе шириной 660 м. На 2014 г. запланирован запуск трех новых спутников **DMC-3a,b,c** с улучшенными характеристиками. Они будут вести съемку в полосе шириной 23 км с разрешением в панхроматическом режиме 1 м и в 4-канальном мультиспектральном режиме (включая инфракрасный канал) — 4 м.

В настоящее время компания SSTL завершает разработку нового бюджетного радарного спутника: 400-килограммовый КА **NovaSAR-S** будет представлять собой платформу SSTL-300 с инновационным радаром для съемки в S-диапазоне. Подход SSTL к инжинирингу и проектированию позволяет развернуть миссию NovaSAR-S в полном объеме в течение 24 месяцев с момента заказа.

NovaSAR-S будет вести радарную съемку в четырех режимах с разрешением 6–30 м в различных комбинациях поляризации. Технические параметры спутника оптимизированы для широкого спектра задач, включая мониторинг наводнений, оценку состояния сельскохозяйственных культур, мониторинг лесов, классификацию растительного покрова, борьбу со стихийными бедствиями и наблюдения за акваториями, в частности для слежения за кораблями, обнаружения разливов нефти.

ИСПАНИЯ

Формируется национальная испанская группировка спутников ДЗЗ. В июле 2009 г. на орбиту был выведен спутник Deimos-1, который входит в состав международной группировки DMC. Он ведет съемку в мультиспектральном режиме с разрешением 22 м в полосе шириной 660 м. Оператор спутника, компания Deimos Imaging, появилась в результате сотрудничества испанской авиационно-космической инжиниринговой компании Deimos Space и Лаборатории ДЗЗ при Вальядолидском университете (Remote Sensing Laboratory of the University of Valladolid (LATUV)). Основная цель новой компании — разработка, внедрение, эксплуатация и коммерческое использование систем ДЗЗ. Компания расположена в г. Вальядолиде (Испания).

В настоящее время компания Deimos Imaging разрабатывает спутник высокого разрешения **Deimos-2**, запуск которого запланирован на 2013 г. КА Deimos-2 предназначен для получения недорогих мультиспектральных данных ДЗЗ высокого качества. Вместе с КА Deimos-1 спутник Deimos-2 составит единую спутниковую систему Deimos Imaging.

В ближайшие два года начнется реализация национальной программы наблюдения Земли из космоса PNOTS (Programa Nacional

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА DEIMOS-2

Дата запуска (планируемая): 4-й квартал 2013 г.		
Разработчики: Deimos Imaging (Испания), Satrec Initiative (Корея)		
Оператор: Deimos Imaging		
Масса, кг		300
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	620
	Наклонение, град.	—
Расчетный срок функционирования, лет		7

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА DEIMOS-2

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/пиксель		10
Ширина полосы съемки, км		12
Периодичность съемки, сутки		2

de Observación de la Tierra por Satélite). КА **Paz** (в переводе с испанского языка — мир; другое название — SEOSAR — Satélite Español de Observación SAR) — первый испанский радарный спутник двойного назначения — является одним из компонентов этой программы. Спутник будет способен проводить съемку в любых погодных условиях, днем и ночью,

и в первую очередь будут выполняться заказы испанского правительства, связанные с вопросами безопасности и обороны. КА Paz будет снабжен радаром с синтезированной апертурой, разработанным компанией Astrium GmbH на платформе радара спутника TerraSAR-X.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА PAZ

Дата запуска (планируемая): 2014 г.	
Стартовая площадка: Космодром Байконур (Россия)	
Средство выведения: РН «Днепр» (Россия)	
Разработчик: EADS CASA (Construcciones Aeronauticas S.A.)	
Оператор: HISDESAT (Hisdesat Servicios Estratégicos, S.A.)	
Масса, кг	1280
Орбита	Тип
	Солнечно-синхронная
Расчетный срок функционирования, лет	7

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА PAZ

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 — HS)	< (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	15–60	
Широкополосный высокого разрешения (StripMap — SM)	3 x 3 6 x 6	30 15	15–60	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	Одинарная (по выбору — VV или HH)

В 2014 г. планируется запуск еще одного компонента программы PNOTS — КА **Ingenio** (другое название — SEOSat; Satélite Español de Observación de la Tierra). Спутник будет способен проводить мультиспектральную съемку высокого разреше-

ния для нужд испанского правительства и коммерческих заказчиков. Миссия финансируется и координируется CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial). Проект контролируется Европейским космическим агентством.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА INGENIO

Дата запуска (планируемая): 2014 г.	
Разработчик: EADS CASA (Construcciones Aeronauticas S.A.)	
Оператор: HISDESAT (Hisdesat Servicios Estratégicos, S.A.)	
Масса, кг	750
Орбита	Тип
	Солнечно-синхронная
Расчетный срок функционирования, лет	7

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА INGENIO

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный
Пространственное разрешение (в надире), м	2,5	10
Ширина полосы съемки, км	60	

ЕВРОПЕЙСКОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО

В 1998 г. для обеспечения всеобъемлющего мониторинга окружающей среды руководящими органами Европейского союза было принято решение о развертывании программы GMES (Global Monitoring for Environment and Security), которая должна осуществляться под эгидой Еврокомиссии в партнерстве с Европейским космическим агентством (European Space Agency, ESA) и Европейским агентством по окружающей среде (European Environment Agency, EEA). Являясь на сегодняшний день наиболее масштабной программой наблюдения Земли, GMES обеспечит государственные органы и других пользователей высокоточной, современной и доступной информацией для улучшения контроля изменений окружающей среды, понимания причин изменения климата, обеспечения безопасности жизни людей и решения других задач.

На практике GMES будет состоять из сложного комплекса систем наблюдения: спутников ДЗЗ, наземных станций, морских судов, атмосферных зондов и т. д.

Космический компонент GMES будет опираться на два типа систем ДЗЗ: спутники Sentinel, специально предназначенные для программы GMES (их оператором будет ESA), и национальные (или международные) спутниковые системы ДЗЗ, включенные в так называемые миссии сотрудничества GMES (GMES Contributing Missions; GCMs).

Запуск спутников Sentinel начнется с 2013 г. Они будут вести съемку с использованием различных технологий, например с помощью радаров и оптико-электронных мультиспектраль-

ных сенсоров.

Для реализации программы GMES под общим руководством ESA ведется разработка пяти типов спутников ДЗЗ Sentinel, каждый из которых будет осуществлять определенную миссию, связанную с мониторингом Земли.

Каждая миссия Sentinel будет включать в себя группировку из двух спутников для обеспечения наилучшего охвата территории и ускорения повторных съемок, что послужит повышению надежности и полноты данных для GMES.

Миссия **Sentinel-1** будет представлять собой группировку из двух радарных спутников на полярной орбите, оснащенных радаром с синтезированной апертурой (SAR) для съемок в С-диапазоне.

Съемка радарных спутников Sentinel-1 не будет зависеть от погоды и времени суток. Первый спутник миссии планируется запустить в 2013 г., а второй — в 2015 г. Предназначенная специально для программы GMES, миссия Sentinel-1 продолжит радарные съемки С-диапазона, начатые и продолжаемые спутниковыми системами ERS-1, ERS-2, Envisat (оператор — ESA) и RADARSAT-1,2 (оператор — компания MDA, Канада).

Группировка Sentinel-1, как ожидается, будет обеспечивать съемками всю территорию Европы, Канады, а также основные морские судоходные пути каждые 1–3 дня, независимо от погодных условий. Радарные данные будут поставляться в течение часа после проведения съемки — это большой шаг вперед по сравнению с существующими радарными спутниковыми системами.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА SENTINEL-1

Даты запуска (планируемые): 2013 г. (Sentinel-1A), 2015 г. (Sentinel-1B)		
Стартовая площадка: Космодром Куру (Франция)		
Средство выведения: РН «Союз» (Россия)		
Разработчики: Thales Alenia Space Italy (Италия), EADS Astrium GmbH (Германия), Astrium UK (Великобритания)		
Оператор: Европейское космическое агентство		
Масса, кг		2280
Орбита	Тип	Полярная солнечно-синхронная
	Высота, км	693
Расчетный срок функционирования, лет		7

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА SENTINEL-1

Спектральный диапазон	С-диапазон		
Периодичность съемки, сутки	1-3		
Режим	Номинальное пространственное разрешение, м	Ширина полосы съемки, км	Поляризация
Interferometric Wide Swath	5x20	250	Двойная (по выбору — HH/HV или VV/VH)
Extra Wide Swath	20x40	400	
Stripmap	5x5	80	
Wave	20x5	20x20	Одинарная (по выбору — VV или HH)

Пара спутников **Sentinel-2** будет регулярно поставлять космические снимки высокого разрешения на всю Землю, обеспечивая непрерывность получения данных с характеристиками, аналогичными программам SPOT и Landsat.

Sentinel-2 будет оснащен оптико-электронным мультиспектральным сенсором для съемок с разрешением от 10 до 60 м в видимой, ближней инфракрасной (VNIR) и коротковолновой инфракрасной (SWIR) зонах спектра, включающих в себя 13 спектральных каналов, что гарантирует отображение различий в состоянии растительности, в том числе и временные изменения, а также сводит к минимуму влияние на качество съемки атмосферы.

Орбита высотой в среднем 785 км, наличие в миссии двух спутников позволят проводить повторные съемки каждые 5 дней на экваторе и каждые 2 — 3 дня в средних широтах. Первый спутник планируется запустить в 2014 г.

Увеличение ширины полосы обзора наряду с высокой повторяемостью съемок позволит отслеживать быстро изменяющиеся процессы, например характер растительности в течение вегетационного периода.

Уникальность миссии Sentinel-2 связана с сочетанием большого территориального охвата, частых повторных съемок и как следствие — систематическим получением полного покрытия всей Земли мультиспектральной съемкой высокого разрешения.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПУТНИКА КА SENTINEL-2

Даты запуска (планируемые): 2014 г. (Sentinel-2A), 2015 г. (Sentinel-2B)		
Стартовая площадка: Космодром Куру (Франция)		
Средство выведения: РН «Рокот» (Россия)		
Разработчик: EADS Astrium Satellites (Франция)		
Оператор: Европейское космическое агентство		
Масса, кг	1100	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	785
Расчетный срок функционирования, лет	7	

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ КА SENTINEL-2

Режим съемки	VNIR										SWIR		
	1	2	3	4	5	6	7	8	8a	9	10	11	12
Спектральные каналы													
Спектральный диапазон, мкм	0,44	0,49	0,56	0,66	0,70	0,74	0,78	0,84	0,86	0,94	1,38	1,61	2,19
Пространственное разрешение (в надире), м	60	10	10	10	20	20	20	10	20	60	60	20	20
Ширина полосы съемки, км	290												
Периодичность съемки, сутки	От 5 (на экваторе) до 2–3 (в средних широтах)												

Основной целью миссии **Sentinel-3** является наблюдение за топографией поверхности океана, температурой поверхности моря и суши, цветом

океана и суши с высокой степени точности и надежности для поддержки систем прогнозирования состояния океана, а также для мониторинга

окружающей среды и климата.

Sentinel-3 — наследник хорошо себя зарекомендовавших спутников ERS-2 и Envisat. Пара спутников Sentinel-3 будет иметь высокую повторяемость съемок. Орбиты спутников (815 км) обещают получение полного пакета данных каждые 27 дней. Запуск первого спутника миссии Sentinel-3 запланирован на 2013 г., сразу же после Sentinel-2. Спутник Sentinel-3В планируется запустить в 2018 г.

Миссии Sentinel-4 и Sentinel-5 предназначены для обеспечения данными о составе атмосферы соответствующих сервисов GMES. Обе миссии будут реализовываться на платформе метеорологических спутников, оператором которых является Европейская организация спутниковой метеорологии EUMETSAT. Спутники планируется запустить в 2017–2019 гг.

БРАЗИЛИЯ

Аэрокосмическая промышленность — одно из наиболее инновационных и важных направлений бразильской экономики. Бразильская космическая программа получит 2,1 млрд долл. федеральных инвестиций в течение четырех лет (2012–2015 гг.).

Национальный институт космических исследований (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais — INPE) работает совместно с Министерством науки и технологий и отвечает в том числе и за проведение космического мониторинга.

В рамках сотрудничества с Китаем INPE разрабатывает семейство спутников CBERS. Благодаря успешной миссии спутников CBERS-1 и CBERS-2 правительства двух стран решили подписать новое соглашение на разработку и запуск еще двух совместных спутников **CBERS-3** и **CBERS-4**, необходимых для контроля вырубки леса и пожаров в бассейне Амазонки, а также для решения задач мониторинга водных ресурсов, сельскохозяйственных земель и др. Бразильское участие в этой программе будет увеличено до 50%. CBERS-3 планируется запустить в 2013 г., а CBERS-4 — в 2014 г. Новые спутники будут обладать большими возможностями, чем их предшественники. В качестве полезной нагрузки на спутниках будут установлены по 4 съемочные системы с улучшенными геометрическими и радиометрическими характеристиками. Камеры MUXCam (Multispectral Camera) и WFI (Wide-Field Imager) разработаны бразильской стороной, а камеры PanMUX (Panchromatic and Multispectral Camera) и IRS (Infrared System) — китайцами. Пространственное разрешение (в надири) в панхроматическом режиме будет 5 м, в мультиспектральном — 10 м. Также ведется разработка серии собственных малых спутников на базе стандартной многоцелевой космической платформы среднего класса Multimission Platform (MMP). Первый из спутников — полярно-орбитальный малый спутник ДЗЗ

Amazonia-1. На нем планируется разместить мультиспектральную камеру Advanced Wide Field Imager (AWFI), созданную бразильскими специалистами. С орбиты высотой 600 км полоса обзора камеры составит 800 км, пространственное разрешение — 40 м. КА Amazonia-1 также будет снабжен британской оптико-электронной системой RALCam-3, которая будет вести съемку с разрешением 10 м в полосе обзора 88 км. Малый радарный спутник **MAPSAR** (Multi-Application Purpose) — совместный проект INPE и Аэрокосмического центра Германии (DLR). Спутник предназначен для работы в трех режимах (разрешение — 3, 10 и 20 м). Его запуск запланирован на 2015 г.

В рамках нашего обзора мы не ставили задачу проанализировать все новые и перспективные национальные системы ДЗЗ высокого и сверхвысокого разрешения. Сейчас уже более 20 стран обзавелись своими собственными спутниками наблюдения Земли. Помимо упомянутых в статье стран, такие системы имеют Германия (группировка оптико-электронных спутников RapidEye, радарные космические аппараты TerraSAR-X и TanDEM-X), Израиль (КА EROS-A,B), Италия (радарные КА COSMO-SkyMed-1-4) и др. Каждый год этот своеобразный космический клуб пополняется новыми странами и системами ДЗЗ. В 2011–2012 гг. своими спутниками обзавелись Нигерия (Nigeriasat-X и Nigeriasat-2), Аргентина (SAC-D), Чили (SSOT), Венесуэла (VRSS-1) и др. Запуск в декабре 2012 г. спутника Gokturk-2 (разрешение в панхроматическом режиме 2,5 м, в мультиспектральном — 10 м) продолжил турецкую программу ДЗЗ (на 2015 г. запланирован запуск третьего спутника серии Gokturk). В 2013 г. Объединенные Арабские Эмираты планируют запуск собственного спутника сверхвысокого разрешения Dubaisat-2 (разрешение в панхроматическом режиме 1 м, в мультиспектральном — 4 м). Ведутся работы над созданием принципиально новых систем космического мониторинга. Так, американская компания Skybox Imaging, базирующаяся в Силиконовой долине, работает над созданием самой высокопроизводительной в мире инновационной группировки мини-спутников ДЗЗ — SkySat. Она позволит получать космические снимки высокого разрешения на любой район Земли по несколько раз в день. Данные будут использованы для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации, мониторинга окружающей среды и т. д. Съемка будет вестись в панхроматическом и мультиспектральном режимах. Первый спутник группировки, SkySat-1, планируется запустить в 2013 г. После полного развертывания группировки (а всего планируется иметь на орбите до 20 спутников) у пользователей будет возможность просмотра любой точки Земли в режиме реального времени. Планируется также возможность проведения видеосъемки из космоса.

С. М. Басков (ЗАО НПК «БАРЛ»)

В 1987 г. окончил Военную академию имени Ф. Э. Дзержинского. В настоящее время — генеральный директор ЗАО «Научно-производственный концерн «БАРЛ». Кандидат технических наук, академик Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского.

В. Ф. Земсков (ЗАО НПК «БАРЛ»)

В 1979 г. окончил Военный инженерный Краснознаменный институт им. А. Ф. Можайского. В настоящее время — заместитель генерального директора ЗАО «Научно-производственный концерн «БАРЛ». Кандидат технических наук.

Система дистанционного зондирования Земли на Международной космической станции

На сегодняшний день в Российской Федерации существует дефицит данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в связи с отсутствием необходимой орбитальной группировки космических аппаратов. Для частичного удовлетворения информационных потребностей государственных и частных организаций России и иностранных государств по решению Федерального космического агентства создается система оптоэлектронных модулей мониторинга поверхности Земли, которая будет установлена на российском сегменте Международной космической станции (МКС).

В соответствии с этим между ракетно-космической корпорацией «Энергия» им. С. П. Королева, научно-производственным концерном «БАРЛ» и компанией Earth Video Camera Inc. было достигнуто соглашение об осуществлении совместного проекта по установке и эксплуатации на борту российского сегмента МКС данной системы.

Стоит отметить, что стоимость создания системы оптоэлектронных модулей и ее установки на российский сегмент МКС гораздо ниже, чем затраты на создание и ввод в эксплуатацию аналогичного по характеристикам космического аппарата ДЗЗ.

Разработка оптоэлектронных модулей и развертывание сети наземных станций осуществляются за счет собственных средств участников проекта, а установка камер на МКС — за счет госбюджета РФ.

Система состоит из двух оптоэлектронных модулей высокого и среднего разрешения с различными режимами съемки. Схема размещения камер на борту МКС представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема размещения оптоэлектронных модулей на российском сегменте МКС

HRC (High Resolution Camera)

Оптоэлектронный модуль высокого разрешения будет размещен на подвижном манипуляторе, что позволит осуществлять как традиционную кадровую съемку (рис. 2), так и высоко-детальную видеосъемку с пространственным разрешением около 1,1 м. Всего за виток возможно 18 включений продолжительностью около минуты с частотой 3,25 кадра в секунду.

Характеристики камеры высокого разрешения представлены в табл. 1. Стоит отметить, что на сегодняшний день такой способ съемки ни на одном из существующих космических аппаратов ДЗЗ не реализован.

Внешний вид камеры высокого разрешения представлен на рис. 3.

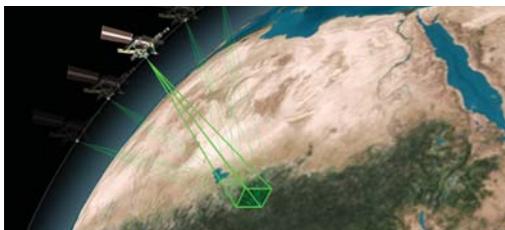


Рис. 2. Схема съемки видеокамерой высокого разрешения



Рис. 3. Внешний вид видеокамеры высокого разрешения

Режим съемки	Мультиспектральный (R, G, B)
Фокусное расстояние, м	2,54
Относительное отверстие, см	8
Тип датчика	КМОП-матрица, (CMOS) формат 35 мм
Число пикселей	3048 x 4560
Пространственное разрешение, м	1,15
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	12
Размер кадра по горизонтали, км	5,03
Размер кадра по вертикали, км	3,36
Объем, мм	500 x 500 x 1200
Масса, кг	<45

Таблица 1. Характеристики оптико-электронного модуля высокого разрешения

MRC (Medium Resolution Camera)

Оптико-электронный модуль среднего разрешения предназначен для съемки земной поверхности в мультиспектральном диапазоне (в том числе и ближнем красном) с разрешением 5,5 м и шириной полосы захвата около 47 км (рис. 4). Характеристики модуля среднего разрешения представлены в табл. 2. Камера будет производить непрерывный круглосуточный мониторинг, меняя коэффициент компрессии при съемке водной и неосвещенной части земной поверхности. Реализация такого режима позволит накопить уникальный банк данных ДЗЗ. Внешний вид камеры среднего разрешения представлен на рис. 5.

Еще одним несомненным преимуществом данной системы оптико-электронных модулей является возможность её технического усовершенствования в процессе эксплуатации, а также проведения оперативного ремонта оборудования силами экипажа МКС в случае выявления неисправностей или возникновения нештатных ситуаций. Данные с оптико-электронных модулей будут поступать на установленный бортовой компьютер и записываться на твердотельные накопители общей емкостью 250 Гб, объединенные в RAID конфигурацию. Бортовой компьютер также будет осуществлять управление камерами и принимать командные файлы, сигнал синхронизации времени с МКС и данные телеметрии

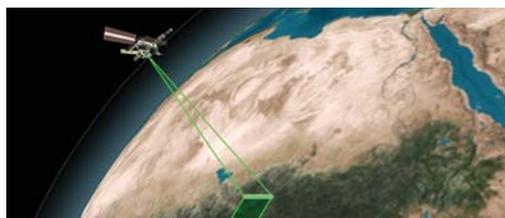


Рис. 4. Схема съемки камерой среднего разрешения



Рис. 5. Внешний вид камеры среднего разрешения

станции. Поток данных будет транслироваться с помощью высокоскоростной системы передачи данных на распределенную сеть наземных станций, развернутую ЗАО НПК «БАРЛ» (рис. 6) и партнерами, а затем, с использованием сервер-

ных технологий, будет передаваться в единый центр для обработки. Для реализации такой системы создается центр приема и обработки данных ДЗЗ, основными задачами которого будут централизация, хранение, обработка и распространение данных, поступающих от различных наземных станций. Характеристики антенных систем приведены в табл. 3.

Поскольку операторами большинства спутников ДДЗ, представленных на сегодняшний день на рынке, являются зарубежные компании, то заказ новой съемки всегда связан с целым рядом организационных и финансовых трудностей. Срок выполнения заказа актуальной космической съемки может составлять до 45 суток и более. К тому же не все территории являются доступными для съемки по политическим соображениям в интересах РФ. Возможность самостоятельно закладывать программы съемки в систему оптико-электронных модулей, установленных на российском сегменте, снимает временные и политические ограничения, а также предоставляет возможность выбора приоритетных районов съемки в зависимости от сложившейся ситуации или требований заказчика. В целом следует отметить, что в результате государственно-частного международного партнерства РКК «Энергия» им. С. П. Королева, НПК «БАРЛ» и компании Earth Video Camera Inc. формируется новый подход к предоставлению востребованных востребованных услуг по ДЗЗ на рынках РФ и зарубежья.



Рис. 6. Распределенная сеть наземных станций ЗАО НПК «БАРЛ»

Режим съемки	Мультиспектральный (R, G, B, NIR)
Фокусное расстояние, м	0,455
Относительное отверстие, см	7,3
Тип датчика	Индивидуальная линейная ПЗС-матрица (CCD) для каждого цветового канала
Число пикселей	8800
Пространственное разрешение, м	5,38
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	13
Ширина полосы захвата, км	47,38
Объем, мм	200 x 200 x 750
Масса, кг	<10

Таблица 2. Характеристики оптико-электронного модуля среднего разрешения

Диаметр зеркала, м	3,7		
Тип	Однозеркальная прямофокусная		
Тип опорно-поворотного устройства	3-осная (с динамической третьей осью)		
Диапазон рабочих частот, МГц	7800 – 8450		
Поляризация	Правая круговая		
Коэффициент усиления G с учетом потерь в тракте, дБ	47,8		
Добротность, дБ/К	26,15		
Уровень боковых лепестков, дБ	— 18		
Диапазон вращения, град.	по азимуту	по углу места	по углу наклона
	20	20	10
Тип модуляции	BPSK, QPSK, OQPSK, 8PSK, 16ASK		
Скорость приема информации, Мбит/с	До 1000		
Допустимая скорость ветра, м/с	Рабочая 25; предельная 50		
Масса, кг	500		

Таблица 3. Характеристики антенных систем

А. Г. Ионин (Некоммерческое партнерство «Содействие развитию и использованию навигационных технологий»)

В настоящее время — главный аналитик Некоммерческого партнерства «Содействие развитию и использованию навигационных технологий». Кандидат технических наук.

От Space 1.0 через Space 2.0 вперед к Space 3.0!

*Нельзя решить проблему, используя тот же уровень мышления, благодаря которому она возникла.
(А. Эйнштейн)*

ДЛИННОЕ, НО НЕОБХОДИМОЕ ВСТУПЛЕНИЕ

Многим из нас или даже всем безразлична отечественная космонавтика: тем, кто посвятил ей годы своей жизни, тем, для кого великие космические успехи — это лишь воспоминания, идущие из детства, и тем, для кого слова «мы в космосе и балете впереди планеты всей» — согревающий душу патриотический миф. Но одновременно с этим приходит осознание, что российская космонавтика находится в кризисе, и, судя по всему, тяжелейшем. Кто-то даже считает, что «точка невозврата» пройдена. Основанием для подобного вывода служит информация из СМИ: падают ракеты; спутники, все же выведенные на орбиту, выходят из строя, не дослужив до завершения гарантийного срока; перспективные проекты столь долгосрочны в реализации, что даже эксперты забывают, где у них начало. А есть еще кадровые проблемы — отрасль «стареет». «Реформаторские» 1990-е гг. практически полностью вывели из отрасли тех, кому бы сейчас было около 40 лет и кто на сплыве сил и опыта составил бы основу движения вперед. Молодежь в отрасли не задерживается. А за что держаться, когда предлагается «еще раз» модернизировать разработки 50-летней давности?

И на столь негативном фоне мы слышим бодрые рапорты нынешних руководителей российской космонавтики, волею судеб оказавшихся в роли «наследников» С. П. Королева и его великой команды. Они в кратчайшие сроки (иначе не умеют) и, как всегда, кулуарно разра-

ботали «Стратегию развития» российской космонавтики теперь до 2030 г., а сейчас продвигают программу реформы самой космической отрасли.

Но разработчикам столь долгосрочных документов необходимо следующее. Во-первых, четкая постановка стратегических целей развития: иначе «тот, кто не знает своей цели, всегда приплывает не туда». Во-вторых, понимание современной космонавтики: проблем, востребованности (кем?), перспектив развития. И в-третьих, надо помнить, что отечественная космонавтика не существует обособленно ни в России (где она лишь часть российской экономики, при этом небольшая часть — менее 1% российского ВВП), ни в мире (где она лишь часть мировой космонавтики).

Однако наблюдая за действиями (а скорее, метаниями) руководителей российской космонавтики, трудно не прийти к выводу, что первого (целей развития) они не знают, второго (трендов развития космонавтики) не понимают, третьего просто не осознают, почему-то считая, что российская космонавтика может выжить и успешно развиваться, оставаясь в капсуле, наглухо задренной и от мира, и от национальной экономики.

Заполнению этих смысловых лакун (точнее, марианских впадин мышления) и посвящена настоящая статья. В первую очередь надо дать ответы на множество вопросов, накопившихся в мировой космонавтике, в том числе за последние годы, например:

1. Как объяснить невероятный инновационный

подъем мировой космонавтики в течение двух десятилетий 1950–1969 гг. и последующий резкий инновационный провал, длящийся и поныне?

2. В последние десятилетия много разговоров о коммерциализации космических технологий — это, наряду с военными приложениями, выдвигается как главный мотив вложения в космос миллиардов бюджетных средств. Но где массовые примеры этой коммерциализации? А если нет коммерциализации, то зачем бизнесу «бесприбыльный» космос?

3. В 1990-е гг. западная (американская и европейская) космонавтика прошла через этап большой структурной перестройки. Почему это произошло и каковы результаты? Ведь очевидно, что за эти 20 лет нет ни прорывных инноваций, ни новых проектов, по технологической мощи сравнимых с прорывом первых космических десятилетий.

4. В последние годы много и многие говорят о «частной космонавтике» как о наступлении новой эры и панацее для решения всех накопленных проблем. Но так ли это?

5. В России и в мире уже несколько десятилетий идет спор между сторонниками идеи «возвращения на Луну» и сторонниками «колонизации Марса». Кто и почему победит в этом споре?

6. Сегодня у человечества много проблем на Земле. Некоторые из этих проблем могут угрожать самому существованию человечества. В этих критических условиях стоит ли тратить усилия и ресурсы на космические программы? Зачем человечеству космос?

И, приступая к изложению, два авторских замечания. Первое — данный материал содержит главным образом обобщения, а подкрепляющие их многочисленные факты и связывающие их рассуждения опущены. Второе — автор любит космонавтику, желает ей вновь вернуться на путь развития и именно для этого занял стороннюю позицию как наиболее объективную, но приводящую зачастую к жестким оценкам относительно ее текущего состояния и возможных перспектив.

SPACE 1.0: ОТ НЕБЫВАЛОГО ВЗЛЕТА К СТАГНАЦИИ

На первом этапе своего развития — в 1950–1960-е гг. главной и единственной моделью (бизнес-моделью) развития космонавтики и в СССР, и в США была **модель специализации**. Ее зримый образ — возглавляемый С. П. Королевым «Совет Главных конструкторов» (рис. 1). В этом совете каждый отвечал за свое главное направление. Специализация продолжалась и на втором уровне кооперации,

и на третьем и т. д.

Именно модель специализации, основанная на множественности точек приложения ресурсов, сил и ума, позволила, начав с нуля, в кратчайшие исторические сроки разработать множество инновационных решений в самых разных технических областях: ракетно- и спутникостроении, пилотируемой космонавтике. Этот



Рис. 1. «Совет главных конструкторов»: эти люди создали советскую космонавтику. Слева направо: А. Ф. Богомолов, М. С. Рязанский, Н. А. Пилуэйн, С. П. Королев, В. П. Глушко, В. П. Барнин, В. И. Кузнецов

инновационный взрыв стал основой для невероятного роста космической активности и столь же невероятного расширения спектра космических программ.

Специализация обеспечила и мультипликативный социально-экономический эффект: были созданы новые высокотехнологичные отрасли экономики, новые научные направления и институты, качественный толчок получило техническое и естественно-научное образование. Применительно к нашей стране можно утверждать, что **СССР до начала космической программы Королева и через 20 лет — это две технологически разные страны**.

Однако у любой медали две стороны. И платой за скорость инновационного развития и мультипликативный эффект стали потребность в практически неограниченных инвестициях и огромные операционные расходы, на которые способно только государство. Результат закономерен — **высочайшая себестоимость**, по сути, уникальной ракетно-космической продукции. Окупить эти затраты на рынке невозможно, поэтому единственным инвестором и заказчиком космонавтики стало государство.

Но в чем интерес к такой космонавтике у **большого бизнеса**? Для поиска ответа надо

посмотреть на космические программы глазами бизнеса 1950-х гг., т. е. до наступления «эры маркетинга». В эти годы действовал закон, сформулированный французским экономистом Ж. Б. Сзем еще в XIX в., который гласит: «Все, что произведено, будет продано». Значит, получается, что космические программы были чрезвычайно интересны бизнесу: они обеспечили новые масштабные государственные заказы для огромного ВПК, созданного в ходе Второй мировой войны, и еще множества отраслей. А государство для бизнеса тех лет — самый «хороший потребитель». Более того, большой бизнес смог капитализировать в свою пользу огромный духовный и интеллектуальный подъем ученых, конструкторов, инженеров, победивших в самой страшной в истории человечества войне.

Но почему после 20 лет инновационного космического прорыва наступил резкий спад? И почему ключевой частью космического проекта стал именно полет человека в космос и пилотируемая космонавтика в целом? Здесь нет точного ответа — вот лишь авторская версия.

После Второй мировой войны перед человечеством как биологическим видом встали два **глобальных вызова** (и впервые в истории эти вызовы были рукотворными). Первый вызов — угроза физического уничтожения человеческого вида в ходе Третьей мировой войны — уже ядерной. Второй вызов — угроза уничтожения человеческой души в результате почти смертельной психологической травмы, нанесенной всему человечеству в ходе прошедшей мировой войны: десятки миллионов погибших, десятки миллионов участвовавших в боевых действиях.

И именно **космонавтика ответила на оба глобальных вызова**. СССР и США создали каждая свой ракетно-ядерный щит, что de facto сняло угрозу новой мировой войны на полное взаимоуничтожение. А реализация проектов «Первый человек в космосе», «Первый человек на Луне» позволила всему человечеству вновь осознать, что «человек — это звучит гордо», и вернуть веру в себя.

Но как только (к 1969 г.) эти два глобальных вызова были разрешены, космонавтика как Большой Общечеловеческий Проект стала человечеству не нужна, и сверхмощный инновационный технологический взрыв закончился. Почему так произошло? Для людей верующих ответ очевиден. Атеисты могут рассмотреть такую

версию: космонавтика 1950–1960-х гг. есть проявление некоего непознанного механизма самосохранения биологического вида. И как только смертельные угрозы для вида были устранены, этот механизм отключился. В результате инновации в космонавтике резко пошли на спад. Остается вопрос: такое случилось лишь однажды, случайно или при новой угрозе человечеству может повториться?

SPACE 1.1: БИЗНЕС-ОПТИМИЗАЦИЯ, ИЛИ ПОПЫТКА ВЫРВАТЬСЯ ИЗ ЗАМКНУТОГО КРУГА

Следующий этап в развитии мировой космонавтики, обозначим его как Space 1.1, был призван разрешить, как представлялось, главную и первородную проблему Space 1.0 — снизить высочайшую себестоимость производства¹. Для этого **в основу новой модели космонавтики были положены принципы стратегической бизнес-оптимизации**, основанные на задействовании внутренних конкурентных преимуществ. Согласно самым современным (на тот момент, т. е. в 1980-е гг.) теориям и практикам стратегического менеджмента (например, трудам «гуру» Майкла Портера) для снижения себестоимости требовалось в первую очередь укрупнение бизнеса (эффект масштаба), вертикальная интеграция, реализация рыночной, процессной и технологической синергий.

Действуя строго в рамках теории, в кратчайшие исторические сроки (за 10 лет) были **созданы крупные ракетно-космические холдинги**, реализующие на практике стратегические принципы «эффекта масштаба», «вертикальной интеграции», «синергии». Более того, так как ракетно-космические программы длительные, рискованные и инвестиционно емкие, то созданные холдинги (в целях снижения корпоративных рисков) вошли в состав еще более крупных военно-промышленных и высокотехнологических структур. Именно так к середине 1990-х гг. возникли американские корпорации Lockheed Martin и Boeing, а также их главный конкурент — европейский концерн EADS. Все три гиганта имели сравнимые объемы (годовые продажи на уровне 40–50 млрд долл.), при этом «космический» сегмент в каждой из компаний находился на уровне 8–10% — законы бизнеса универсальны. Но...

¹ Попытки кардинально — в несколько раз — снизить стоимость выведения грузов в космос предпринимались и ранее, в частности, именно это было одной из главных целей программы Space Shuttle. Представлялось, что это будет достигнуто за счет многозаказности использования большинства элементов ракеты-носителя и космического корабля. На цель не была достигнута. Более того, стоимость запуска еще более возросла: один полет челноков обходился американскому бюджету от 500 миллионов до миллиарда долл. и более.

Но существует тот факт, что в крупных компаниях инновационные процессы идут относительно медленнее. При этом чем меньше число компаний на «закрытом» для чужих национальном ракетно-космическом рынке, тем ниже уровень рыночной конкуренции, что также не создает стимулов к инновациям — всегда рискованным и затратным. А нет инноваций (технологических, структурных, производственных) — нет и снижения себестоимости. В результате декларируемая цель Space 1.1 не была достигнута: снижения себестоимости не произошло.

Неправильно выбранная цель отрицательно сказалась на всем дальнейшем развитии мировой космонавтики. Так, в начале 1990-х гг. на волне «конца истории» космонавтика решила стать «свободной» и «рыночной». Но оказалось, что «бизнес-оптимизированная», но малоинновационная космонавтика окончательно проиграла рыночно-технологическое соревнование альтернативным решениям — воздушным и наземным технологиям. Открытая конкуренция выявила **существенные недостатки всех космических решений**: они абсолютно и относительно дорогостоящи; запущенный спутник нельзя ни отремонтировать, ни модернизировать.

Этот «проигрыш» в цифрах выглядит так. В мире сегодня 4 системы космической подвижной связи: Iridium, GlobalStar, Thuraya, Orbcomm. Суммарно это более 140 спутников и более 15 млрд долл. инвестиций. А абонентов по всему миру — всего около 1 млн. Для сравнения, у наземной подвижной (мобильной) связи уже более 6,5 млрд абонентов. Риторический вопрос: какая технология рыночно успешнее?

Другой наглядный пример. Геостационарные спутники связи чрезвычайно дороги — от 100 до 500 млн долл. Плюс их запуск на орбиту обходится в среднем еще в 80–100 млн долл. Казалось бы, при таких инвестициях целесообразно, чтобы спутник связи работал на орбите как можно дольше: 15 лет, 20 лет... Но на Земле телекоммуникационные и информационные технологии последние 20 лет переживают небывалый инновационный бум, который год от года только усиливается. На рис. 2 вверху показаны лучшие гаджеты образца 1993 г.: КПК Apple Newton, видеокамера JVC, лэптоп Macintosh, сотовый телефон, фотоаппарат Polaroid, аудиоплеер Sony Walkman, электронные часы, пейджер. Их общая стоимость — более 10 тыс. долл. Внизу — «просто» iPhone 2013 г. стоимостью менее 1 тыс. долл. Он «умеет» все, что делали лучшие гаджеты 1993 г., и еще много чего сверху. И тогда вопрос: вам все еще нужен спутник связи, спроектированный и запущенный 20 лет назад?

Спутники связи просто попали «под каток»



Рис. 2. Лучшее оборудование: взгляд из 1993 и 2013 гг. (а ковер тот же)

бурно развивающихся на Земле информационных и телекоммуникационных технологий... и проиграли. Это только бизнес — ничего личного.

И еще показательный пример. В 1961 г. президент США Джон Кеннеди, глубоко потрясенный и уязвленный, как и весь американский народ, тем, что СССР уже дважды обогнал США: первым запустив спутник и первым отправив в космос человека (рис. 3), объявил о том, что до конца десятилетия именно американец первым вступит на Луну и «живым вернется обратно». Грандиозная и амбициозная, а также, безусловно, сверхинновационная задача была успешно решена: 21 июля 1969 г. астронавт Нил Армстронг сделал «первый маленький шаг» по поверхности Луны.

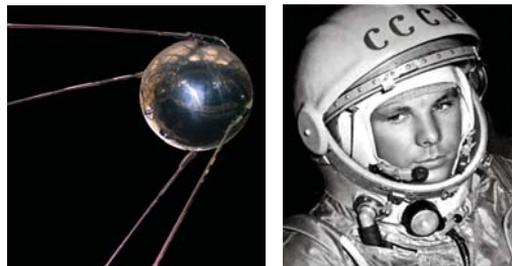


Рис. 3. Спутник-1 — первый искусственный спутник Земли (слева). Первый человек, облетевший вокруг Земли — Юрий Алексеевич Гагарин (справа)

Прошло 35 лет, и очередной президент США Джордж Буш объявил о новой лунной программе: американцы должны были вернуться на Луну к 2020 г. Это была заведомо более скромная задача: на ее решение отводилось в два раза больше времени — почти 15 лет. Прошло 6 лет реализации программы, и следующий президент США Барак Обама был вынужден ее приостановить, поскольку за эти годы не было сделано практически ничего. Более того, американские космические компании, получив бюджетные деньги, не стали изобретать велосипед и заниматься рискованными инновациями, а занялись перелицовкой старого — адаптацией под новые нужды технологий и решений программы Space Shuttle. Одна страна, два похожих проекта, но два времени и такие разные судьбы. Почему же США не удалось повторить то, что 40 лет назад уже было сделано?

Ответ может быть только один: **главная проблема мировой космонавтики — не оптимизация расходов, а низкий уровень инновационной активности.**

SPACE 2.0: ВЕРНУТЬСЯ К ИННОВАЦИЯМ — «ЧАСТНАЯ КОСМОНАВТИКА»

В 2000-е гг. была предпринята следующая попытка вновь вывести космонавтику в инновационные лидеры. В космонавтику пришли новые люди: еще молодые бизнесмены, сделавшие себе имя и состояние в различных высокотехнологичных отраслях (не в финансах)². В первую очередь для снижения себестоимости им пришлось отказаться от прежней модели специализации и перейти, по сути, к **натуральному космическому хозяйству», руководствуясь принципом «все, что могу, делаю сам».** Это кардинально снизило размеры космической кооперации и послужило важным фактором удешевления производства. Второе решение для снижения себестоимости — использование не уникальных специализированных космических решений, а везде, где возможно, стандартных, «земных». Эти изменения носят принципиальный характер, поэтому этот этап можно смело именовать Space 2.0³.

И в этот раз получилось: стоимость пуска ракеты-носителя Falcon даже на начальном

этапе в несколько раз ниже, чем аналогичные показатели для Delta 4 (Boeing) и Atlas V (Lockheed Martin). А британская компания SSTL, начинавшая как университетская лаборатория производства микроспутников, сегодня составляет реальную конкуренцию мировым грантам — Boeing, Lockheed Martin, EADS Astrium, Loral Space, Thales. Именно SSTL доверено производство модулей полезной нагрузки для спутников европейской навигационной системы Galileo. Однако, как всегда, есть одно но...

Производство космической техники (ракет-носителей и спутников) осталось все так же «штучным», поскольку Space 2.0 не создает новых возможностей для потребителей, не формирует новых масштабных рынков. Основной заказчик компаний Space 2.0 тот же, что и у Space 1.0, — государство. И de facto Space 2.0 предлагает заказчикам то же — ракеты-носители и спутники, что и Space 1.1, но дешевле и быстрее.

В этой ситуации можно предугадать дальнейшую судьбу компаний из списка Space 2.0. По сути, это любовно выращиваемые **новые инновационные космические команды**, молодые привои, которые должны вдохнуть новую жизнь в могучие, но старые деревья Space 1.1. Так, компания SSTL уже приобретена EADS Astrium, хотя пока и оставлена самостоятельной. А молодая и успешная команда из SpaceX, скорее всего, станет **кадровым ядром нового Большого Космического Проекта США.**

И уже вместе Space 1.1 и Space 2.0 поведут человечество дальше в космос (рис. 4). Вопрос: куда? И почему надо лететь в космос? И какой в этом интерес для большого бизнеса? Ведь сегодня не 1950-е гг., бизнес интересуют только

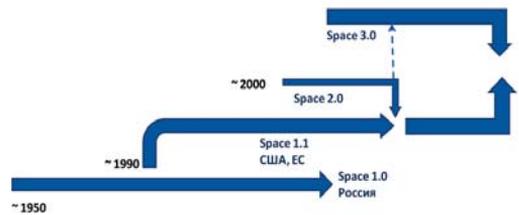


Рис. 4. Эволюционное древо космонавтики

² Характерные представители нового этапа: миллиардер Элон Маск — создатель платежной системы для интернета PayPal, а теперь основатель компании SpaceX, выпускающей ракеты-носители Falcon и космические корабли Dragon, и миллиардер Ричард Брэнсон — главный акционер группы компаний Virgin, а теперь основатель нового направления — суборбитального туризма (компания Virgin Galactic).

³ Иногда этот этап именуют «частной космонавтикой», что не совсем точно отражает суть, поскольку и компании Space 1.1 (Boeing, Lockheed Martin, EADS) являются не государственными, а частными.

те технологии, которые позволяют работать не на государство, а на массового потребителя.

SPACE 3.0: РОЖДЕНИЕ «НОВОЙ КОСМОНАВТИКИ»

На вопрос почему может быть дан следующий ответ. Сегодня **перед человечеством вновь, как и 60 лет назад, стоят глобальные (рукотворные) вызовы.** Это и физические угрозы существованию: деградация окружающей среды (экология), истощение запасов легкодоступных природных ресурсов (не только нефти и газа, а по всей таблице Менделеева), объективно идущий процесс увеличения возможностей отдельных человеческих индивидуумов по убиению себе подобных (примеров таких рукотворных глобальных катаклизмов можно найти множество в литературе и кинематографе). Кроме того, многие считают, что причины нынешнего затянувшегося глобально-экономического кризиса кроются в **идейном тупике общества сверхпотребления.**

Какие альтернативы есть для человечества? Только простое перечисление некоторых сценариев: уход в виртуальный мир (в «Матрицу»), «новое» рабовладение, различные способы сокращения численности вплоть до новой «большой войны». Здесь все возможно и ничего нельзя исключать, даже самые людоедские сценарии.

А если космонавтика вновь сыграет на «спасение человечества», как это уже было полвека тому назад? И если так, то какой новый Большой Космический Проект выбрать? Добыча полезных ископаемых в космосе? Развитие космической науки? Защиту от астероидов? Колонизацию Луны или Марса? А может, поиск внеземных цивилизаций?

Однако простой анализ показывает, что **только путь на Марс отвечает на все (четыре) глобальных вызова.** Это и «запасная площадка», и новые ресурсы, и новая интересная идея для развития (взвзят сверхпотребления).

Важно отметить, что **формат марсианского проекта должен быть новым,** отличающимся от прежних или лунного: послать человека на Марс и вернуть его обратно на Землю живым. **Новый формат должен быть таким: послать человека на Марс жить!** А возвращение колонистов на Землю отложить на потом. Возможно, это станет реальным только для потомков первых марсианских колонистов.

Что это меняет? **Меняет все и кардинально.**

Во-первых, **проект в новом формате может быть реализован значительно раньше, чем ныне планируемый период 2035 — 2040 гг.**

Это следует из простых баллистических расчетов и требований к необходимым для «старого» и «нового» форматов ракета-носителям и межпланетным кораблям. Для нового формата необходимые космические средства могут быть созданы уже через 10–15 лет. Тем самым проект не относится на далекую перспективу, где его результаты увидят только следующие поколения ученых-конструкторов-инженеров, а ставится в текущую повестку дня. Это значит, что **те, кто начнет над ним трудиться сегодня, сами и отпразднуют его успех.** Данное условие в высшей степени важно для формирования **наивысшей личной мотивации лидеров и рядовых участников проекта.** Напротив, без такой мотивации проект просто не может быть реализован!

Второе и важнейшее. Ключевыми технологиями проекта «создания марсианского поселения» становятся не технологии космонавтики Space 1.0 и 2.0 по созданию сверхмощных ракетноносителей и огромных пилотируемых кораблей для маршрута Земля — Марс — Земля, инвестиции в которые исчисляются сотнями и сотнями миллиардов долларов, но без малейшей надежды на их коммерциализацию (это значит, что бизнесу они малоинтересны). В новом формате **ключевые технологии — это всемерное энерго- и ресурсосбережение, переработка всех отходов (ведь возможности колонии ограничены), снижение воздействия на окружающую среду (экология поселения), робототехника (задач много, а человеческих рук мало), биотехнологии (ведь предстоит жить в непривычной среде).** Высокая эффективность каждой из них — основа для жизни марсианской колонии. Эти технологии еще предстоит создать, это огромный пласт инноваций в самых разных отраслях и научных дисциплинах.

Но дело в том, что, в отличие от ракетно-космических технологий, **все перечисленные технологии имеют огромный коммерческий потенциал на Земле, они востребованы уже сейчас, объемы потенциальных рынков для них исчисляются триллионами долларов.** И значит, инновационные технологии «марсианского поселения» в высшей степени интересны большому бизнесу. Интересы человечества и бизнеса вновь, как и 60 лет назад, совпадают, и на этом пути **нас всех вновь ожидает инновационный взрыв!**

Это новый этап развития космонавтики. Это Space 3.0. И поезд новой космонавтики уже набирает ход. Вопрос к нам: Россия участвует?

А. С. Шокол (НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»)

Окончил Московский авиационный институт по специальности «радиоэлектроника летательных аппаратов». В настоящее время — исполняющий обязанности начальника Научного центра оперативного мониторинга Земли ОАО «Российские космические системы».

А. И. Бочарников (НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»)

Окончил Военный инженерный краснзнаменный институт им. А. Ф. Можайского по специальности «приборы оптико-электронного наблюдения». В настоящее время — начальник отдела Научного центра оперативного мониторинга Земли ОАО «Российские космические системы». Заслуженный военный специалист.

А. Г. Жиличкин (НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»)

Окончил Военно-воздушную инженерную академию им. проф. Н. Е. Жуковского по специальности «авиационное радиоэлектронное оборудование». В настоящее время — старший научный сотрудник отдела Научного центра оперативного мониторинга Земли ОАО «Российские космические системы». Кандидат технических наук.

Космический контролер чрезвычайных ситуаций «Канопус-В» подтверждает заявленные характеристики

В конце 2012 г. в штатную эксплуатацию принят космический комплекс (КК) оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций «Канопус-В» (разработчик — ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ»). Целевое применение КК осуществляет оператор космических систем дистанционного зондирования Земли (далее — Оператор КС ДЗЗ) — Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) ОАО «Российские космические системы». Помимо решения целевых задач в интересах МЧС, космическим комплексом успешно выполняются заявки на съемку земной поверхности, поступающие от других государственных организаций, включая Минсельхоз, Минприроды, Росреестр, а также от ряда коммерческих структур и индивидуальных пользователей.

Одним из важнейших показателей качества космических снимков является детальность, т. е. способность воспроизводить на изображении наиболее мелкие детали объектов подстилающей поверхности. Зарубежные производители систем наблюдения из космоса, пре-

следуя цели получения конкурентных преимуществ, в своих рекламных материалах обычно характеризуют детальность получаемых снимков размером проекции стороны единичного приемника излучения (пиксела) на земную поверхность. Такой подход к оценке детальности носит сугубо расчетный характер и не может рассматриваться как исчерпывающий, поскольку не учитывает целый ряд ключевых факторов, определяющих формирование космических изображений, таких, как:

- ✦ влияние атмосферы и условий съемки;
- ✦ свойства оптической системы целевой аппаратуры (в первую очередь соотношение ширины функции рассеяния и размера пиксела);
- ✦ точность работы систем ориентации и стабилизации спутника в момент съемки, определяющая величину остаточных сдвигов изображения;
- ✦ особенности работы приборов, осуществляющих пространственную дискретизацию и квантование оптического сигнала;
- ✦ параметры сжатия при подаче сигнала по радиоканалу и др.

Положение дел не спасает предоставление дополнительных данных, например, таких как: значение функции передачи модуляции на пространственной частоте дискретизации, отношение сигнал/шум и др. Главная проблема заключается в том, что попытки увязать их единым функционалом, обеспечивающим достоверное оценивание детальности реальных изображений, получаемых из космоса, пока не приводят к положительному результату. Кроме того, отметим, что пользователям, как правило, предоставляются данные, полученные на этапе наземных испытаний целевой аппаратуры, которые уже не могут считаться достоверными для орбитальной фазы эксплуатации.

Именно поэтому в отечественной космической отрасли общепринятым показателем детальности считается величина линейного разрешения на местности (ЛРМ). Указанный показатель является наиболее агрегированным и часто используемым. Он, в общем случае, может быть интерпретирован как наименьший размер объекта на местности, который еще наблюдается на изображении. Следует отметить, что данный показатель

является чувствительным ко всем звеньям процесса формирования изображения.

Для детальных систем наблюдения разрешение на местности определяется посредством съемки наземной миры (рис. 1), представляющей собой тест-объект в виде уменьшающихся по размеру элементов. При визуальном анализе изображений миры оператору ставится задача, следуя от хорошо различимых элементов к неразличимым, найти поле, в котором элементы миры еще воспринимаются отдельно. Размер элементов в указанном поле миры отождествляется с линейным разрешением на местности. Такая процедура определения линейного разрешения на местности реализует метод прямых измерений в реальных условиях применения и считается наиболее простым, понятным и достоверным способом оценивания детальности космических систем наблюдения по сравнению с любыми другими (расчетными или косвенными) методами.

Отметим, что проблемный (для систем опико-электронного наблюдения) вопрос, связанный со случайным характером наложения растровой структуры приемника изображения на периодическую структуру миры, решается за

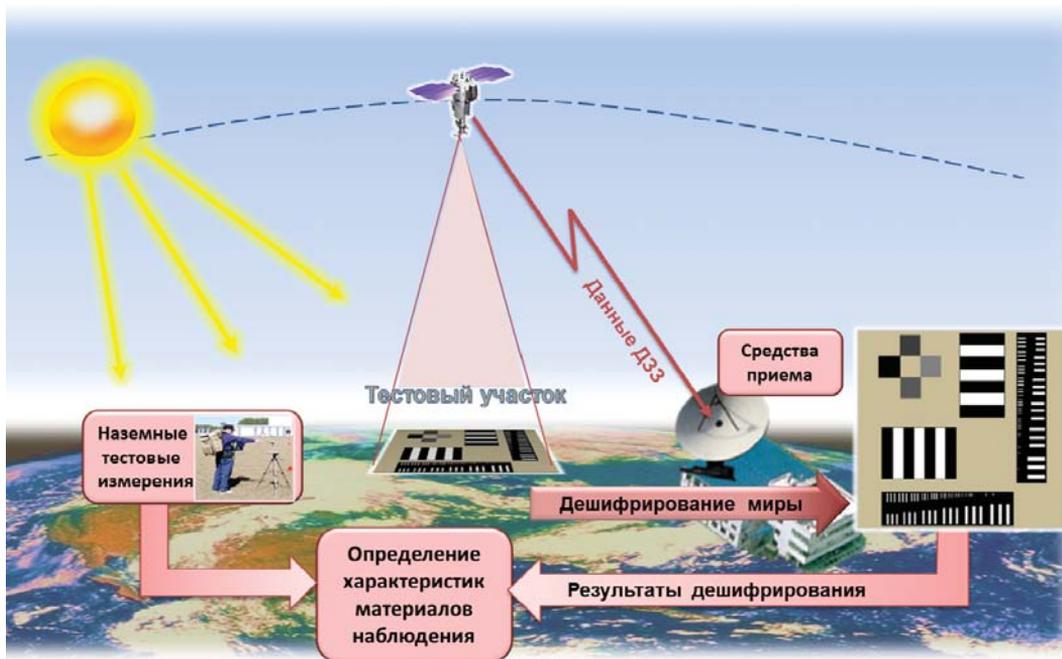


Рис. 1. Организация работ по оценке величины ЛРМ

счет проведения нескольких сеансов измерений и специальной обработки полученных результатов.

В космической отрасли современной России сложилась уникальная ситуация. Последний в СССР мишенный комплекс на космодроме Байконур прекратил свое существование на рубеже 80–90-х гг. XX в. Все дальнейшие попытки возродить такой комплекс оканчива-

лись неудачей как по экономическим причинам, так и в связи с незаинтересованностью отдельных структур в наличии объективных методов контроля. При этом зарубежный опыт подтверждает необходимость использования наземных тест-объектов. На сегодняшний момент в мире насчитывается более полутора десятков постоянно действующих мишенных комплексов (рис. 2).



а



б



в



г

Рис. 2. а) Казахстан (СССР), Байконур; б) Финляндия, Сьюккулла; в) Корея, Кари; г) США, Райт-Паттерсон

Федеральным космическим агентством принимаются меры по исправлению сложившейся ситуации. В частности, в рамках Федеральной космической программы России на 2006–2015 гг. проводится ОКР «Регион-В-Валидация-РК» (головной исполнитель — ОАО «Российские космические системы») по созданию системы валидации для целевой аппаратуры КК ДЗЗ. Указанная ОКР предусматривает работы по проектированию и созданию тестовых участков валидационных подспутниковых

наблюдений, в том числе, комплектов мир — мишенных комплексов для контроля характеристик КК ДЗЗ. В состав комплекта входят миры двух видов: штриховые и радиальные (рис. 3).

В ходе экспериментальной отработки базовых элементов системы валидации были произведены съемки мишенного комплекса панхроматическим каналом целевой аппаратуры КК «Канопус-В». В ходе эксперимента производился инструментальный контроль условий



Рис. 3. Фрагменты мишенного комплекса, развернутые в полевых условиях

наблюдения, яркостных характеристик тест-объекта, параметров состояния атмосферы.

По данным визуального дешифрирования материалов съемки была произведена обработка полученных результатов и установлено, что при проекции пиксела на земной поверхности 2,3 м линейное разрешение на местности материалов съемки панхроматического канала КК «Канопус-В» составляет величину 3 м.

Указанная величина соответствует расчетным значениям и свидетельствует о том, что на снимках КК «Канопус-В» выявляются объекты местности размером не менее 3 м. Анализ изобразительных и дешифровочных свойств материалов наблюдения КК «Канопус-В», проведенного группой опытных дешифровщиков-интерпретаторов космических изображений, заключающийся в определении степени проработки на снимке деталей типовых объектов наблюдения, подтвердил данный вывод. Использование изображений с такой детальностью позволяет уверенно решать следующие целевые задачи:

- оперативный мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций;
- обнаружение очагов лесных пожаров, крупных выбросов загрязняющих веществ в природную среду;
- контроль сельскохозяйственной деятельности и природных ресурсов;
- землепользование;
- оперативное наблюдение заданных районов земной поверхности и др.

По результатам анализа снимков, содержащих

мишенный комплекс, выявлен резерв повышения качества материалов КК «Канопус-В», который заключается в модернизации технологии сшивки маршрута съемки из отдельных микрокадров. В настоящий момент штатная технология обработки на средствах Оператора КС ДЗЗ предусматривает предварительное геокодирование отдельных микрокадров с их разворотом в направлении на север. Данная операция выполняется посредством передискретизации исходного изображения с некоторой потерей детальности.

Представляется целесообразным внести изменения в технологию обработки материалов наблюдения КК «Канопус-В» и сшивку маршрута производить до выполнения операции геокодирования. В результате ожидается повышение качества материалов наблюдения КК «Канопус-В» по показателю ЛРМ на величину 10–20%.

В качестве вывода отметим следующее. В ходе орбитального полета космического аппарата оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций «Канопус-В» проведены натурные измерения, объективно подтвердившие заявленные характеристики по детальности получаемых материалов наблюдения. Результаты штатной эксплуатации КК «Канопус-В» показывают, что в составе российской космической группировки появился спутник, отвечающий современным требованиям по решению широкого спектра задач ДЗЗ и составляющий конкуренцию зарубежным аналогам.

Е. Н. Горбачева (компания «Совзонд»)

В 2008 г. окончила географический факультет Белорусского государственного университета. После окончания университета работала научным сотрудником в УП «Космоаэрогеология» (Республика Беларусь). В настоящее время — ГИС-специалист отдела программного обеспечения компании «Совзонд».

Программный комплекс ENVI — профессиональное решение для комплексной обработки мультиспектральных, гиперспектральных и радарных данных

Одним из приоритетных и динамично развивающихся направлений деятельности компании «Совзонд» является реализация комплексных геоинформационных тематических проектов с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Основная цель проектной деятельности — поиск и предоставление заказчику оптимального решения, начиная от поставки специализированного программного обеспечения для обработки данных дистанционного зондирования Земли до разработки технологий автоматизированного дешифрирования для целей картографии, экологии, геологии, сельского и лесного хозяйства, нефтегазовой отрасли, строительства, энергетики и т. д.

При реализации крупномасштабных проектов специалисты все чаще прибегают к использованию данных ДЗЗ, что дает им значимые преимущества при обнаружении и анализе изменений окружающей среды, картографировании природных комплексов, инфраструктуры, осуществлении долгосрочного мониторинга — решении практических задач, требующих больших капитальных вложений, временных затрат и проведения полевых работ. Использование данных ДЗЗ значительно повышает оперативность получения и актуализации информации об интересующих объектах земной поверхности и сокращает сроки выполнения работ.

Для удовлетворения потребностей специалистов на орбите работают космические системы

ДЗЗ, с помощью которых изучают пространственные, спектральные и временные характеристики объектов земной поверхности. Каждая из этих систем ориентирована на определенный круг задач и имеет свои особенности. Все это обуславливает спрос на специализированное программное обеспечение, позволяющее извлекать тематическую информацию из данных различных систем дистанционного зондирования (мультиспектральных, гиперспектральных и радарных).

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ENVI

Одним из наиболее удачных и доступных программных продуктов для визуализации, анализа и обработки данных ДЗЗ, включающих набор инструментов для проведения полного цикла обработки данных — от ортотрансформирования и пространственной привязки изображения до получения необходимой информации и ее интеграции с данными геоинформационных систем (ГИС), является программный комплекс (ПК) ENVI, разработанный компанией Exelis VIS (США). Компания «Совзонд» является эксклюзивным дистрибьютором ПК ENVI на территории России и стран СНГ с 2005 г.

ПК ENVI лицензирован ведущими операторами космических данных и обеспечивает поддержку данных ДЗЗ, полученных со спутников WorldView-1,2, GeoEye-1, QuickBird, IKONOS,

RapidEye, ALOS, Pleiades-1A,1B, Cartosat-1, Landsat (в том числе Landsat 8), EO-1 (ALI, Hyperion) и др.

ПК ENVI и его дополнительные модули включают эффективные инструменты специализированной обработки и анализа как мультиспектральных, гиперспектральных, так и радарных данных. Многие алгоритмы анализа изображений в ПК ENVI были специально разработаны для обработки больших объемов информации. Модульная структура программы дает пользователям возможность покупать только необходимые функциональные модули.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ ПК ENVI

ENVI Atmospheric Correction Module (ACM) — модуль атмосферной коррекции, устраняющий влияние различных атмосферных явлений (молекулярного и аэрозольного рассеивания) и позволяющий извлекать более точную информацию из данных ДЗЗ.

ENVI Orthorectification Module — модуль, предназначенный для ортотрансформирования изображений с использованием строгих методов и позволяющий получать более точные результаты, чем при ортотрансформировании с использованием RPC-коэффициентов.

Feature Extraction (FX) — модуль, позволяющий выявлять интересные объекты на панхроматических и мультиспектральных изображениях с использованием их спектральных, текстурных и пространственных характеристик.

ENVI DEM Extraction Module (DEM) — модуль для создания высокоточных цифровых моделей рельефа (ЦМР) и местности (ЦММ) с использованием стереоизображений.

ENVI NITF Module — модуль, предназначенный для чтения, записи и отображения всех компонентов формата NITF (National Imagery Transmission Format).

SARscape Modules for ENVI – комплекс многофункциональных модулей для обработки данных радиолокационной съемки, выполненной радаром с синтезированной апертурой (SAR).

ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ IDL

Отличительной особенностью ПК ENVI является открытая архитектура и наличие языка программирования IDL (Interactive Data Language), с помощью которого можно существенно расширить функциональные возможности программы для решения специализированных задач, автоматизировать существующие алгоритмы обработки, создавать собственные алгоритмы и выполнять пакетную обработку данных ДЗЗ.

IDL – интерактивный язык управления данными, являющийся идеальной средой для анализа, визуализации данных и создания различных приложений.

IDL применяется в различных отраслях научной и практической деятельности: при обработке данных дистанционного зондирования Земли, в медицине, метеорологии, при моделировании сложных физических процессов.

ИНТЕГРАЦИЯ С ARCGIS

В результате стратегического сотрудничества компании Exelis VIS с компанией Esri Inc. (разработчик семейства ГИС-приложений ArcGIS) была выполнена интеграция программных продуктов ENVI и ArcGIS, благодаря чему пользователь может работать, используя функционал ENVI в среде ArcGIS.

Интеграция с ArcGIS предоставляет пользователям ENVI обширные возможности распространения полученных данных, картографирования, анализа, печати и создания отчетов.

Инструменты анализа и обработки изображений ENVI доступны в окне инструментов ArcGIS — ArcToolbox.

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ENVI FOR ARCGIS SERVER

ENVI for ArcGIS Server позволяет централизовать инструменты обработки и анализа данных ДЗЗ и сделать их доступными для всех пользователей сети. ENVI for ArcGIS Server работает в связке с приложением ArcGIS for Server.

При использовании данных продуктов организация получает следующие преимущества:

- * на геопорталы, создаваемые с использованием ArcGIS for Server, можно встраивать функции обработки данных ДЗЗ, такие, как классификация, выявление изменений, выявление аномалий и др.;
- * пользователи через ArcGIS for Desktop могут получить доступ к инструментам ENVI, реализованным на сервере, при этом не требуется установка ENVI на компьютеры пользователей;
- * обработка данных ДЗЗ осуществляется с использованием вычислительных мощностей сервера, без использования ресурсов компьютеров пользователей.

ENVI 5

Новая версия программы ENVI 5 с усовершенствованными инструментами, удобным пользовательским интерфейсом и поддержкой большинства современных форматов данных делает

процесс обработки и анализа изображений еще более простым и рациональным. Конфигурация ENVI 5.0 по умолчанию представлена единым окном Image (рис. 1), которое может быть разделено на несколько отдельных видов (от 2 до 16) для сравнительного анализа пространственных данных.

Встроенные рабочие процессы ENVI 5 (Classification, RPC Orthorectification, Feature Extraction, Image Registration), пошагово описывающие процедуры обработки данных, позволяют даже начинающим пользователям быстро освоить работу в программе.

ОБРАБОТКА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Анализ гиперспектральных изображений стал одним из самых эффективных и быстро развивающихся направлений при дистанционном изучении спектральных характеристик объектов земной поверхности. Гиперспектральные снимки, в отличие от других данных ДЗЗ, позволяют извлекать более точную и детальную спектральную информацию. Данные о величине отражения энергии от объектов земной поверхности дают обширный материал для подробного анализа и создания на их основе новой производной

продукции.

Инструменты извлечения пространственных и спектральных профилей из мультиспектральных и гиперспектральных снимков ENVI предоставляют пользователю новые пути для анализа многомерных данных.

Комплекс рабочих процессов THOR (Tactical Hyperspectral Operational Resource) ENVI, предназначенный для специализированной обработки гиперспектральных данных, включает следующие процессы:

- ✦ обнаружение аномалий (THOR Anomaly Detection);
- ✦ атмосферная коррекция (THOR Atmospheric Correction);
- ✦ обнаружение изменений (THOR Change Detection);
- ✦ обнаружение линий коммуникаций (THOR LOCs — Water and Trails);
- ✦ оценка состояния растительности (THOR Stressed Vegetation);
- ✦ обнаружение целевых объектов (THOR Target Detection).

ОБРАБОТКА РАДАРНЫХ ДАННЫХ

На сегодняшний день SARscape по праву занимает лидирующие позиции среди программных

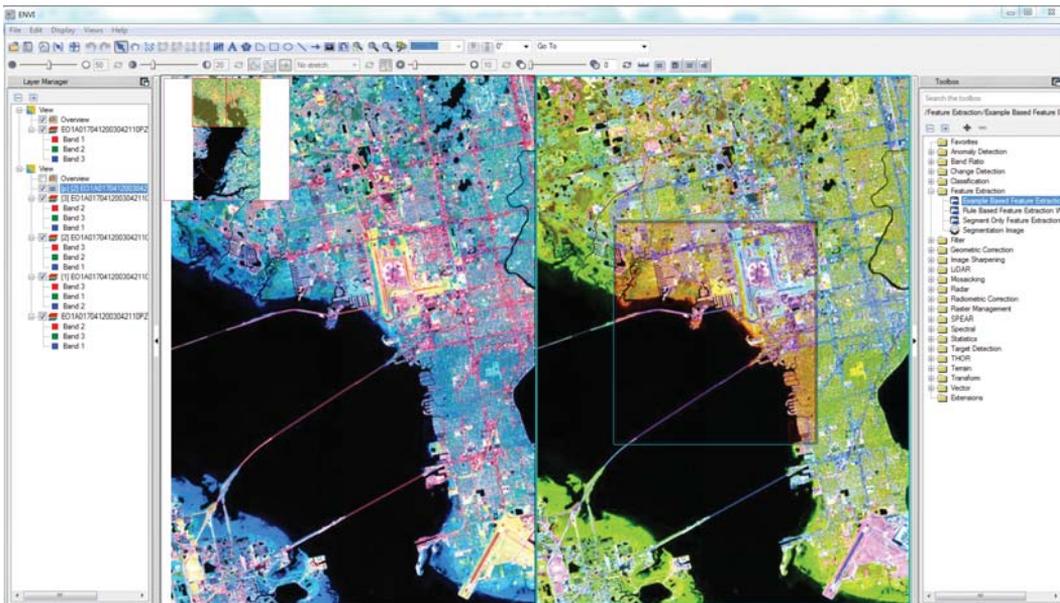


Рис. 1. Интерфейс ПК ENVI 5.0

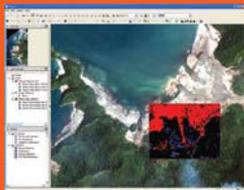
EXELIS

Visual Information Solutions

Меняется окружающая среда.

Меняется климат.

Ваше программное обеспечение не может оставаться прежним.



www.exelisvis.com

Все права защищены.
ENVI LiDAR, ENVI и IDL являются товарными знаками Exelis, Inc. Все остальные товарные знаки являются собственностью их соответствующих владельцев.
© 2013, Exelis Visual Information Solutions, Inc.

Программное обеспечение ENVI от компании Exelis VIS позволит вам более эффективно использовать космические снимки при реализации проектов по исследованию окружающей среды и для принятия оптимальных решений.

Программное обеспечение ENVI предназначено для быстрой обработки больших объемов данных, проведения глубокого анализа космических снимков и создания 3D-изображений. Программные продукты ENVI и ENVI LiDAR - это экономически выгодный и простой способ повысить оперативность работы с пространственными данными.

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 информации и улучшат позиции вашей организации.

Для получения ответов на все интересующие вас вопросы о недавно вышедших и предстоящих релизах программных продуктов ENVI, SARscape и ENVI LiDAR, свяжитесь с представителями компании Exelis VIS.

Компания «Совзонд» - эксклюзивный дистрибьютор программы ENVI на территории России и стран СНГ.

продуктов, предназначенных для обработки и анализа радарных данных.

SARscape обеспечивает максимальную поддержку существующих радарных сенсоров: COSMO-SkyMed 1-4, RADARSAT-1,2, TerraSAR-X, TanDEM-X, Envisat/ASAR, ALOS/PALSAR и др.

Модули SARscape позволяют выполнять обработку радарных данных, включая обработку амплитудных радарных данных, радарную интерферометрию (построение ЦМР и ЦММ, определение смещений и деформаций земной поверхности и сооружений), поляриметрию (создание композитных поляриметрических изображений, выполнение классификации) и др.

Информация, извлекаемая из радарных данных космических съемок с помощью SARscape, находит широкое применение в следующих областях: мониторинг оседаний земной поверхности при добыче полезных ископаемых, сельское и лесное хозяйство, городское планирование, экология, оценка последствий наводнений, всепогодный мониторинг судоходства, нефтеразливов, ледовой обстановки и т. д.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

С появлением технологии лазерного сканирования задача построения трехмерных цифровых моделей значительно упростилась. Данный метод позволяет создать высокоточную цифровую модель окружающего пространства в виде набора точек с пространственными координатами. Полученная модель объекта представляет собой большой набор точек (от сотен тысяч до нескольких миллионов). Визуализация и анализ данных лазерного сканирования требует специализированного программного обеспечения, способного обрабатывать большие массивы данных.

ENVI LiDAR — программный продукт, позволя-

ющий отображать трехмерные модели и извлекать высотную информацию из облака точек данных лазерного сканирования. Полученная информация о высотах может быть использована при создании ЦМР и ЦММ (рис. 2).

ENVI LiDAR позволяет обнаруживать и извлекать трехмерные объекты, уточнять и экспортировать полученные результаты в ГИС. Извлечение интересующих трехмерных объектов возможно как в пределах всей сцены облака точек, так и на участке сцены, ограниченном пользователем.

Объекты и их параметры, которые можно определить, используя ENVI LiDAR:

- ✦ деревья;
- ✦ линии электропередачи;
- ✦ столбы;
- ✦ крыши зданий;
- ✦ верхние горизонтальные ребра крыш.

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ENVI

Активное внедрение облачных вычислений в работу организаций, имеющих ограниченный бюджет, при этом вынужденных обрабатывать огромные массивы геопро пространственной информации, вызвало необходимость разработки новых сервисов анализа изображений на основе облачных технологий. Программное решение — **ENVI Services Engine** — предоставляет доступ к инструментам анализа изображений ENVI для всех пользователей компании посредством облачных технологий или через корпоративную сеть.

Также ENVI Services Engine позволяет быстро и просто создавать, публиковать и распространять информацию, полученную в результате обработки и анализа данных ДЗЗ, в виде веб-сервисов.

Далее доступ к этим сервисам возможен через тонкие и/или мобильные клиенты, таким образом, результаты обработки аэрокосмических изображений могут быть использованы для оперативного и обоснованного принятия решений. ENVI Services Engine включает алгоритмы обработки изображений ПК ENVI. Гибкая архитектура продукта позволяет использовать его совместно с любыми платформами, включая широко распространенный программный продукт ArcGIS for Server.

Специалисты по всему миру на протяжении многих лет останавливают свой выбор на программных продуктах программного комплекса ENVI, сочетающих в себе передовые научно обоснованные технологии обработки и анализа данных ДЗЗ с удобным пользовательским интерфейсом, рабочими процессами, подробно описывающими каждый шаг обработки данных, а также интеграцию с ГИС.

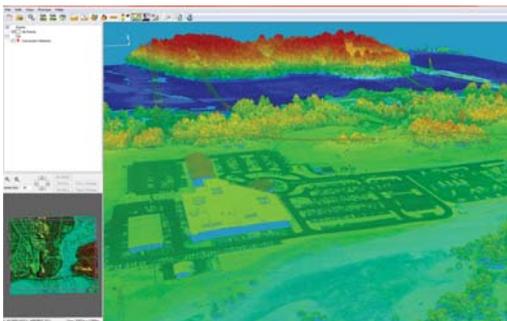


Рис. 2. Обработка данных лазерного сканирования в ENVI LiDAR

GLOBAL SURVEILLANCE TECHNOLOGY PARTNER



KONGSBERG SPACETEC



World wide supplier of Turn Key Ground Stations

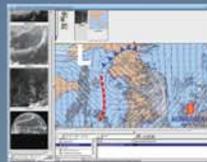
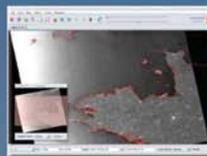
MEOSTM Antenna



MEOSTM Capture



MEOSTM Polar



MEOSTM Watch



KONGSBERG SPACETEC AS

- is the world leading supplier of ground stations for data acquisition from Earth observation satellites, including production of value added applications (optical and SAR).

www.spacetec.no



marketing@spacetec.no

KONGSBERG

WORLD CLASS - through people, technology and dedication

Б. В. Райченко (ЗАО «СТТ групп»)

В 2000 г. окончил факультет статистики и эконометрики Московского экономико-статистического института по специальности «статистика». В настоящее время — руководитель разработки ЗАО «СТТ групп».

В. В. Некрасов (ЗАО «СТТ групп»)

В 1983 г. окончил факультет автоматизации и систем управления Казахского политехнического института им. В. И. Ленина по специальности «инженер-электрик по автоматике и телемеханике». В настоящее время — начальник отдела ГИС ЗАО «СТТ групп».

Практическое применение методов ключевых точек на примере сопоставления снимков со спутника «Канопус-В»

В статье рассматривается задача автоматизации сопоставления данных космической съемки. Одним из стандартных решений этой проблемы является нахождение локальных характерных особенностей (контрольных точек) и их сопоставление с идентичными ключевыми точками на снимках других космических аппаратов (КА). Существующие методы требуют ручного отбора и корректировки оператором вычисленных точек — кандидатов для отсеивания ложных срабатываний, возникающих из-за разных типов сенсоров КА, разных условий съемки (положение КА, сезонные изменения снимаемой территории), непостоянства многих характерных особенностей: пересечений грунтовых дорог, слияний русел рек, наличия поверхностей с переменным коэффициентом отражения, техногенных и естественных изменений местности.

Предлагаемые методы и алгоритмы адаптируют изображения для оптимизации применения алгоритмов детекции ключевых точек и ориентированы на максимальное использование априорных данных (примерная геопривязка по ориентации звездных датчиков, допустимые величины невязки, сформированные опорные снимки на обрабатываемый район), которые затем применяются для проверки статистических моделей сопоставления. Это позволяет полностью автоматизировать поставленную задачу.

Одно из решений задачи автоматического сопоставления снимков заключается в применении технологии ключевых точек.

Особенности космической съемки создают предпосылки для возникновения ошибок сопоставления второго рода (ложные сопоставления ключевых точек), которые вынуждают проводить ручную фильтрацию совпадающих точек оператором. Далее рассматриваются методы и алгоритмы, позволяющие провести такую фильтрацию автоматически за счет полного использования имеющихся в распоряжении данных о местности и условиях съемки.

ОСОБЕННОСТИ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ В ЗАДАЧАХ СОПОСТАВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Процесс сопоставления изображений основывается на поиске и сравнении характерных признаков местности, видимых на космических снимках. Однако большинство из таких признаков могут не иметь постоянного характера. Например, происходят сезонные изменения русел рек, снежный покров не только может скрыть некоторые особенности местности, но и принципиально меняет характер окрестности, обедняя ее признаковую насыщенность. Конечная точность ориентации по навигационным данным влияет на ошибку геопривязки. Кроме того, неточное знание рельефа в холмистой местности вносит дополнительную плановую ошибку.

При этом снимки одной и той же местности, сделанные разными КА, могут различаться из-за разницы сенсоров, условий съемки (положение КА, сезон года, атмосфера) и произошедших изменений (рис. 1, 2).

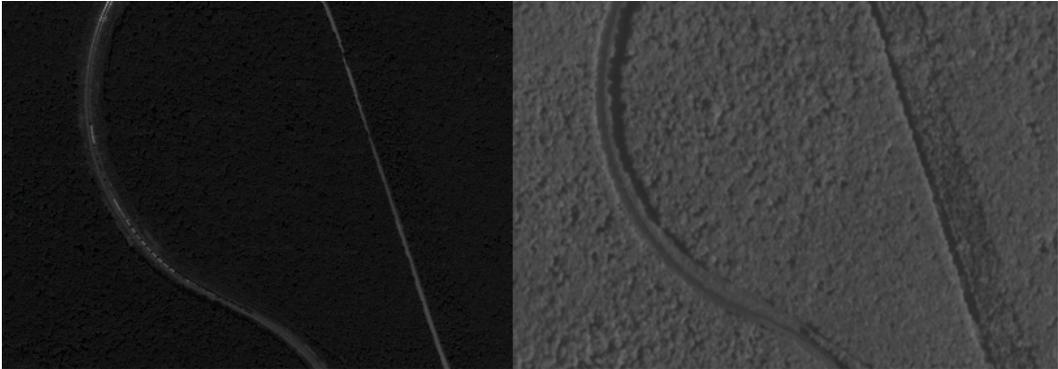


Рис. 1. Разное световое представление одной и той же местности на снимках разных КА

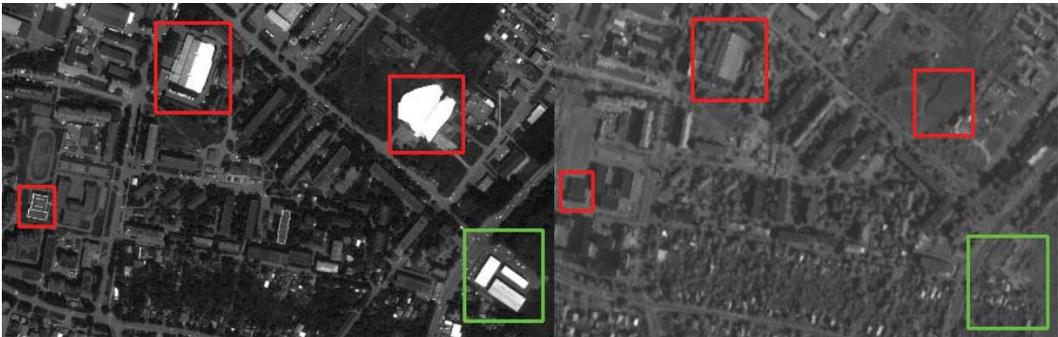


Рис. 2. Блики (отмечены красным) и изменения на местности (отмечены зеленым)

ЛОКАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Локальные особенности изображения, которые можно использовать в задачах автоматической обработки (localfeatures), обладают следующими характерными свойствами:

- **устойчивость (робастность):** особенность выявляется при любых трансформациях (масштабирование, поворот, смена угла съемки) изображения;
- **локальность:** особенность занимает небольшую площадь снимка (не районы);
- **отличимость (дискриминантность):** особенность имеет уникальное описание (окрестность), не встречающееся в других местах изображения.

Одним из видов локальных особенностей являются так называемые ключевые точки (в англоязычной литературе — keypoints), обладающие этими свойствами.

Сопоставление снимков с помощью ключевых

точек заключается в нахождении ключевых точек на снимках и последующем сравнении окрестностей ключевых точек.

Преимущества применения метода ключевых точек:

1. Повышение вероятности распознавания местности в условиях неполной видимости. Например, в условиях незначительной облачности достаточно нескольких небольших, но характерных особенностей местности для успешного сопоставления.
2. Повышение вероятности верного совпадения при умеренном изменении сцены и условий съемки.
3. Найденные совпадения обладают пиксельной и даже субпиксельной точностью.
4. Уменьшение количества вычислений и их оптимизация: сравниваются не полные изображения снимков, а только их фрагменты (окрестности характерных точек).

АДАПТАЦИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ К КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ

Текущие реализации алгоритмов детекции ключевых точек (FAST, SIFT, SURF) в целом предназначены и оптимизированы под объекты окружающего мира: в большинстве случаев рассматриваются объекты искусственного происхождения, характеризующиеся наличием плоских текстурированных поверхностей, прямых линий, резкими изменениями коэффициента отражения (границ), и т. п. Кроме того, в них не учитывается влияние атмосферы, «размывающей» границы объектов.

Космическая съемка имеет дело с природными и рукотворными объектами принципиально иного масштабного размера: современные сенсоры сверхвысокого разрешения имеют разрешающую способность 0,5 м. При этом большая часть космических снимков имеет монотонную текстуру: леса, поля, водоемы, что не соответствует критерию дискриминантности локальных особенностей.

По этой причине необходима серьезная адаптация в методике использования алгоритма ключевых точек при обработке данных космической съемки.

ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ СОПОСТАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК

Обобщенный алгоритм применения методов ключевых точек для сопоставления космических снимков состоит из следующих шагов:

1. Предварительная обработка снимков.
2. Детекция ключевых точек и вычисление описания окрестностей точек (дескрипторов).
3. Деление снимков на фрагменты с гарантированным нахождением сопоставления.
4. Аппроксимированный поиск похожих дескрипторов в сопоставляемом снимке.
5. Проверка дискриминантности похожих дескрипторов относительно других дескрипторов (фильтр ошибок второго рода).
6. Геометрическая валидация ключевых точек внутри фрагмента.
7. Геометрическая валидация ключевых точек внутри снимка.
8. Робастное вычисление подходящей геометрической трансформации одного снимка в другой.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СНИМКОВ

На данном этапе производится предварительная обработка исходного снимка для адаптации к алгоритмам детекции ключевых точек. Для большинства получаемых снимков (здесь и далее упоминаются данные космической съемки, полученные КА «Канопус-В») распределение значений

яркости пикселей концентрируется в достаточно узком диапазоне. Выравнивание гистограммы приводит к распределению значений яркости пикселей по всему задействованному диапазону (8 бит, или 256 градаций яркости). Такая преобработка деструктивна для снимка, поэтому при дальнейшей обработке (после найденного сопоставления) используется исходный снимок. Более продвинутой обработкой должна быть индивидуальна: нормализация гистограммы яркости проводится в соответствии с референсной гистограммой данной местности и данного сезона года. Снимок ортотрансформируется с учетом ЦМР для устранения влияния ориентации камеры.

ДЕТЕКЦИЯ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК И ВЫЧИСЛЕНИЕ ДЕСКРИПТОРА ПО ОКРЕСТНОСТЯМ ТОЧКИ

С математической точки зрения ключевые точки — это точки, являющиеся локальными экстремумами функции яркости, в том числе и после наложения сглаживающих фильтров. Часто ключевые точки определяются как локальный экстремум в матрице, полученной разницей гауссианов. Распространенным критерием отбора «хороших» ключевых точек является «отклик» (response) — значение найденного локального экстремума после наложенного сглаживающего фильтра. Однако в случае обработки данных космической съемки большое значение «отклика» может быть ложным, поскольку высокий «отклик» имеют блики, не являющиеся устойчивыми. Поэтому при анализе моделей сопоставления не учитывается значение «отклика». Другим критерием отбора ключевых точек является октава гауссовой пирамиды, на которой была произведена детекция. Уровень октавы характеризует площадь, на которой данная точка является локальным экстремумом. Соотношение масштабов сопоставляемых снимков при анализе моделей должно соответствовать соотношению уровней октав (рис. 3, 4).

После детекции ключевых точек анализируются их окрестности, которые сохраняются в виде структур, называемых дескрипторами. Дескриптор содержит не абсолютные значения яркости, а градиенты яркости, записанные в виде векторов, которые суммируются по крупным участкам для определения выраженного направления (рис. 5).

Из-за факторов, сопутствующих космической съемке, нет устойчивых (робастных) объектов площадью более 4 кв. м на характерном фоне (необходимое свойство дискриминантности).

Исследования показали, что наилучший результат при этих обстоятельствах дает детекция большего числа точек, равномерно распределенных в сформированных областях, и их дальнейшая отбраковка (рис. 6, 7).

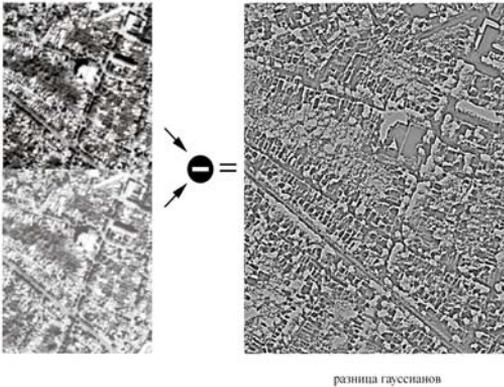


Рис. 3. Вычисление разностей гауссианов [1]

ДЕЛЕНИЕ СНИМКОВ НА ЗОНЫ С ГАРАНТИРОВАННЫМ ПЕРЕСЕЧЕНИЕМ ОБЛАСТИ

Для плотного и по возможности равномерного покрытия снимка ключевыми точками он делится на квадраты. Большой эффект достигается, когда снимки сегментируются по устойчивым стабильным регионам, внутри которых будут выделяться локальные особенности.

Размер грани квадрата связан с предельной величиной ошибки привязки (т. е. ошибки несопоставления). Квадрат опорного в сопоставлении изображения должен быть выбран большей площади, так, чтобы однозначно существовало решение задачи сопоставления изображений. Таким образом, при большей предельной ошибке сопоставления объем анализируемых моделей увеличивается. Более того, значительно увеличивается число ложных соответствий, что ухудшает качество анализируемых моделей и в конечном итоге приводит к вырожденному решению.

Тем не менее предельная величина ошибки привязки изображений — один из оптимизируемых параметров в анализе моделей сопоставления изображений. Ошибка привязки состоит из двух составляющих: систематической и случайной. При реализации итеративного поиска решения (coarse to fine) можно начинать с действительно больших величин предельной величины ошибки привязки, пропуская неизбежные отсутствия решений, но после первых найденных совпадений, прошедших валидации, следует переинициализировать цикл найденным значением (рис. 8).

Вероятность ошибки точной привязки по опорным данным зависит от соотношения площади запаса по краям опоры к площади сопоставляемого снимка. Соответственно для больших значений

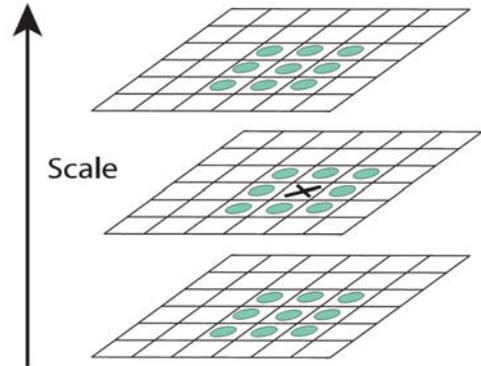


Рис. 4. Проверка точки: является ли локальным экстремумом среди 8+9 точек на текущей и смежных 3x3 шкалах (scale) [1]

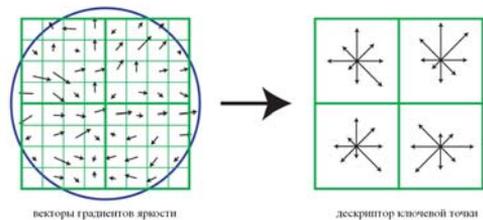


Рис. 5. Вычисление дескриптора ключевой точки [1]

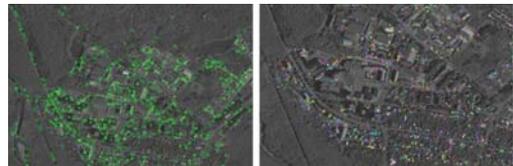


Рис. 6. Пример детектированных ключевых точек

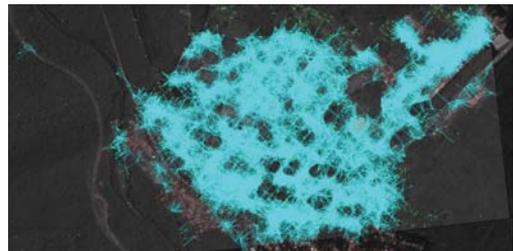


Рис. 7. Анализируются тысячи неотфильтрованных моделей совпадений. Задача: учитывая дополнительную информацию о местности, отфильтровать неверные модели

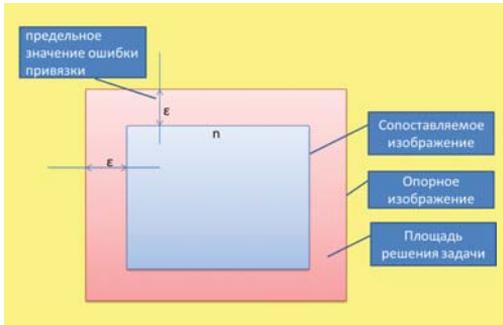


Рис. 8. Грани квадрата опорного изображения больше граней сопоставляемого снимка на величину предельной ошибки

принимаемой предельной ошибки следует брать большую площадь квадрата. Отношение площади решения к площади сопоставляемого снимка представляется формулой.

АППРОКСИМИРОВАННЫЙ ПОИСК ПОХОЖИХ ДЕСКРИПТОРОВ В СОПОСТАВЛЯЕМОМ СНИМКЕ

Применение точного поиска одинаковых дескрипторов не дает результатов из-за свойства непостоянства местности. Поэтому применяется поиск похожего дескриптора (аппроксимированный поиск). Один из подходов к сравнению похожести дескрипторов состоит в:

- представлении каждого множества (т. е. каждой окрестности ключевой точки) в виде точки в многомерном пространстве (по количеству элементов в множестве. Дескрипторы распространенных алгоритмов детекторов содержат 64 элемента);
- вычислении L_p -нормы для каждой многомерной точки;
- предположении о похожести окрестностей на основании близости их L_p -норм.

Этот подход сравнительно быстр и дает надежные результаты для незашумленных изображений, но не подходит для рассматриваемой задачи.

Лучший результат показывает аппроксимированный поиск с помощью k -мерного дерева (k -d tree), разбивающего k -мерное пространство на подпространства таким образом, чтобы каждая точка находилась в своем собственном подпространстве. Важно найти не самый похожий дескриптор ближайшего соседа, а как минимум двух соседей (точки D и B на рис. 9) для проверки дискриминантности дескрипторов. В итоге для каждой ключевой точки сопоставляемого изображения будет найдено на опорном изображении два ближайших кандидата в пары.

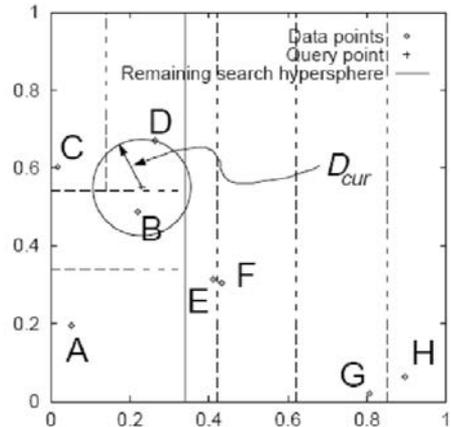


Рис. 9. Деления пространства k -мерным деревом [2]

ПРОВЕРКА ДИСКРИМИНАНТНОСТИ ПОХОЖИХ ДЕСКРИПТОРОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГИХ ДЕСКРИПТОРОВ (ФИЛЬТР ОШИБОК ВТОРОГО РОДА)

Найденные на предыдущем шаге два похожих дескриптора — претендента в пары (два ближайших соседа) анализируются (рис. 10). Выполняется проверка соотношением совпадений (рис. 11), после которой отфильтровываются все пары, кроме «доминантных», в которых второй ближайший кандидат в пары к точке на сопоставляемом снимке значительно хуже (дальше в многомерном пространстве). В итоге остается множество пар ключевых точек, образованных выраженным сходством окрестностей (рис. 12).

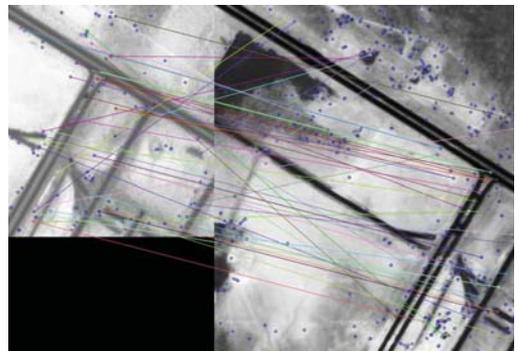


Рис. 10. Пример хороших пар, найденных с помощью аппроксимированного поиска дескрипторов (среди пар пока есть много ложных)

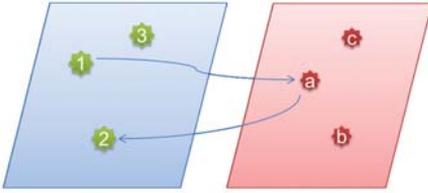


Рис. 11. Симметричная проверка (cross-check) совпадения окрестностей ключевой точки. Если окрестности точки 1 наиболее похожи на окрестности точки *a*, то осуществляется обратная проверка. Если окрестности точки *a* более всего похожи на окрестности другой точки 2, то и точка 1, и точка *a* удаляются из моделей сопоставления

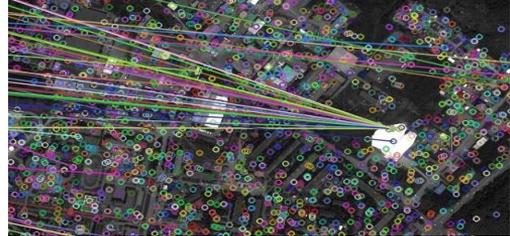


Рис. 12. Проверка соотношением совпадений (ratio-check). Точки, чьи окрестности похожи на несколько других окрестностей, удаляются из модели сопоставления, поскольку не являются характерными

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ВАЛИДАЦИЯ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК ВНУТРИ РАЙОНА

Среди пар ключевых точек, совпадающих по окрестностям, много ложных — около половины. Решение этой задачи методом наименьших квадратов дает неуверенные результаты из-за высокой доли ложных совпадений. Для выявления совпадений среди большинства ложных совпадений применяется статистический алгоритм RANSAC (RANdomSAmpleConsensus — консенсус случайных выборок). Реализация алгоритма RANSAC в библиотеке OpenCV осуществляет проверку консенсуса с помощью перспективного преобразования двух плоскостей, в то время как эффективной для рассматриваемого метода является более строгая проверка консенсуса ригидной трансформацией (3 степени свободы вместо 8; рис. 13).

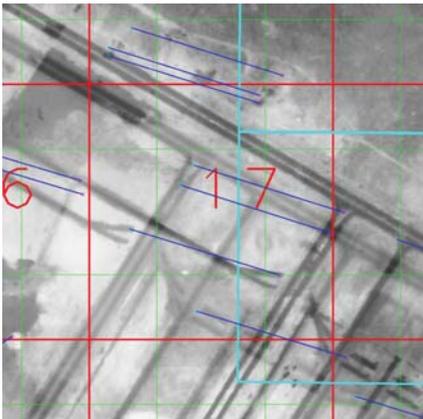


Рис. 13. Пример удачной геометрической валидации: отфильтрованы все ложные совпадения. Красным показаны границы квадрата сопоставляемого снимка, зеленым — границы квадрата опорного снимка

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ВАЛИДАЦИЯ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК ВНУТРИ СНИМКА

Полученные на предыдущем шаге геометрические преобразования применяются ко всем парам ключевых точек для оценки геометрии по площади всего снимка. Отбирается трансформация, имеющая наименьшее значение среднеквадратичного отклонения (СКО).

РОБАСТНОЕ ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОДХОДЯЩЕЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОДНОГО СНИМКА В ДРУГОЙ

Из всего множества отобранных пар ключевых точек отбраковываются с использованием робастного метода Хубера пары, дающие наибольший вклад в сумму квадратов невязки сопоставляемых снимков.

ВЫВОДЫ

Рассмотренные алгоритмы и методы были апробированы в составе стенда главного конструктора КА «Нанопус-В». Успешная обработка снимков возможна только при наличии качественных данных, полученных ранее, в том числе и с других КА. Очевидна необходимость инвестировать в уже имеющиеся данные дистанционного зондирования Земли, что ставит особые задачи по созданию репозитория геоданных, в которых изображения хранятся и управляются на всех этапах жизненного цикла по сквозным наборам геопространственных атрибутов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. David G. Lowe 2004. *Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints*.
2. Beis and Lowe 1999. *Indexing without invariants in 3D object recognition*.

Использование космических снимков высокого разрешения для батиметрии*

Какие данные для применения в области батиметрии наиболее эффективны: снимки высокого разрешения со спутников или показания, полученные при помощи акустических гидрографических средств? Исследования, посвященные решению данного вопроса, летом 2012 г. провела Гидрографическая служба Великобритании (ШКНО). По результатам этого исследования было установлено, что данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) могут быть использованы для обновления информации по мелководным и прибрежным территориям, поскольку этот способ получения информации является более оперативным и эффективным по сравнению с акустическими гидрографическими средствами.

Для проекта были выбраны два района Средиземноморского побережья: область А — 50-километровый участок и область Б длиной примерно 25 км. В соответствии с инструкцией Гидрографической службы Великобритании

специалисты компании Proteus работали удаленно, без осуществления полевых наблюдений. Перед компанией была поставлена задача: измерить глубины от нулевой горизонтали (зоны прибора) до максимально глубокой отметки.

ПРИМЕНЕНИЕ ФИОЛЕТОВОГО (COASTAL) КАНАЛА ПОЛНОСТЬЮ МЕНЯЕТ СИТУАЦИЮ

В проекте использовались снимки со спутника WorldView-2 компании DigitalGlobe. Спутник WorldView-2 снимает в 8-канальном мультиспектральном режиме, в том числе в фиолетовом (coastal) канале, который особенно важен для получения батиметрических данных (рис. 1). Хотя все 8 каналов используются для батиметрии и определения типа дна, съемка в диапазоне длин волн 400 — 450 нм (фиолетовый канал — coastal) наиболее эффективна для получения точных данных.

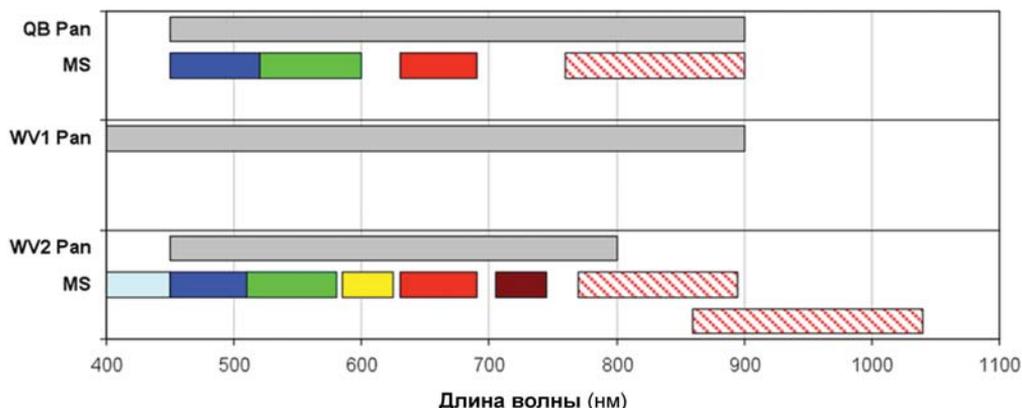


Рис. 1. Диапазоны каналов съемки спутников QuickBird (QB), WorldView-1 (WV-1) и WorldView-2 (WV-2)

*Статья предоставлена компанией DigitalGlobe. Оригинал статьи опубликован в журнале Earth Imaging Journal, March/April 2013 (www.eijournal.com). Авторы: Helen Needham, hydrographic director, Proteus FZC (www.proteusgeo.com), Abu Dhabi, United Arab Emirates; Knut Hartmann, project manager, EOMAP (www.eomap.com), Gilching, Germany; and Graham Mimiriss, U.K. Hydrographic Office (www.ukho.gov.uk), Taunton, Somerset, United Kingdom. Перевод с английского языка и подготовка к публикации Д. О. Мордвиной и Е. Н. Горбачевой (компания «Совзонд»).

Группа специалистов заказала новую съемку со спутника WorldView-2 для покрытия двух исследуемых районов с максимальным углом отклонения от надира 30 градусов (один из ключевых факторов для батиметрии). Для того чтобы был получен нужный снимок, должны выполняться следующие условия: минимальная облачность, благоприятная экологическая обстановка, а также маловетренная или практически безветренная погода, позволяющая минимизировать мутность, возникающую на мелководье у берега. Спутник отснял территорию с общей протяженностью береговой линии более 100 км менее чем за 10 секунд. Реализация подобного проекта с использованием традиционных акустических гидрографических средств заняла бы несколько месяцев. Кроме того, подобные средства могут нарушать прибрежную экологическую обстановку на мелководье.

ТЕСТИРОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Снимок, полученный со спутника в течение 24 часов после съемки, передается в организацию ЕОМАР для обработки. Специалисты оперативно оценивают качество и пригодность снимков для их использования при установлении глубин и характеристик дна. На снимке, использованном в рамках данного проекта, была обнаружена

большая облачность в северной части исследуемой области А, в результате чего потребовалось провести повторную съемку района.

Гидрографическая служба Великобритании решила учесть приливные особенности, используя онлайн-данные с датчиков мореографов. Актуальные данные, регистрируемые мореографами, повысили точность вертикальных измерений.

Организация ЕОМАР разработала программу для обработки данных — Modular Inversion and Processing (MIP), которая извлекает информацию об отражательной способности морского дна, конвертирует полученные данные в значения глубин и создает классифицированные изображения морского дна. Программа MIP предназначена для физически обоснованного восстановления гидробиологических параметров по данным мультиспектральной и гиперспектральной съемки и используется при картографировании мелких и глубоких внутренних вод, прибрежных зон и болот.

Архитектура MIP объединяет набор общих и переводных вычислительных схем в цепь обработки, связывая биофизические параметры с измеренными сенсором значениями яркостей. Схемы включают ряд алгоритмов для извлечения информации о глубинах из снимков. Программа учитывает влияние бликов, атмосферных, поверхностных и подводных двунаправленных эффектов в подводном световом поле (рис. 2).

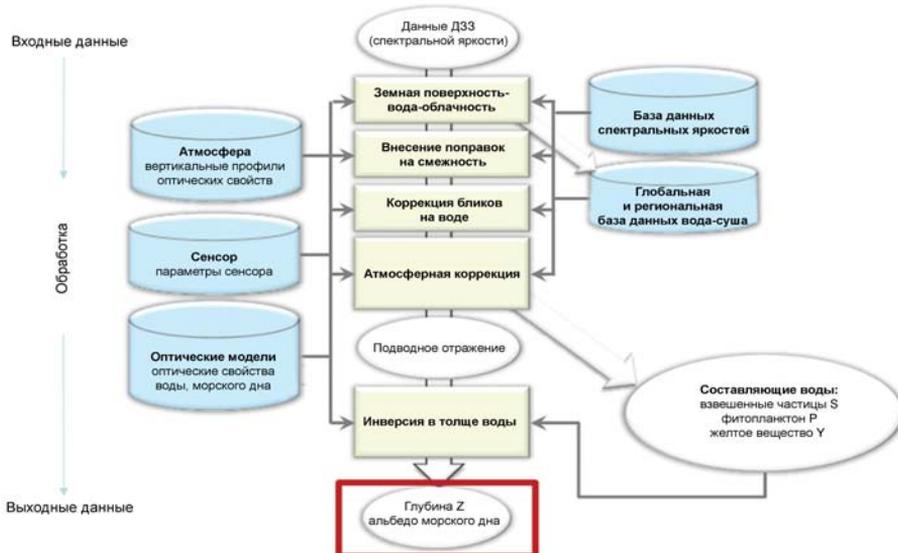


Рис. 2. Блок-схема программы MIP

Процесс обработки включает ряд поправочных коэффициентов. Сигнал, регистрируемый мультиспектральными сенсорами, подвергается рефракции и поглощению при прохождении сквозь атмосферу и водную толщу. Эти факторы необходимо учитывать при определении отражения морского дна, перед тем как осуществлять пересчет значений отражения в значения глубин.

Установление батиметрических характеристик не зависит от типа сенсора, что позволяет использовать различные гиперспектральные и мультиспектральные снимки. Спутник WorldView-2 проводит съемку в мультиспектральном 8-канальном режиме с разрешением 2 м. Такие характеристики обеспечивают большую проникающую способность при установлении глубин и позволяют добиваться большей точности вертикальных измерений, чем при использовании других съемочных систем.

Классификация морского дна основана на алгоритмах контролируемой или неконтролируемой классификации. При определении глубин и выполнении классификации морского дна данные наземных наблюдений отсутствовали, поэтому извлечение интересующей информации проводилось на основе неконтролируемой классификации.

В отличие от классификации участков суши, при выполнении классификации морского дна исходный космический снимок был предварительно откорректирован с учетом эффектов влияния не только атмосферы, но и распространения солнечного излучения в толще воды и бликов. Данный уникальный полуавтоматический подход, разработанный ЕОМАР, применен в MIP. Программа обрабатывает космические снимки и предоставляет растр отражений морского дна, учитывая влияние атмосферы и распространения солнечного излучения в толще воды (рис. 3).

НАДЕЖНОСТЬ И ОПЕРАТИВНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ

Для сравнения результатов, полученных с использованием данных ДЗЗ и однолучевых акустических средств, специалисты компании Proteus передали карты со спецификацией морского дна, а также данные по батиметрии, высокоточные спутниковые снимки, метаданные и технические отчеты в Гидрографическую службу Великобритании.

При проведении батиметрических измерений были получены данные практически обо всей поверхности дна. Были обнаружены и нанесены

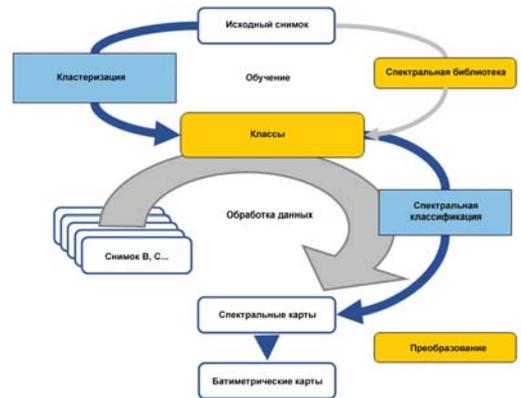


Рис. 3. Схема обработки данных (классификация без обучения)

на карту объекты размером более 4 м. Несмотря на отсутствие полевых наблюдений, вертикальная точность составила от 10 до 15% глубины. Точность позиционирования при вероятном отклонении 10 м (circular error probable — CEP) составила 90%. Однако при использовании дополнительных данных наземных наблюдений можно улучшить точность до 10% глубины и достичь точности позиционирования 90% при вероятном отклонении CEP 6,5 м.

Также была удачно проведена классификация морского дна. Были выделены 4 типа поверхности: песок, камни/обломки, растительность и смешанный тип дна (большой частью растительность). Для специалистов в области гидрографии, а также для научных и инженерных исследований полученные карты морского дна с разрешением 2 м в комбинации с батиметрическими данными являются основным источником ценной информации.

На рис. 4а показаны результаты батиметрических измерений, где глубина варьируется от 0,1 до 10 м. Для глубин более 10 м получение точных данных стало более затруднительным вследствие высокой мутности толщ воды, но полученная информация также была принята для анализа. На рис. 4б показана классификация морского дна участка той же территории.

В районах, где мутность воды превышала допустимый для обработки системой уровень, значения полученных данных находились в пределах допустимой точности и были признаны пригодными. Когда природные условия не позволяют провести необходимые измерения с использованием данных ДЗЗ, система получает полевые данные с мелководья.

Основным показателем для определения

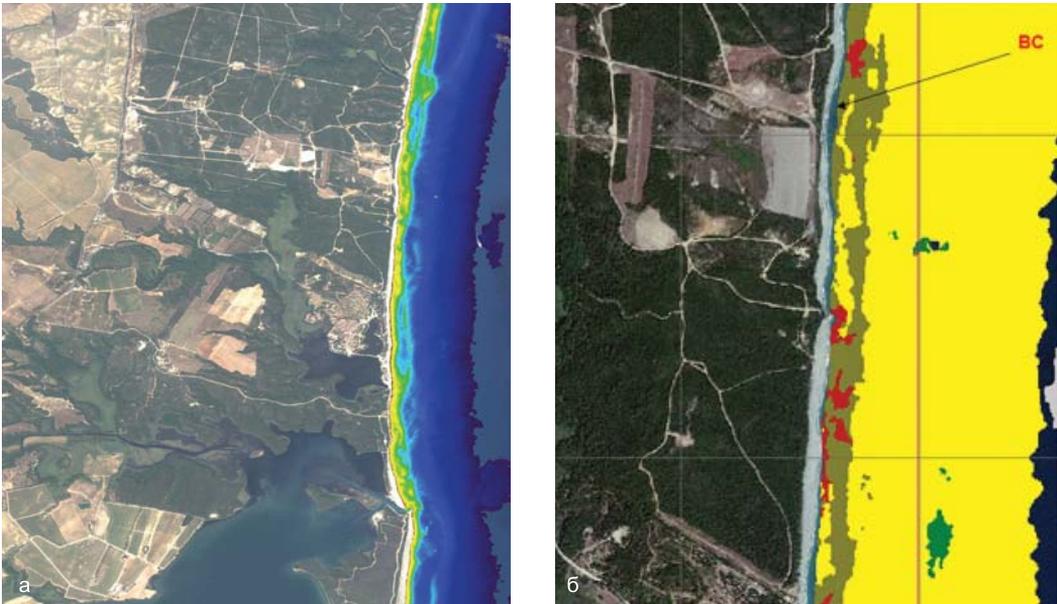


Рис. 4. Использование снимка со спутника WorldView-2 для батиметрии (а) и классификации дна (б)

эффективности пилотного проекта была оперативность получения информации. Время, которое было потрачено на реализацию всего проекта, включая повторную съемку отдельных территорий, составило восемь недель.

Реализация подобного проекта с использованием традиционных акустических гидрографических средств заняла бы несколько месяцев. Кроме того, подобные средства могут нарушать прибрежную экологическую обстановку на мелководье.

ВЫВОДЫ

Участники проекта пришли к выводу, что применение различных космических снимков увеличит плотность точек и позволит создать батиметрическую карту мелководья. Несмотря на то что стоимость конечного продукта возрастает, данный метод позволяет повысить безопасность исследований и сократить применение техники. Средние значения глубин применяются для экологических/технических и морских исследований, однако для отдельных специфических задач могут потребоваться данные о глубинах на мелководье.

Также участники исследования выяснили, что данные, полученные с неподвижных

объектов, являются более ценными, чем данные, полученные с движущихся объектов (кораблей). Стоит отметить, что основными параметрами спутниковой съемки являются местоположение и время, поэтому они должны учитываться при планировании съемки для получения более точной высотной информации.

Результаты, полученные в рамках проекта без использования опорных точек для горизонтальной и вертикальной привязки, были признаны надежными. Измерения производились для глубин около 11 м по всей территории исследования там, где позволяли природные условия. Качество карт чрезвычайно важно для пользователей при просмотре и анализе полученных результатов.

При планировании и проведении гидрографических исследований применение спутниковых снимков WorldView-2 компании DigitalGlobe зачастую позволяет получать результаты, сопоставимые с результатами, полученными с использованием воздушных и морских судов. Космическая съемка наиболее эффективна при обследовании обширных территорий и при этом является более безопасным, экономически выгодным решением в сравнении с традиционными методами.

В. П. Седельников (ОАО «НИИП центр «Природа»)

В 1974 г. окончил Ленинградское высшее военно-топографическое командное училище по специальности «картография», в 1982 г. окончил Военно-инженерную академию им. В. В. Куйбышева по специальности «командно-штабная военно-топографическая служба». В настоящее время — генеральный директор ОАО «Научно-исследовательский и производственный центр «Природа». Кандидат технических наук.

Е. Л. Лукашевич (ОАО «НИИП центр «Природа»)

В 1963 г. окончил Московский авиационный институт по специальности «инженер-механик летательных аппаратов», в 1968 г. окончил Московский государственный университет по специальности «математика». В настоящее время — директор комплекса ДЗЗ ОАО «Научно-исследовательский и производственный центр «Природа». Доктор технических наук.

Использование орбитальных группировок КА ДЗЗ в интересах картографирования территории России

В соответствии с Федеральной космической программой России на период до 2015 г. предполагается существенное увеличение группировки отечественных космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), обеспечивающих получение материалов съемки с различным пространственным разрешением.

В настоящее время на орбите находятся два КА, запущенных в июле 2012 г. одной ракетой-носителем, — «Канопус-В» и БКА (Беларусь). Оба КА имеют идентичную целевую аппаратуру, обеспечивающую получение данных ДЗЗ в панхроматическом (ПСС) режиме съемки с разрешением 2,5 м и мультиспектральном (МСС) режиме с разрешением 12 м. Во 2-м квартале 2013 г. планируется запуск КА «Ресурс-П» № 1, а в 2014 г. — запуск КА «Ресурс-П» № 2. Серия КА «Ресурс-П» имеет аппаратуру, позволяющую проводить высокодетальную съемку в панхроматическом (ПСА) режиме съемки с разрешением 1 м, в мультиспектральном (МСА) режиме с разрешением 3 м и в гиперспектральном (ГСА) режиме с разрешением 30 м. В конце 2015 г. предполагается запуск первого КА серии «Обзор-О» с разрешением в панхроматическом канале 5–7 м и КА «Канопус-В-ИК» с дополнительной аппаратурой, работающей в среднем и дальнем ИК-диапазоне.

Кроме этого, следует упомянуть о возможности проведения до конца 2015 г. модернизации целевой аппаратуры, установленной на КА «Канопус-В», которая в инициативном порядке была рассмотрена ОАО «Корпорация ВНИИЭМ»

с целью улучшения пространственного разрешения (условно это будет КА «Канопус-В-М1») до 1,1 м или увеличения полосы захвата (КА «Канопус-В-М2») до 100 км.

Основные тактико-технические характеристики перечисленных КА даны в табл. 1.

Все перечисленные КА имеют разные орбиты, разные полосы захвата, разное пространственное разрешение и разные рабочие ветви траекторий и как следствие они будут использоваться автономно, решая одни и те же задачи. Тем не менее для существенного повышения эффективности целевого использования КА в интересах картографирования следует создавать группировки КА на орбите таким образом, чтобы потребитель получал максимальную площадь изображений территории Российской Федерации и каждый КА дополнял друг друга. Следует отметить, что объединение КА в орбитальные системы, повышающие эффективность выполнения ДЗЗ, становится мировой тенденцией. В качестве примера можно привести планы Франции объединения в группировку КА Pleiades-1A (запущен 17.12.2011 г.), КА Pleiades-1B (запущен 02.12.2012 г.), КА Spot-6 (запущен 09.09.2012 г.) и КА Spot-7 (планируется к запуску в 2014 г.). Равномерно распределенные в плоскости солнечно-синхронной орбиты, эти КА ежесуточно позволяют осуществлять съемку любого участка поверхности Земли с высоким разрешением (1,5 м в панхроматическом режиме) с КА Spot и со сверхвысоким разрешением (0,5 м в панхроматическом режиме) с КА Pleiades.

КА	Орбита	Полоса захвата	Пространственное разрешение	Примечание
«Канопус-В»	С/с 510 км	20 км	ПСС – 2,5-2,7 м, МСС – 12 м (4 кан.)	Рабочая ветвь траектории – восходящая
БКА (Беларусь)				
«Канопус-В-ИК»				
Серия «Ресурс-П»	С/с 475 км	38 км	ПСА – 1 м, МСА – 3 м (5 кан.)	Рабочая ветвь траектории – нисходящая
		97 км	ПСА – 12 м, МСА – 24 м (3 кан.)	
		30 км	ГСА – 30 м (96 кан.)	Спектральное разрешение – около 5 нм
«Обзор-О» (1-й этап)	С/с 700 км	85 км	ПСА – 7 м, МСА – 14 м (6 кан.)	Площадная плановая съемка
«Обзор-О» (2-ой этап)	С/с 700 км	120 км	ПСА – 5 м, МСА – 10 м (7 кан.)	
«Канопус-В-М1»	С/с 520 км	60 км	ПСС – 1,1 м, МСС – 2,5 м (4 кан.)	
«Канопус-В-М2»	С/с 826 км	100 км	ПСС – 2,0 м, МСС – 4,0 м (4 кан.)	

Таблица 1. Основные характеристики существующих и перспективных КА ДЗЗ оптико-электронного наблюдения на период до 2015 г. включительно

Можно считать, что одна отечественная группировка в составе КА «Канопус-В» и БКА фактически создана и технология совместного управления этой группировкой в ближайшее время должна быть полностью отработана. Оба КА находятся в одной плоскости орбиты, разведены на 180° и движутся с практически равными периодами обращения.

Правовым документом, подтверждающим совместное использование КА «Канопус-В» и БКА, является Соглашение между Роскосмосом и Национальной академией наук Республики Беларусь «О порядке и условиях целевого использования и управления орбитальной группировкой ДЗЗ в составе российского КА «Канопус-В» и белорусского КА ДЗЗ». Такая двухспутниковая группировка позволяет вдвое сократить время полного покрытия межвиткового интервала полоса захвата (этот период для одного КА составляет 94 суток), что представляет безусловный интерес как для России, так и для Республики Беларусь. Площадная съемка с двух КА с поперечным перекрытием полос захвата на широте 42° с. ш. в интересах картографирования может проводиться с отклонением КА по углу крена на углы не более 7° (рис. 1).

Получаемые при этом материалы космической съемки могут использоваться для обновления топографических карт масштаба 1:25 000 и мельче. Кроме этого, упорядоченное движение двух входящих в систему КА образует многовариантные комбинации проведения конвергентной съемки маршрутов протяженностью до 500 км с соседних витков одного или обоих КА для получения стереоскопических изображений (рис. 2). Предполагается, что указанная группировка будет дополнена в 2015 г. разрабатываемым в настоящее время КА «Канопус-В-ИК».

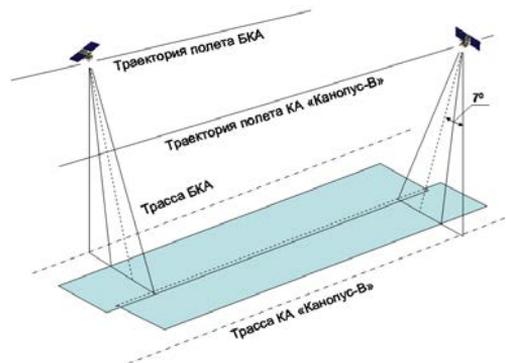


Рис. 1. Схема площадной съемки с соседних витков с использованием группировки «Канопус-В» — БКА

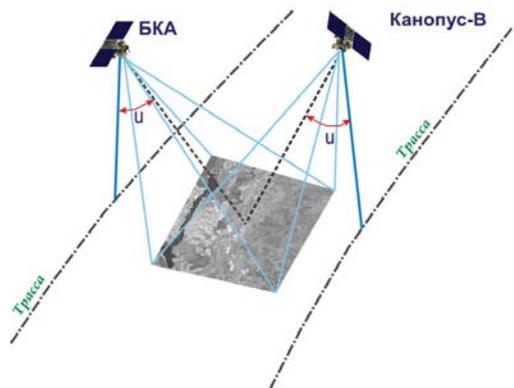


Рис. 2. Схема проведения конвергентной съемки с соседних витков с использованием группировки «Канопус-В» — БКА

Следующий вариант орбитальной группировки построен на использовании КА серии «Ресурс-П». Устанавливаемая на этих КА целевая аппаратура сверхвысокого разрешения (1 м в панхроматическом режиме съемки) позволит расширить масштабный ряд обновляемых по космическим снимкам топографических карт с масштаба 1:25 000, обеспечиваемого информацией с КА «Канопус-В», до 1:10 000. Орбита КА «Ресурс-П» № 1, которая по решению Роскосмосом предложению ОАО «НИИП центр «Природа» будет обеспечивать смещение трасс на 0,5 через трое суток в западном направлении, позволит проводить площадную съемку высокодетальной аппаратурой практически в надир с полным покрытием межвиткового интервала полосами захвата в течение 47 суток.

Создание в 2014 г. после запуска КА «Ресурс-П» № 2 двухспутниковой группировки с разведением обоих КА в плоскости орбиты на 180° позволит сократить период полного покрытия межвиткового интервала полосами захвата высокодетальной аппаратуры до 24 суток. Кроме этого, группировка «Ресурс-П» № 1 — «Ресурс-П» № 2 обеспечит проведение конвергентной съемки с большой базой с соседних витков обоих КА (рис. 3).

Периоды полного покрытия межвиткового интервала полосами захвата в системе «Канопус-В» — БКА и одиночным в 2013 г. КА «Ресурс-П» № 1 совпадают — 47 суток. Это значит, что в случае проведения съемки с КА «Ресурс-П», близкой к надирной, через каждые 47 дней будет создаваться возможность получения информации на любой наземный объект с разным пространственным разрешением. Следует отметить, что информация будет получаться на пересекающихся маршрутах, так как рабочая ветвь траекто-

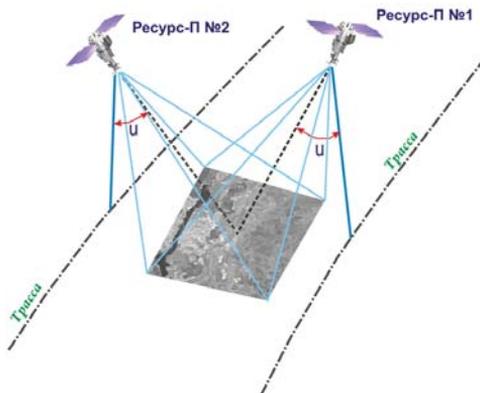


Рис. 3. Схема проведения конвергентной съемки с соседних витков с использованием группировки «Ресурс-П» №1 – «Ресурс-П» №2

рии КА «Ресурс-П» – нисходящая, а рабочая ветвь КА «Канопус-В» и БКА – восходящая (рис. 4). При этом не исключается возможность съемки отдельного заданного наземного объекта на пересекающихся маршрутах с интервалом не более 2 суток с использованием наклонной съемки с разворотами по углу крена КА «Канопус-В» (или БКА) не более 14° и КА «Ресурс-П» № 1 до 30° . В 2014 г. после запуска КА «Ресурс-П» № 2 любой наземный объект в течение 47 суток может быть единожды снят с разрешением 2,5 м и дважды (без разворота по крену) с разрешением 1 м на пересекающихся маршрутах, или в течение 2 суток с разворотом любого КА на угол не более 19° .

Разрабатываемый КА «Обзор-О» будет осуществлять плановую площадную съемку с пространственным разрешением 7 м в полосе захвата 85 км на 1-м этапе и с разрешением 5 м в полосе захвата 120 км на 2-м этапе, что представляет значительный интерес для решения задачи топографического мониторинга в масштабе 1:100 000. Первый этап развертывания группировки в составе двух КА «Обзор-О» предполагается завершить в 2017 г., второй этап с доведением группировки до 4 КА «Обзор-О» — в 2019 г.

Заметим, что первый КА этой группировки «Обзор-О» № 1 в течение двух лет до запуска КА «Обзор-О» № 2 будет функционировать в одиночном варианте. Тем не менее повысить эффективность его функционирования можно путем создания группировки «Обзор-О» — «Канопус-В-М2». Для этого при условии реализации инициативного предложения ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ» о модернизации целевой аппаратуры КА «Канопус-В» надо будет вывести КА «Канопус-В-М2» в пло-

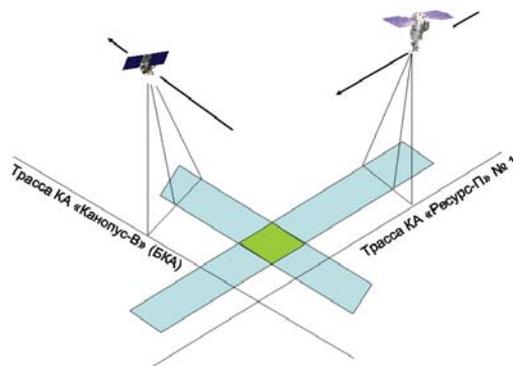


Рис. 4. Схема на пересекающихся маршрутах с использованием группировки КА «Канопус-В» (или БКА) и КА «Ресурс-П» № 1

скость орбиты КА «Обзор-О» № 1, развести оба КА на угол 180° и синхронизировать их периоды обращения. Представляет интерес также другая возможная конфигурация группировки «Обзор-О» — «Канопус-В-М2» с разведением обоих КА на некоторый угол, обеспечивающий тандемную схему движения КА и соседнее расположение полос захвата одного и другого КА с заданным поперечным перекрытием на фиксированной широте (рис. 5). С использованием такой конфигурации суммарная полоса захвата, образуемая практически в одно и то же время, будет составлять 185 км.

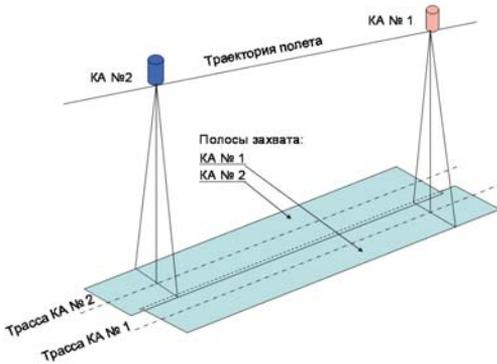


Рис. 5. Площадная съемка с двух КА, движущихся по тандемной схеме

Развертывание четырехспутниковой группировки «Обзор-О» позволит в полной мере обеспечить проведение космического топографического мониторинга, предназначенного для перманентного получения материалов космической съемки с целью выявления природных или антропогенных изменений местности путем сравнения результатов полученных данных с архивными материалами и последующей оценки степени выявленных изменений местности с принятием решения о необходимости обновления соответствующих топографических карт. Очевидно, что для достоверного и своевременного выявления изменений местности необходимо проводить площадную космическую съемку с высокой вероятностью получения материалов съемки в малооблачных условиях. Можно показать, что полная группировка «Обзор-О» с равномерным распределением четырех КА в плоскости синхронно-солнечной орбиты (рис. 6) не будет создавать сложности в её управлении и позволит в течение 180 суток весенне-летне-осеннего съемочного сезона провести хотя бы одну съемку заданных контролируемых территорий в малооблачных условиях с вероятностью не ниже 0,95.

Рассмотренные варианты создания спутниковых группировок показывают реальные возможности повышения эффективности осуществления ДЗЗ с отечественных КА оптико-электронного детального и сверхдетального наблюдения.

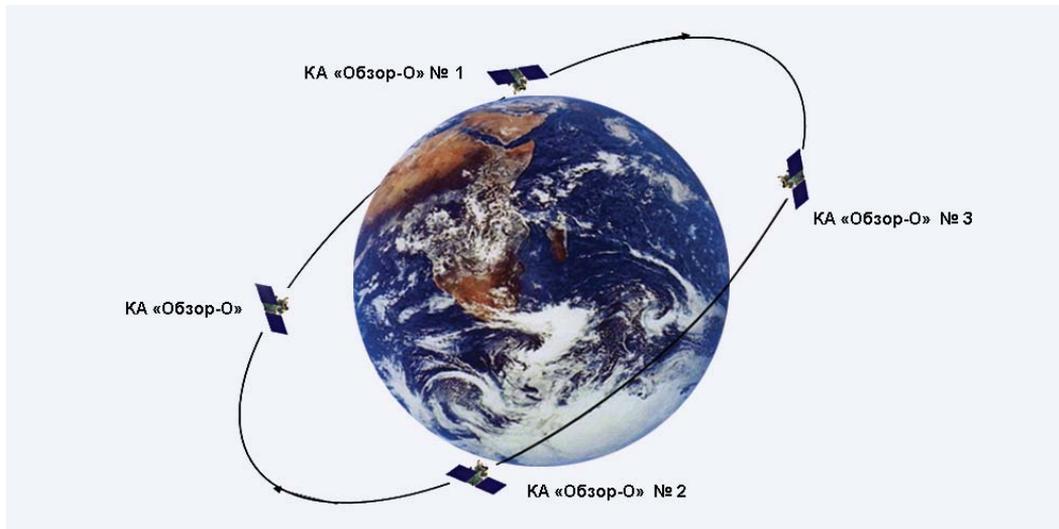


Рис. 6. Конфигурация спутниковой группировки «Обзор-О»

В. А. Горбунов (ОАО «Гайский ГОК»)

В 1991 г. окончил Московский горный институт (МГИ) по специальности «маркшейдерское дело». В настоящее время — главный маркшейдер ОАО «Гайский ГОК».

Ю. И. Кантемиров (компания «Совзонд»)

В 2004 г. окончил РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. После окончания университета работал 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.

Результаты космического радарного мониторинга деформаций бортов и уступов карьеров ОАО «Гайский ГОК» и смещений земной поверхности и сооружений на промышленной площадке предприятия

ВВЕДЕНИЕ

Гайское медно-колчеданное месторождение расположено в восточной части Оренбургской области на территории Гайского района. Месторождение залегает в степной части Южного Урала, расчлененной широкими долинами, оврагами, и приурочено к водоразделу правобережных притоков реки Урал — Елшанки и Колпачки. Река Урал протекает в 18 км к востоку от месторождения. Здесь сосредоточено 76% запасов меди Оренбуржья. Гайская руда кроме меди, содержит в своем составе в промышленных концентрациях цинк, серу, золото, серебро, а также редкие и рассеянные элементы: кадмий, селен, теллур, галлий, висмут. Месторождение разрабатывалось как открытым, так и подземным способами (на сегодняшний день добыча ведётся только подземным способом). Система подземной разработки — этажно-камерная с складной выработанным пространством твердеющими смесями.

В настоящей статье приводятся результаты выполнения проекта по космическому радарному мониторингу деформаций бортов и уступов карьеров ОАО «Гайский ГОК» и смещений земной поверхности и сооружений на промышленной площадке предприятия.

Среди основных объектов ОАО «Гайский ГОК», смещения и деформации которых необходимо было зарегистрировать по результатам радарных

съемок, можно выделить следующие:

- ✦ борты и уступы карьеров № 1, 2 и 3;
- ✦ отвалы горных пород;
- ✦ районы подземной добычи горных пород;
- ✦ территории внутренних отвалов;
- ✦ гидротехнические сооружения хвостохранилищ;
- ✦ здания и сооружения промышленной площадки предприятия.

Среди объектов прилегающих территорий, подлежащих мониторингу, отметим железную дорогу, Гайский завод по обработке цветных металлов и сам город Гай.

Входными данными для мониторинга служили 30 радарных снимков территории ОАО «Гайский ГОК» и прилегающих территорий, сделанных в период с апреля по октябрь 2012 г. со спутниковой радарной группировки COSMO-SkyMed-1-4 (e-GEOS, Италия).

Интерферометрическая обработка радарных космоснимков с целью выявления смещений земной поверхности и сооружений выполнялась в программных комплексах SARscape (Exelis VIS, США — Франция) и PSP-IFSAR (e-GEOS, Италия).

Визуализация результатов выполнялась с использованием программных комплексов ENVI (Exelis VIS, США) и ArcGIS (Esri, США).

Интерферометрическая обработка данных многопроходных космических радарных съемок выполнялась без наземных контрольных точек и без использования данных наземных наблюдений.

В качестве опорного рельефа при интерферометрической обработке радарных данных использовалась глобальная общедоступная цифровая модель рельефа (ЦМР) SRTM (на первой итерации обработки) и затем уточненная по итогам первой итерации обработки интерферометрическая ЦМР.

На выходе заказчику была поставлена информация о смещениях земной поверхности по состоянию на каждую из 30 дат съемок относительно даты первой съемки в виде:

- * растровых файлов (в пикселе – значения смещений в миллиметрах, положительные значения соответствуют поднятиям, отрицательные – оседаниям);
- * векторных файлов изолиний смещений, проведенных через каждые 10 мм;
- * векторных файлов точек – постоянных рассеивателей радарного сигнала (в атрибутах каждой точки записана информация о смещениях в миллиметрах по состоянию на каждую дату съемки, среднегодовая скорость смещений в мм/год и абсолютная высота каждой точки над эллипсоидом WGS-84).

ИСХОДНЫЕ РАДАРНЫЕ ДАННЫЕ COSMO-SKYMED

Поскольку спутниковый радар выполняет съемку бокового обзора, то при использовании лишь одной интерферометрической серии снимков более точный результат получается по одной половине карьеров, отвалов или по одной из сторон сооружений. Поскольку основными объектами



Рис. 1. Схема покрытия территории ОАО «Гайский ГОК» (контур голубого цвета) данными съемок COSMO-SkyMed (зеленый контур). Обработка производилась только на территорию ОАО «Гайский ГОК» (контур голубого цвета). В качестве фоновой подложки — оптический снимок Google Earth.

мониторинга являлись карьеры и поскольку, по согласованию с ОАО «Гайский ГОК», было выяснено, что наиболее интересен мониторинг северо-западной части карьеров, то для мониторинга деформаций бортов и уступов карьеров ОАО «Гайский ГОК», а также всех остальных объектов, попадающих в выбранную заказчиком территорию 10х10 км, была выбрана 30-проходная серия радарных съемок COSMO-SkyMed на восходящем витке орбиты.

На рис. 1 показана схема покрытия территории ОАО «Гайский ГОК» данными специально запланированных интерферометрических съемок с радарных спутников COSMO-SkyMed (всего 30 повторных съемок с апреля по октябрь 2012 г.). В табл. 1 приведены даты съемок с данной спутниковой группировки.

№ п/п	ГГ-ММ-ДД
1	2012-04-09
2	2012-04-13
3	2012-04-25
4	2012-04-29
5	2012-05-03
6	2012-05-15
7	2012-05-19
8	2012-05-27
9	2012-05-31
10	2012-06-12
11	2012-06-16
12	2012-06-28
13	2012-07-14
14	2012-07-15
15	2012-07-18
16	2012-07-22
17	2012-07-30
18	2012-08-03
19	2012-08-07
20	2012-08-16
21	2012-08-19
22	2012-08-23
23	2012-08-31
24	2012-09-04
25	2012-09-16
26	2012-09-17
27	2012-09-20
28	2012-09-24
29	2012-10-02
30	2012-10-03

Таблица 1. Даты съемок со спутников COSMO-SkyMed

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Среди всех технологий интерферометрической обработки радарных снимков наиболее точный замер смещений (с субсантиметровой точностью) достигается по данным интерферометрии постоянных рассеивателей радарного сигнала, позволяющей на первом этапе интерферометрической обработки выявить так называемые постоянные рассеиватели (отражатели) радарного сигнала, т. е. наиболее стабильно отражающие радарный сигнал точки или «реперные» точки для спутникового радара. После этого только по этим точкам производится расчет смещений и деформаций.

Данный подход позволяет добиться субсантиметровых точностей замера смещений для точек – постоянных отражателей радарного сигнала. На участке 10x10 км в процессе обработки радарных снимков было выявлено более 2 000 000 постоянных отражателей радарного сигнала. То есть средняя плотность точек с известными смещениями составила около 20 000 «реперных» для радара точек на кв. км (локальная плотность точек сильно варьируется в зависимости от типа территории, достигая максимума на застроенных территориях и минимума на сельскохозяйственных полях, в лесах и на воде).

На рис. 2 и 3 показаны постоянные рассеиватели, выявленные на карьерах №1 и 3 и на прилегающих территориях. На этих рисунках хорошо заметен участок деформаций бортов в западной части карьера №1 (точки красного цвета) с максимальной величиной оседаний в 25 см за период наблюдений. Этот очаг утягивает за собой сооружения и автодорогу к западу от карьера №1 (точки желтого и оранжевого цвета). Для некоторых типовых точек показаны графики динамики смещений во времени. Этот крупный очаг оседаний вызван добычей руды подземным способом из-под западного и северного бортов карьеров.

Точки синего цвета в районе карьера №3 характеризуются поднятиями, обусловленными наличием под ними внутреннего отвала горных пород (динамика смещений для одной из точек над внутренним отвалом показана на рис. 4). Очаг деформаций к северу от карьера №2 и динамика смещений в его центре показаны на рис. 4. На рис. 5 показаны три очага деформаций в юго-западной части карьера №2.

На рис. 6 приведен анализ стабильности гидротехнических сооружений хвостохранилища (установлено отсутствие их деформаций) и показано уплотнение пород-хвостов при их складировании.

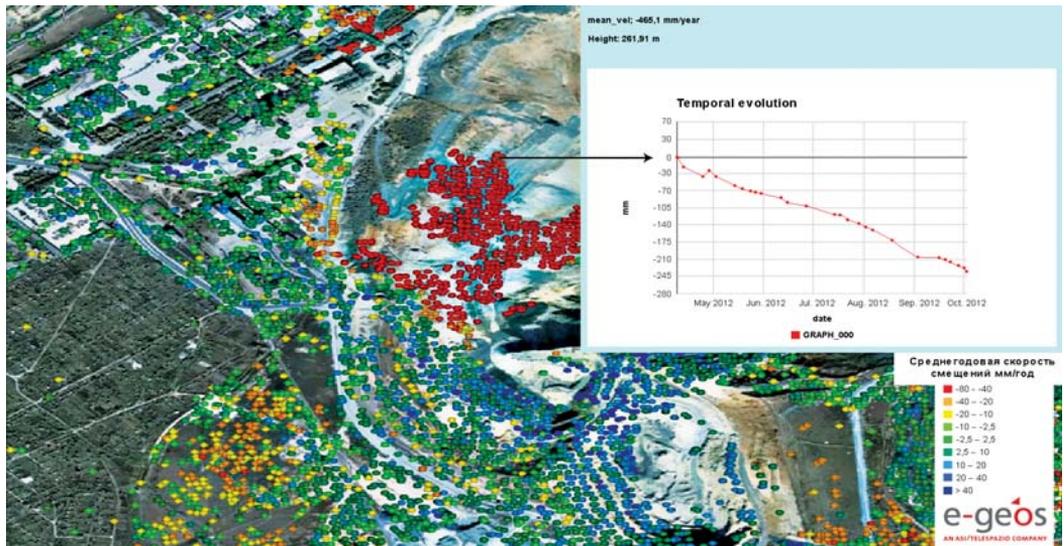


Рис. 2. Постоянные рассеиватели радарного сигнала, выявленные по методу интерферометрии постоянных рассеивателей на бортах и уступах карьеров ОАО «Гайский ГОК». От желтого цвета к красному – возрастающие оседания, синий цвет – поднятия. В правом верхнем углу – динамика смещений для одной из наиболее интенсивно оседающих точек над районом подземной добычи (западный борт карьера №1). Точка оседает с апреля по октябрь примерно на 25 см. Фоновая подложка — оптический снимок из Google Earth

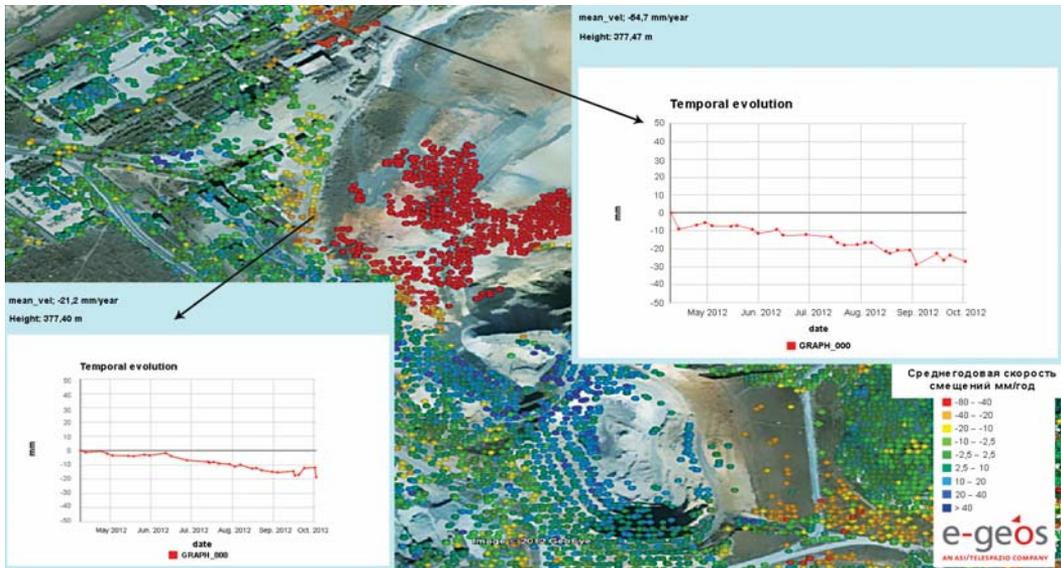


Рис. 3. Динамика смещений для одной из точек вдоль автодороги вблизи западного борта карьера №1 (оседания в 1 см) и для одной из точек, приуроченных к сооружениям промышленной площадки, к северо-западу от карьера №1 (оседания до 3 см). Фоновая подложка — оптический снимок из Google Earth

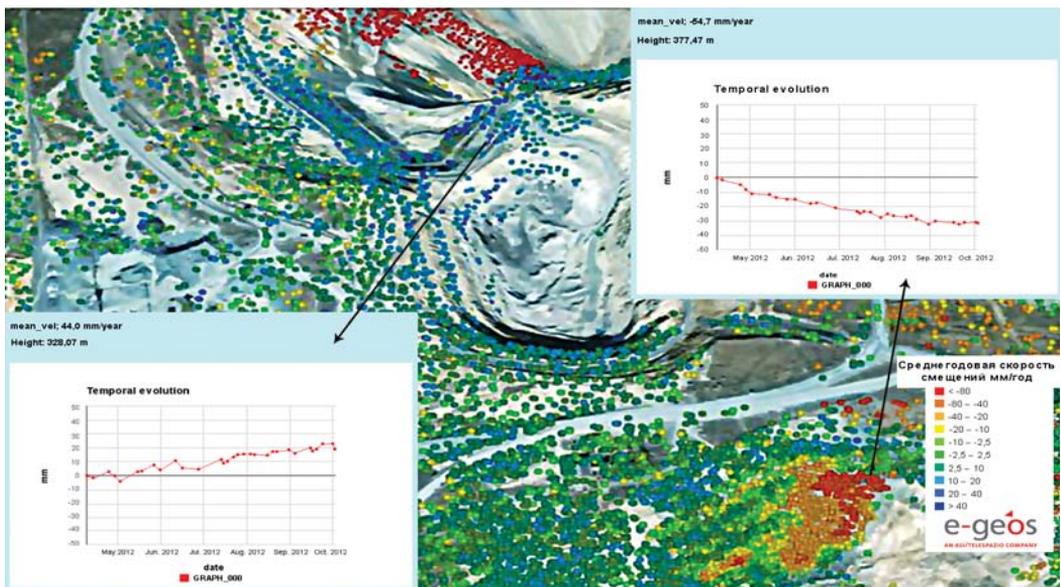


Рис. 4. Динамика смещений для одной из точек в северной части карьера № 3 (поднятия в 2 см над внутренним отвалом горных пород) и для одной из точек в центре локального очага деформаций в северной части карьера № 2 (оседания более 3 см). Фоновая подложка — оптический снимок из Google Earth

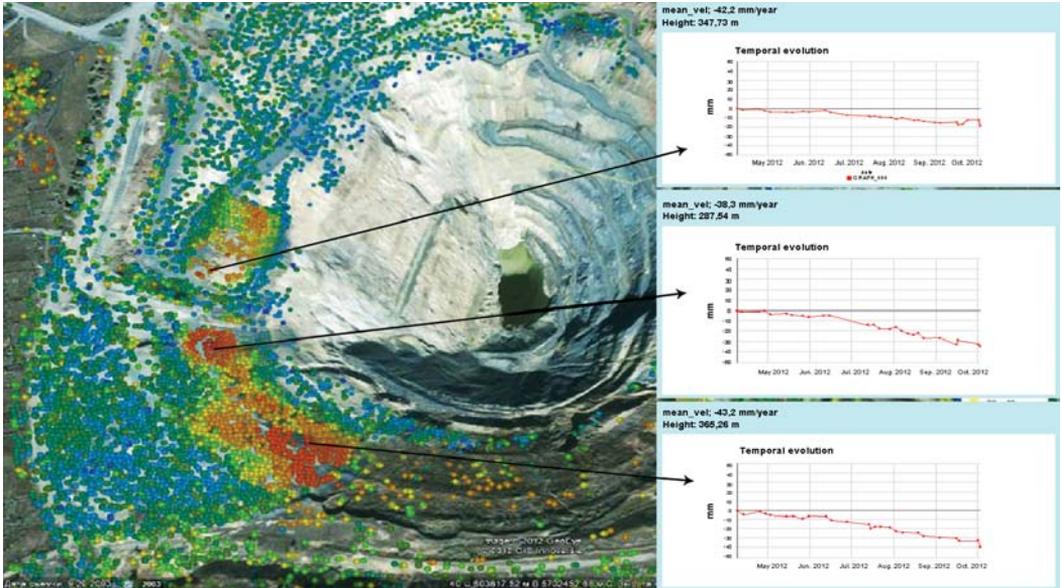


Рис. 5. Динамика смещений за апрель–октябрь 2012 г. для точек в центрах очагов деформаций в юго-западной части карьера № 2 (северный и южный очаги характеризуются линейными оседаниями в 2 и 4 см соответственно, а очаг между ними — ускоряющимися оседаниями до 4 см). Фоновая подложка — оптический снимок из Google Earth

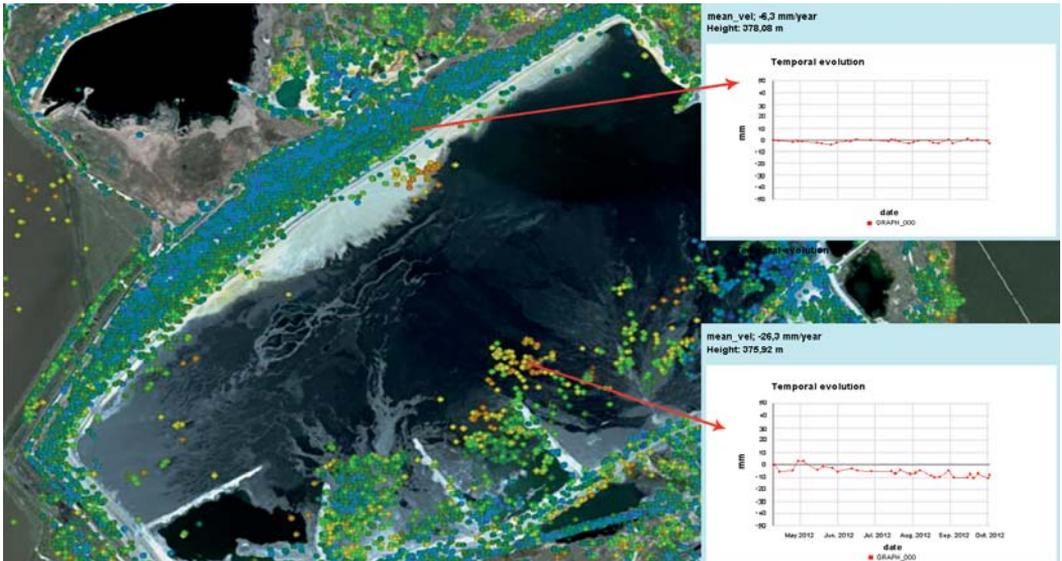


Рис. 6. Хвостохранилище. Тренд смещений гидротехнических сооружений хвостохранилища близок к нулю (приведена динамика для одной типовой точки). Хвосты на некоторых участках уплотняются (точки желтого и оранжевого цвета). Приведена динамика одной из точек, оседающих со скоростью до 1 см за апрель — октябрь 2012 г. Фоновая подложка — оптический снимок из Google Earth

Пример отображения постоянных рассеивателей, приуроченных к зданиям в городе Гай, приведен на рис. 7. Детальный анализ выявленных рассеивателей показывает, что практически на каждом пролете многоквартирных домов (на их стороне, обращенной навстречу лучу радара, т. е. на юго-запад) «отбиваются» многочисленные рассеиватели. Выявлены оседания крайнего северного пролета д. 56 и крайнего южного пролета д. 54а по ул. Ленина, западной части здания школы № 5 и земной поверхности между зданием детского сада № 18 и улицей Молодежная. Все эти очаги оседаний пространственно выровнены вдоль прямой линии северного простираения. Возможно, оседания вызваны геологическим разломом или подземным линейным объектом.



Рис. 7. Трехмерное отображение постоянных рассеивателей, выявленных между улицами Ленина и Молодежной города Гая, показывающее, что многочисленными рассеивателями покрыты практически каждый пролет многоквартирных жилых домов. Фоновая подложка — оптический снимок из Google Earth

Трехмерное отображение постоянных рассеивателей в районе западного борта карьера №1 (в том числе покрытие рассеивателями копра шахты «Скиповая» и башенного копра шахты «Эксплуатационная») приведено на рис. 8.

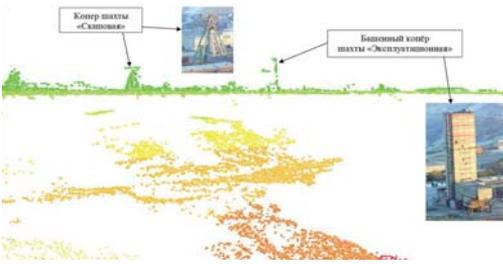


Рис. 8. Трехмерное отображение постоянных рассеивателей, вид со стороны карьера №1 на копра шахты «Скиповая» и на башенный копра шахты «Эксплуатационная». Рассеиватели раскрашены по высоте: от красного цвета к зеленому — возрастание высоты

Как видно из рис. 2 и 3, на северном борту карьера №1 постоянных рассеивателей радарного сигнала не выявлено. Это связано как с геометрией съемки бокового обзора, так и с интенсивными деформациями, происходящими там (сильно оседающие точки не являются высококогерентными). Поэтому для получения информации о смещениях на северном борту карьера №1 дополнительно была выполнена обработка по менее требовательному к когерентности (но чуть менее точному) методу интерферометрии SBAs. Сопоставление результатов PSP и SBAs показано на рис. 9.

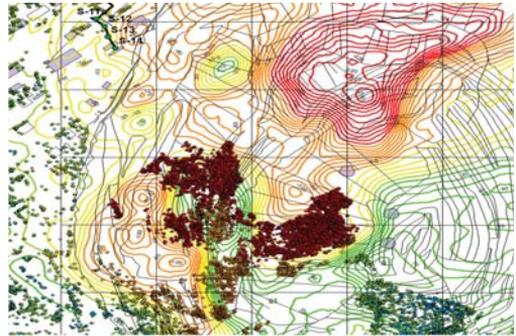


Рис. 9. Сопоставление результатов обработки снимков COSMO-SkyMed по методам PSP (точки — постоянные рассеиватели) и SBAs (изолинии смещений). Изолинии проведены через каждые 10 мм. Результаты PSP и SBAs пространственно дополняют друг друга

ОСНОВНЫЕ ПРОДУКТЫ, ПОСТАВЛЕННЫЕ В ОАО «ГАЙСКИЙ ГОК»

1. Карта смещений земной поверхности за период с апреля по октябрь 2012 г., рассчитанная по методу интерферометрии SBAs (сантиметровой точности, дает более пространственно полные результаты по участкам наиболее интенсивных оседаний в районе карьера №1, но менее точные результаты по относительно стабильным участкам, а также ложные смещения на лес и на воду). Данная карта поставлена в виде растрового файла в цветовом кодировании и растрового файла с реальными значениями смещений в миллиметрах. Отрицательные значения соответствуют оседаниям, положительные — поднятиям.

2. Изолинии смещений (через каждые 10 мм), произошедших за период с апреля по октябрь 2012 г., в формате ESRI Shapefile. В атрибутах каждой изолинии — смещения в миллиметрах.

Отрицательные значения соответствуют оседаниям, положительные — поднятиям.

3. Основной результат — точечный векторный файл постоянных рассеивателей радарного сигнала в формате *shp. В атрибутах к каждой точке смещения на каждую дату съемки в миллиметрах, среднегодовая скорость смещений в мм/год и высота точки над эллипсоидом WGS-84.

4. Дополнительно — точечный векторный файл постоянных рассеивателей в формате *kmz для свободно распространяемой программы Google Earth, позволяющий трехмерно визуализировать постоянные рассеиватели на фоновой подложке из архивных оптических снимков. При выборе мышкой конкретного рассеивателя всплывает график динамики его смещений.

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ КАРТ СМЕЩЕНИЙ

1. Выявлен крупный очаг интенсивных оседаний земной поверхности в западной и северной частях карьера №1 (скорость оседаний – до 50 см в год).

2. Вышеуказанный очаг интенсивных оседаний «утягивает» за собой дорогу к западу от карьера №1 и промышленные сооружения к северо-западу от карьера №1.

3. Выявлены поднятия земной поверхности над внутренним отвалом в районе карьера №3.

4. Выявлены три очага деформаций бортов карьера №2 (в юго-западной, западной и северной его частях).

5. Установлена стабильность и в основном отсутствие деформаций гидротехнических сооружений хвостохранилища.

6. Закартировано уплотнение пород-хвостов в хвостохранилище, проявляющееся в оседании поверхности складываемых пород-хвостов.

7. Установлено наличие нескольких оседающих и, возможно, деформирующихся сооружений (в том числе отдельные пролеты жилых многоквартирных домов) в городе Гай, выровненные вдоль прямой линии северного простираения, что может свидетельствовать о возможном наличии геологического разлома либо линейного подземного объекта, вызывающего смещения.

Плотность точек — постоянных рассеивателей радарного сигнала составила в среднем около 20 000 точек на кв. км. Однако реально рассеиватели распространены неравномерно: есть участки с гораздо большей плотностью рассеивателей (отвалы, город Гай, ГТС хво-

стохранилища), а есть участки вообще без рассеивателей (водная поверхность, лес, восточная и северо-восточная части карьеров, подверженные эффекту переналожения). Всего на участке 10x10 км выявлено чуть более 2 000 000 постоянных рассеивателей.

В целом по результатам работ можно сделать следующие выводы:

- ✦ несмотря на пространственную неравномерность размещения постоянных рассеивателей радарного сигнала на территории ОАО «Гайский ГОК» и прилегающих территориях, плотность рассеивателей (2 млн точек на 100 кв. км) достаточно велика и превышает любую возможную плотность геодезических реперов для наземных наблюдений;

- ✦ частота съемок (максимально – до 8 раз в месяц) достаточна, чтобы за безснежный период года не только отследить итоговые смещения, но и проанализировать их динамику за полгода;

- ✦ недостаточное количество точек в очагах наиболее интенсивных оседаний компенсируется дополнительным – чуть менее точным, но более пространственно выдержанным – площадным результатом, получаемым по методу интерферометрии SBAs;

- ✦ восточные части карьеров при съемке только лишь на восходящем витке орбиты остаются засвеченными вследствие эффекта переналожения. Эту проблему в будущем можно решить, используя съемку сразу с двух витков орбиты (30 съемок с восходящего витка и 30 съемок с нисходящего витка). Однако это вызовет удорожание годовой стоимости проекта в два раза.

Технология радарной интерферометрии доказала свою эффективность в качестве дополнения к традиционным инструментальным наблюдениям за смещениями. Точность интерферометрического замера смещений была подтверждена наземными наблюдениями на промышленной площадке предприятия. При этом непосредственно в зоне интенсивных деформаций бортов карьера №1, где наземных наблюдений не проводилось, была получена новая информация о смещениях и деформациях. Полученные результаты позволяют рекомендовать технологию радарной интерферометрии к внедрению на горнодобывающих предприятиях в качестве одного из методов наблюдений за смещениями и деформациями земной поверхности и сооружений.

А. А. Леонтьев (ООО «Pixel Solutions», Украина)

В 2002 г. окончил Военный институт имени С.П. Королева (Украина). В настоящее время — технический директор ООО «Pixel Solutions», Украина.

Система спутникового мониторинга состояния полей и прогнозирования урожайности*

Сегодня уже вряд ли можно кого-то удивить использованием космических снимков или геоинформационных технологий в какой-либо из отраслей народного хозяйства. Сельское хозяйство не является исключением.

Украинская компания Pixel Solutions уже на протяжении нескольких лет активно работает с крупнейшими аграрными холдингами в Украине, предоставляя услуги космического мониторинга состояния посевов, прогнозирования урожайности, формирования карт азотных подзормок. Опыт успешных внедрений данных технологий позволяет нам уверенно сказать, что это действительно работает.

Первый и самый ожидаемый вопрос клиента: «Зачем мне это нужно?» Ответ прост: экономия денежных средств и владение реальной ситуацией. Система спутникового мониторинга — это совокупность геоинформационных технологий, которые позволяют на выходе организовать сезонный мониторинг полей заказчика, выявить и локализовать проблемные места, сформировать карту азотных подзормок и сделать прогнозную оценку урожая за 1,5–2 месяца до начала уборочной кампании, оптимизировать отборы проб для агрохимической лаборатории.

Проект всегда начинается с определения площади работ. Кажется бы, ничего сложного, но, как показывает практика, не все могут уверенно назвать точные площади своих полей. В данном случае мы предлагаем использовать снимки сверхвысокого пространственного разрешения для уточнения или формирования границ полей. Как правило, многие из клиентов нашей компании имеют «на руках» GPS-трек объезда поля и ориентируются на него. Бесспорно, используя такие

треки, клиент может произвести расчет площади своего поля достаточно точно, но зачастую есть участки, где проехать физически невозможно, вот тогда и возникают большие погрешности как в формировании самого трека, так и в расчете площади поля в итоге.

На рис. 1 продемонстрирована реальная ситуация, когда в момент объезда поля был пропущен достаточно крупный фрагмент (выделено зеленым полигоном). Исходя даже из расчета закупки и последующего внесения удобрений, только на этом этапе уже можно получить существенную экономию.

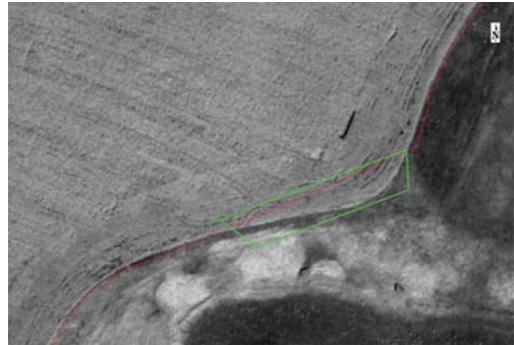


Рис. 1. Визуализация трека на космическом снимке

Второй этап работ — определение перечня рабочих культур в сезонном мониторинге. Исходя из этого формируется план космической

*Статья подготовлена по результатам выполненного проекта — победителя конкурса «Лучшие проекты в области ГИС-технологий и ДЗЗ» в номинации «Уникальная разработка технологий в области ДЗЗ и ГИС» в рамках Международного Форума «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий».

съемки. Эффективный мониторинг и прогноз урожайности возможны при наличии минимум трех космических снимков в течение сезона мониторинга. Использование заказной, программируемой съемки является наиболее надежным вариантом как с точки зрения контроля сроков съемки (которые строго рассчитываются, исходя из перечня рабочих культур), так и с точки зрения облачности на получаемых снимках. Мы не будем в этой статье углубляться в особенности той или иной космической системы для получения снимков. Скажем лишь, что мы предоставляем клиенту возможность выбора пространственного разрешения на местности. Иными словами, точности получаемого продукта на выходе. Согласитесь, ведь есть разница, когда расчет внесения той же аммиачной селитры был произведен для пиксела с размером 5 м в плане или для пиксела в 250 м.

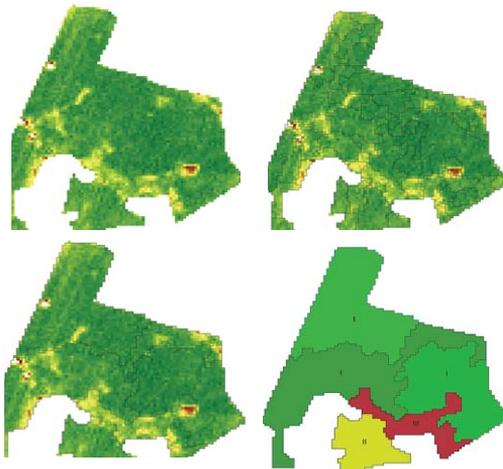
Карту азотных подкормок мы формируем в самом начале работ. В идеале это период мерзлотной почвы, но с учетом погодных условий сроки могут сдвигаться. Сформированная карта может быть представлена заказчику по желанию в виде стандартного картографического планшета либо в виде геоинформационного файла (векторного или растрового). При наличии наземных проб растений на содержание азота заказчику выдается стандартный шейп-файл, где указаны дозы внесения удобрения. Если наземные измерения не предоставляются, заказчик получит относительную карту с зонированием, как показано на рис. 2.

Каждая цветовая градация на рассчитанной карте соответствует той или иной дозе рекомендованной азотной подкормки. Рассчитанный экономический эффект для 5000 га показал экономию 2,94 млн р¹.

На данный момент внедрена технология, позволяющая формировать карты-задания с дозами удобрений для любых типов управляющих компьютеров.

Сезонный мониторинг культур в системе спутникового мониторинга возможен за счет регулярной космической съемки полей заказчика. Для клиента ценность составляет не сам космический снимок, а результаты его интерпретации аналитиком-дешифровщиком с локализацией проблемного места и выдачей описания проблемы. Основные параметры мониторинга — это вегетативная биомасса, листовая поверхность, влажность в тканях

растений. По желанию заказчика этот набор может быть изменен или расширен. Доступ к данной информации предоставляется через защищенный web-интерфейс (рис. 3). Любой клик по контуру поля либо по атрибутивной таблице приводит к отклику системы в виде центровки карты по запросу и выдачи всплывающей подсказки о данном поле на текущую дату.



Формирование «азотной карты» на основе космического снимка.

Рекомендованная подкормка (кг/га) для участков: I - $N_{0,09}$
 II - $N_{0,17}$
 III - $N_{0,24} + N_{0,09}$

Рис. 2. Карта азотных подкормок

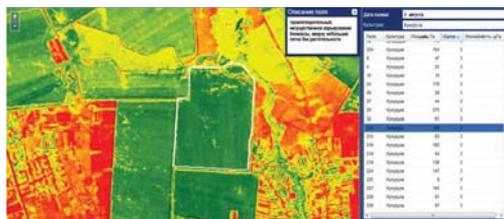


Рис. 3. Пример отображения системы через web-интерфейс

¹ Проведение 2 азотных подкормок аммиачной селитрой в дозе 30 кг/га на всю площадь: 5000 га x 0,17 = 850 т x 14 684 р. = 12 481 400 р.

Проведение 1 подпитки на 50% площади в дозе 30 кг/га по результатам дистанционной диагностики состояния посевов: 2500 га x 0,09 = 225 т x 14 684 руб. = 3 303 900 р. Проведение 2 азотных подкормок на 50% площади: 2500 га x 0,17 = 425 т x 14 684 р. = 6 240 700 р.

Экономия: 12,48 - 3,3 - 6,24 = 2,94 млн р.

(Расчет не учитывает все прочие накладные расходы на обработку площади в 5000 га, возможную экономию по внесению удобрений под другие культуры, а также стоимость работ по оценке состояния культур.)

На любом из этапов работы с системой пользователь может сгенерировать текстовый (рис. 4) и графический отчет на интересующую его дату и культуру (культуры).

Наша компания добилась высокой точности в **прогнозировании урожайности**, и это подтверждено отчетностью наших клиентов. Фактически за 1,5–2 месяца до начала уборки урожая заказчик получает документ, в котором рассчитан валовый сбор урожая. Точность прогнозных оценок в 2012 г. составила 96% от реального сбора сухого вещества в хранилища. В качестве экспертной оценки продуктивности поля может быть составлена карта урожайности данного поля (рис. 5) или региона работ в целом.

Общий эффект от внедрения системы — помимо организации объективного контроля продуктивности агрохолдинга в целом, это еще экономический эффект. При анализе продуктивности системы (экономика на расчете площадей внесения удобрений, переход к точному земледелию в плане

локальных подкормок, оптимизация отбора проб для агрохимических лабораторий, предварительная оценка урожая) был произведен расчет, который показал экономию денежных средств вплоть до 20% в течение аграрного сезона! Только на азотных подкормках экономия составила 30% по сравнению с «классическими» технологиями. Данная система — это результат многолетней кропотливой работы профессиональных аграрных и ГИС-специалистов.

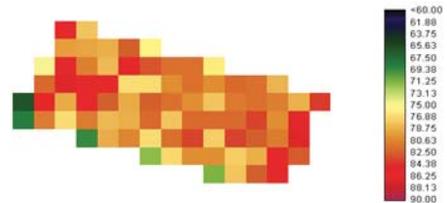


Рис. 5. Карта урожайности поля

Поле	Культура	Оценка	Аналитическое описание	Площадь, га	Средняя урожайность, ц/га	Урожайность, ц
144	Пшеница	2		1589,05	54,4	86 444,32
146	Пшеница	2		801,23	48,7	39 019,901
147	Кукуруза	4	Хороший	129,92	92,9	12 069,568
148	Пшеница	3		188,45	38,3	7217,635
149	Люпин			472,11		
150	Кукуруза	3	Местами ограниченная видимость, остальные поля — удовлетворительное состояние	421,55	95,8	40 384,49
151	Пшеница	3		101,96	45,7	4659,572
165	Пшеница	2		517,61	56,4	29 193,204
166	Пшеница	2		288,15	51,5	14 839,725
167	Соя			999,27		
168	Кукуруза	4	Хороший	190,76	96,2	18 351,112
169	Пшеница	2		861,31	56,4	48 577,884
170	Кукуруза	2	Склон с ограниченной видимостью	44,32	80,3	3558,896
171	Кукуруза	2	Местами ограниченная видимость, очаги с хорошим состоянием	1060,85	96,1	101 947,658
172	Пшеница	3		295,59	52,6	15548,034
173	Картофель	2	Склоны, участок с видимой посадкой картофеля имеет — удовлетворительное состояние	318,38		
174	Кукуруза	2	Ограниченная видимость посева	237,5	80,3	19 071,25
175	Горчица			33,53		
176	Кукуруза	2	Ограниченная видимость посева	1135,1	80,2	91 035,02
177	Картофель	2	Склон (посев не видно), 1/5 поля - удовлетворительное состояние	371,77		

Рис. 4. Пример текстового отчета в формате Excel

А. И. Баскаков (ТОО «Казгипроцветмет», Казахстан)

В 1979 г. окончил механико-математический факультет Новосибирского государственного университета по специальности «механика/прикладная математика». В настоящее время — руководитель направления ГИС и ДЗЗ Казахстанского головного института по проектированию предприятий цветной металлургии «Казгипроцветмет», г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан.

Высокодетальное моделирование рельефа для проектирования объектов инфраструктуры рудников Кундызды и Лиманное на основе данных ДЗЗ*

Ландшафт территорий рудников, а также наземные и подземные сооружения (дамбы, хвостохранилища, отвалы, шахты, карьеры и т. п.) находятся под постоянным воздействием горно-геологических и гидрологических факторов, имеющих естественную и антропогенную природу. Необходимым условием безопасной эксплуатации объектов инфраструктуры рудников является заблаговременное выявление и учет на этапе проектирования потенциально опасных особенностей ландшафта территорий.

Конъюнктурная привлекательность и практическая эффективность от применения космических технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в проектировании объектов горно-обогатительного комплекса обусловлены, в современных условиях следующими основными причинами:

- * возросшими требованиями к оперативности и одновременно к качеству проектных решений, реализуемых на значительных по площади территориях;
- * необходимостью использования трехмерных цифровых моделей местности в качестве основного источника геопространственных

данных при решении задач экономической целесообразности размещения сооружений и учета требований к обеспечению их техногенной и экологической безопасности;

- * выполнением проектными организациями мониторинга объектов инфраструктуры рудников с оценкой воздействия предприятий на окружающую среду в течение всего периода их эксплуатации.

Получение топогеодезической информации с использованием космических оптико-электронных систем сканерного типа гарантирует предсказуемую точность и высокую плотность измерений, которая обеспечивает необходимую детальность при интерпретации основных геоморфологических особенностей рельефа местности. При этом случайная составляющая ошибки наблюдений при использовании таких систем не зависит от человеческого фактора и может быть достоверно оценена с использованием статистических критериев на основе анализа представительной выборки измерений. Систематическая же составляющая ошибки, обусловленная, например, RFM-моделью съемки, исключается путем выполнения единичных

**Статья подготовлена по результатам выполненного проекта — победителя конкурса «Лучшие проекты в области ГИС-технологий и ДЗЗ» в номинации «Лучший отраслевой инновационный проект с использованием космических данных ДЗЗ» в рамках Международного Форума «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий».*

наземных измерений с последующей поправкой в виде аффинной трансформации изображений.

Для обеспечения проектных решений и инженерно-геологических изысканий на территориях медно-цинковых месторождений Кундызды и Лиманное, расположенных в Мугаджарском и Хромтауском районах Актюбинской области Казахстана, высокодетальными топографическими моделями рельефа была применена стереоскопическая съемка с космического аппарата КА GeoEye-1. Полученная в итоге цифровая модель местности использовалась в качестве фактической основы для технологически оптимального и безопасного размещения объектов инфраструктуры горно-обогатительных комплексов рудников Кундызды и Лиманное.

В настоящей работе отражены основные моменты использования комплексной технологии получения, интерпретации и представления измерений высот, ядром которой является реализованная в MATCH-T/INPHO объектно-ориентированная вычислительная концепция производства измерений с целью формирования «гибридной» SCOP/DTM-модели естественного рельефа местности. Территории месторождений Кундызды и Лиманное представляют собой два наиболее характерных для Казахстана типа рельефа — мелкосопочный и равнинный (рис. 1), с перепадом высот 190 м и 6 м соответственно. Эти участки были рассмотрены как эталонные с целью практической оценки условий применимости указанного подхода к получению кондиционных измерений высот поверхности рельефа, заложенному

в функциональность SCOP/DTM-модели системы MATCH-T/INPHO. В результате выполненных работ сформулированы типовые правила функционального управления процессом получения и интерпретации измерений при автоматической генерации высот, применение которых позволило создать высокодетальные трехмерные модели естественного рельефа для указанных территорий.

Стереоскопическая съемка участков работ была выполнена в июле 2012 г. с КА GeoEye-1 при полном отсутствии облачности (рис. 2). Каждая стереопара дивергентной съемки охватывает площадь порядка 105 кв. км. Результат съемки представлен как продукт уровня GeoStereo, прошедший радиометрическую и геометрическую коррекцию, выполненную по орбитальным данным с использованием строгой модели съемки. Изображение уровня GeoStereo представляет собой (согласно метаданным) проективную горизонтальную трансформацию «оригинального» изображения на плоскость UTM-проекции с абсолютной геодезической высотой относимости — Reference Height и соответствует положению MBR сцены съемки на Inflated-эллипсоиде. Разрешение изображений составляет 0,5 м для панхроматического диапазона и 2 м для мультиспектрального диапазона.

Полевое геодезическое обоснование района съемки предусматривало выполнение наблюдений двухчастотным GPS-приемником Trimble 5700 в точках наземной привязки, которые выбирались по местоположению компактных и хорошо опознаваемых на изображениях объектов (рис. 3).



Рис. 1. Характерные типы ландшафтов территорий рудников Кундызды (слева) и Лиманное (справа)



Рис. 2. Изображения уровня GeoStereo территорий рудников Кундызды (слева) и Лиманное (справа)



Рис. 3. Идентификация и измерение GPC на местности

По истечении срока формирования окончательных (final) оценок орбит и часов спутников данные GPS-наблюдений обрабатывались удаленно в центре SOPAC (Scripps Orbit and Permanent Array Center) относительно базовых станций сети IGS, в результате чего были получены координаты опорных точек с точностью до первых сантиметров.

Для выполнения окончательного абсолютно-го ориентирования стереомодели местности использовалась прямая форма RPC-модели

съемки от известных наземных опорных точек путем ее включения в соотношения уточняющей аффинной трансформации [1], реализованной в модуле Exterior_Orientation. При количестве опорных точек больше трех система линейных уравнений для нахождения коэффициентов аффинной трансформации становится переопределенной, и ее решение находится методом параметрического МНК-уравнивания при условии минимизации ошибки трансформации изображений в опорных точках.

Поскольку ландшафты территорий в районах месторождений Кундызды и Лиманное представляют собой естественные природные формирования и практически не содержат следов сколько-нибудь значительного техногенного воздействия, то для расчета моделей высот на этих участках была использована концепция SCOP/DTM-модели. Данный подход предназначен для автоматической генерации высот и предполагает «нормализацию» изображений с последующим использованием метода автокорреляции для определения соответственных точек на каждом уровне создаваемой пирамиды изображений. В рамках данной модели поверхность естественного рельефа считается непрерывной и имеющей «топографический» порядок гладкости, что означает непрерывность по крайней мере ее первых частных производных. Относительно множества оригинальных измерений предполагается, что оно имеет достаточно «хорошую» пропорцию из точек, относящихся к рельефу и измеренных над его поверхностью, например в области групп деревьев или отдельных небольших строений. Определяемое экспериментально, подходящее значение функционального параметра Feature_Density позволяет добиться хорошего в указанном смысле качественного состава оригинальных измерений для конкретного ландшафта местности.

Генерация измерений собственно высот рельефа по множеству всех оригинальных измерений выполнялась на основе «надежной» весовой МНК-аппроксимации [3, 6].

Определение степени надежности оригинальных измерений при их интерпретации предполагает оценку достоверности результата автокорреляции, фильтрацию точек класса off-terrain points с использованием «весовой функции» [5], а также локальное сглаживание остаточных особенностей малого размера для устранения эффектов «моли» или «шероховатости». Полученные в результате такой интерпретации измерения, относящиеся к собственно поверхности рельефа, интерполировались методом конечных элементов [2] на регулярную сеть с весовыми коэффициентами надежности [4], после чего результат обобщался в виде SCOP/DTM-модели и сохранялся в файле векторного формата – [* .dtm.las].

Основополагающим функциональным параметром реализованной в MATCH-T интерполирующей весовой фильтрации [5] является размер ячейки Δ результирующей сети определения DTM. Ее величина должна выбираться

таким образом, чтобы влияние измерений класса off-terrain points на модель высот рельефа было сведено к минимуму. Как правило, если размер Δ больше половины величины максимального из исключаемых объектов класса off-terrain points, то это дает хороший результат. Для рассматриваемых территорий размер ячейки Δ фильтрующей сети интерполяции выбирался в пределах диапазона от 5 до 10 м, в зависимости от размеров исключаемых особенностей, представленных в основном редкой кустарниковой растительностью, небольшими группами деревьев и одиночными полуразрушенными строениями.

Параметр Terrain_Type является вторым по значимости, от которого зависит качество DTM. Он представляет априорную оценку типа местности в смысле величины возможных значений относительных превышений высот в области расчета DTM. По значению этого параметра MATCH-T определяет в соответствии с указанным типом местности наиболее оптимальный вид весовой функции и уровень предельных значений параллаксов для исключения возможных ошибок типа Gross_Eggs, возникающих при сбоях механизма автокорреляции.

В качестве вспомогательных данных при создании моделей высот использовались предварительно подготовленные измерения геоморфологических особенностей, отражающих основные структурные элементы поверхности естественного рельефа. Морфометрический анализ поверхности рельефа выполнялся путем стереофотограмметрических измерений в рамках функциональных возможностей модуля DT_Master/INPHO. Рассчитанные в автоматическом режиме DTM-модели территорий были подвергнуты анализу и окончательной редакции в «ручном» варианте с использованием стереоскопической системы визуализации Planar SD2620W. Растровые изображения полученных цифровых моделей высот естественного рельефа, будучи пересчитанными в целочисленные значения диапазонов RGB-интенсивностей, представлены на рис. 4.

Пересчет отметок из геодезической системы высот в ортометрическую выполнялся с использованием гравитационной модели земли EGM_2008, рассчитанной по градусной сетке: $h^0 = h^c - h^{GM}$. Для перехода к нормальной системе высот использовалась поправка Δh , определяющая величину сдвига квазигеоида относительно геоида и вычисляемая для каждой из территорий с использованием данных наземной тахеометрической съемки: $h = h^N + \Delta h^0$. Заметим, что в этом случае при переходе к нормальной системе высот мы учитываем также среднюю

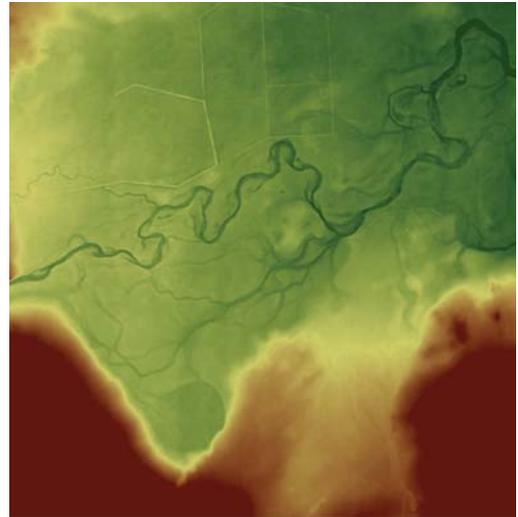
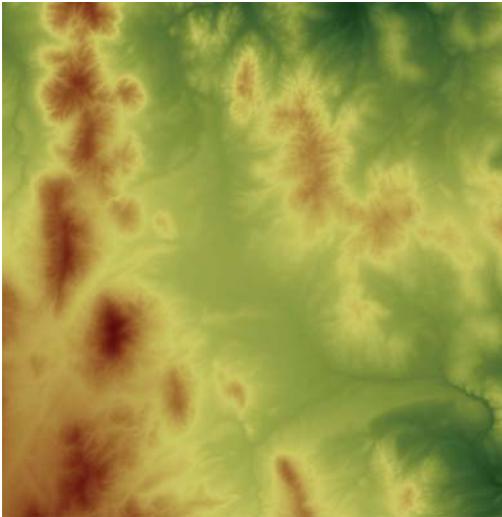


Рис. 4. Модели высот территорий рудников Кундызды (слева) и Лиманное (справа)

величину погрешности в определении высот DTM относительно данных наземной съемки, которая неявным образом присутствует в значении Δh .

В качестве эталона для оценки точности полученной модели нормальных высот рельефа использовались данные в пределах одного планшета наземной тахеометрической съемки масштаба 1:2000, выполненной в центральной части месторождения Кундызды в 2008 г. Для формирования представительной выборки измерений высот было отобрано порядка 400 контрольных точек. Среднее расстояние между измерениями тахеометрической съемки составило порядка 35 м. Поскольку рассчитанная DTM представлена измерениями в узлах регулярной сети с шагом 5 м, то для более корректного сравнения двух поверхностей рельефа высоты контрольных точек были интерполированы на такую же сеть с использованием процедуры `Topo_to_Raster/ArcGIS`. После чего были определены значения разности высот (ошибки DTM) в узлах регулярной сети, общим числом порядка 80 тыс. измерений. На рис. 5 представлена гистограмма распределения полученных ошибок и значения ее основных статистических параметров. Для выборки ошибок были рассчитаны основные статистические оценки (табл. 1) и величина RMSE средней квадратичной ошибки, которая также используется в качестве критерия оценки достоверности наблюдений.

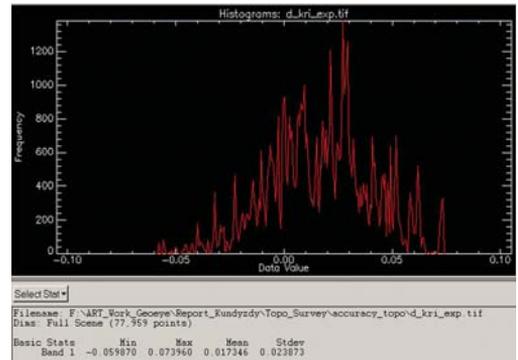


Рис. 5. Гистограмма распределения ошибок измерений высот DTM

Точность созданной DTM, понимаемая в обычном смысле, интерпретируется как величина оценки значения стандартного отклонения σ . На основе σ могут быть получены критерии оценки точности DTM с различными уровнями значимости (доверительными интервалами). Однако правомерность интерпретации стандартного отклонения как показателя оценки точности наблюдений определяется степенью близости закона распределения случайной величины ошибки к нормальному закону распределения. В качестве критерия оценки «нормальности» закона распределения

случайной величины согласно [7] используется теоретически определяемое соотношение между стандартным отклонением и средним: $\sigma/\mu = 1,25$ – для нормального закона распределения. Если сравнить реальное вычисленное значение отношения σ/μ с теоретическим 1,25, то по величине отклонения можно судить о степени близости закона действительного распределения ошибок к нормальному закону. В табл. 1 приведены значения доверительных интервалов и критерия оценки «нормальности» закона распределения. Полученное значение критерия $\sigma/\mu = 1,35$ достаточно хорошо согласуется с теоретическим значением для нормального закона распределения: $\Delta\sigma/\mu = (1,35 - 1,25) = 0,1$, что позволяет говорить о правомерности использования стандартного отклонения в качестве оценки точности DTM в данном конкретном случае.

Критерий оценки точности DTM	Знач. м
Среднее – μ	0,017
Стандартное отклонение – σ (St.dev)	0,023
$\mu + \sigma$ (68%-й доверительный интервал)	0,04
$\mu + 2 \cdot \sigma$ (95%-й доверительный интервал)	0,063
$\mu + 2.5 \cdot \sigma$ (99%-й доверительный интервал)	0,077
$\mu + 3 \cdot \sigma$ (критерий отбраковки выбросов — 99,73%)	0,086
σ/μ – критерий «нормальности» закона распределения	1,35
RMSE	0,041

Табл. 1. Оценки точности DTM

Таким образом, выполненный анализ оценки точности созданной DTM естественного рельефа в окрестностях месторождения Кундызды

позволяет утверждать, что 95% измерений модели высот имеют погрешность не более 6,3 см. Следует, конечно, иметь в виду, что столь высокая точность в определении высот DTM стала возможной в результате компенсации усредненной систематической составляющей ошибки, выполненной, как показано выше, при переходе от ортометрических высот к нормальным с использованием достаточно большого числа наземных измерений.

Созданные в «гибридном» SCOP/DTM-формате цифровые модели рельефа были использованы для производства ортофотопланов, конструирования TIN-поверхностей и создания векторных топографических карт масштаба 1:2000. Композиция модели высот и ортофотоплана обеспечивает адекватное трехмерное представление цифровой модели местности. Пространственная классификация измерений DTM по диапазонам высот позволяет выполнить гипсометрический анализ рельефа с целью определения основных геоморфологических объектов, присутствующих на его поверхности. Указанные геопространственные данные (рис. 6, 7) охватывают значительные территории и вместе с тем обладают высокой детальностью и точностью воспроизведения особенностей местности. На их основе может быть выполнен качественный и метрический анализ ландшафта района проектирования, становится возможным автоматизированный расчет объемов выемки-насыпи грунта, а также получение эффективных решений по размещению объектов инфраструктуры предприятий горно-обогатительных комплексов с учетом обеспечения техногенной, природной и экологической безопасности.

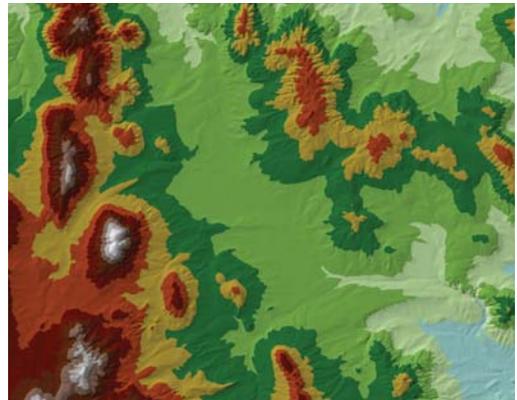
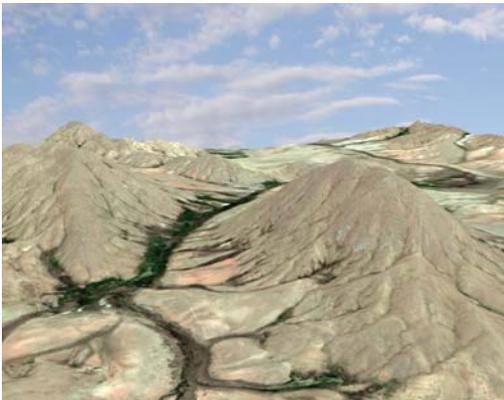


Рис. 6. Цифровая модель местности (слева) и гипсометрическая картограмма (справа) территории рудника Кундызды

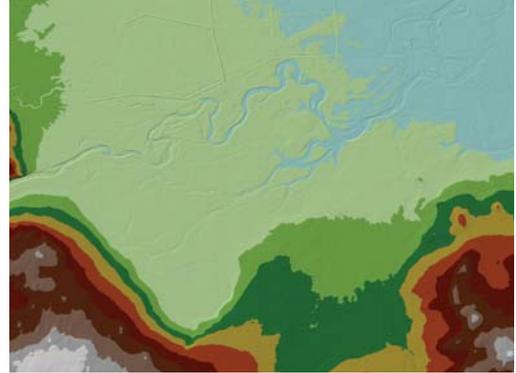


Рис. 7. Цифровая модель местности (слева) и гипсометрическая картограмма (справа) территории рудника Лиманное

Полученные цифровые модели местности (рис. 6, 7) были использованы в качестве фактической основы для производства векторных топографических карт масштаба 1:2000. Картографирование местности выполнялось путем дешифрирования ортофотопланов с последующей векторизацией контурной части сооружений, дорожной сети, техногенных нарушений естественного рельефа и других объектов ситуации. Кроме того, по результатам морфометрического анализа цифровой модели рельефа были дополнительно определены и обозначены такие особенности ландшафта территорий, как линии тальвегов, водоразделов, гидрологическая сеть и области водосборов. Общий размер площади картографирования в районах месторождений Кундызды и Лиманное составил порядка 210 кв. км, что соответствует 210 листам планшетов М 1:2000 стандартной прямоугольной разграфки (рис. 8) с размером стороны рамки планшетов, равным 50 см.

Цифровое картографирование территории

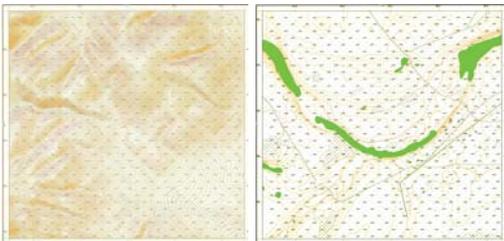


Рис. 8. Образцы планшетов топографических карт М 1:2000 территорий рудников Кундызды (слева) и Лиманное (справа)

производилось согласно с этими требованиями инструкции по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов, в соответствии [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ORIENTATION MODELS OF OPTICAL HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGERY: DEFINITION, IMPLEMENTATION AND VALIDATION OF ORIGINAL ALGORITHMS Francesca Fratarcangeli DITS – Area di Geodesia e Geomatica – Università di Roma “La Sapienza” – via Eudossiana 18 – Rome, Italy francesca.fratarcangeli@uniroma1.it

2. Ebner, H. and Reiss, P. (1978). Height interpolation by the method of finite elements. In *Proceedings of the Digital Terrain Modelling Symposium, St. Louis, pages 241–254.*

3. Kraus, K. (1998). *Interpolation nach kleinsten Quadraten versus Krige-Schatzer. Osterreichische Zeitschrift fur Vermessung & Geoinformation, 1.Dadsad.*

4. Ackermann, F., K. Kraus, (2004): *Reader Commentary: Grid Based Digital Terrain Models. Geoinformatics, Vol. 7, Copy 6, pp. 28-31.*

5. Kraus, K. (1997): *Eine neue Methode zur Interpolation und Filterung mit Daten schiefer Fehlerverteilung. VGI 85, S. 25-30.*

6. Briese, C., Pfeifer, N., Dorninger, P. (2002): *Applications of the Robust Interpolation for DTM determination. IAPRS, Volume 34, Part 3A, Graz.*

7. Большаков В.Д. *Теория ошибок наблюдений.* — М: Недра, 1983. — 223с.

8. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП(ГНТА)-02-036-02. — М.: ЦНИИГАуК, 2002.

Л. В. Березин (Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина)

В 1957 г. окончил Омский сельскохозяйственный институт. В настоящее время — профессор кафедры почвоведения Омского государственного аграрного университета. Доктор сельскохозяйственных наук, академик Международной академии экологии и безопасности жизнедеятельности человека.

М. Р. Шаяхметов (Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина)

В настоящее время — аспирант кафедры почвоведения, младший научный сотрудник лаборатории рационального использования почв Омского государственного аграрного университета.

Применение методов ДЗЗ и ГИС для оценки потенциала поглощения солнечной энергии агроценозов*

Системы сельскохозяйственного и геологического картирования с самого начала складывались на основе использования материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), причем система крупномасштабного почвенного картирования в СССР, сложившаяся после Омской сессии ВАСХНИЛ (1936), всю вторую половину истекшего века формировалась на основе дешифрирования аэрофотоснимков. По этим причинам и сегодня, при наличии десятков разнообразных спутников и особенностей результатов космической съемки, почвенное картирование по-прежнему основывается на ранее разработанных методических принципах. Их основой является учет особенностей мезорельефа: характер оврагов, промоин, формы полей и полигонов, залесенности и гидрографии. Почвенное картирование стало вариантом оценки морфологии ландшафтов и в целом поверхности Земли.

В итоге многие почвоведы поддерживают позицию научной школы МГУ им. М. В. Ломоносова под руководством Г. С. Куста, предлагающую разработать в целях автоматизированного дешифрирования материалов ДЗЗ эталоны почвенного плодородия и на этой основе дать характеристику почвенного покрова (ПП) [1]. Если для естественных биогеоценозов, не подвергнутых антропогенному воздействию, эта задача в определенной мере разрешима, то в отношении агроценозов, интенсивных сенокосов и выбиваемых пастбищ, не говоря о садах и цветочно-овощных плантациях, трудно

представить отражение в форме эталона структуру ПП, реализованную на космическом снимке.

Другой путь разрабатывают специалисты ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, предлагающие максимально использовать различия в содержании гумуса и элементов питания растений по материалам сплошного агрохимического обследования земель [2]. Но с оценкой качества почв связаны только наблюдения на реперных точках, не дающие возможности оценить степень варьирования параметров почвенного плодородия полей севооборотов и кормовых угодий.

Третий путь разрабатывается в Почвенном институте им. В. В. Докучаева. По их позиции при почвенном дешифрировании материалов ДЗЗ главное внимание необходимо уделять исследованию цифровой модели рельефа, на основе которой по ранее разработанным корреляционным связям почвоведы должны интерпретировать характер изменения ПП в пределах конкретного полигона.

Но при крайне высокой комплексности ПП в равнинных регионах, с учетом природных сукцессий, изменения свойств почв по склонам катены и смены культур и засоренности полей в агроценозах, эти модели не могут объективно характеризовать реальной картины особенностей плодородия почв, их водно-воздушных и физико-механических свойств даже по оперативным поступающим космическим снимкам.

По этим причинам в основу почвенного

*Статья подготовлена 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 Международного Форума «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий».

дешифрирования юга Западной Сибири и аналогичных регионов, характеризующихся равнинными условиями с развитым микрорельефом, необходимо положить прямое установление характера поглощения каналов солнечного спектра по материалами исследования отражательной способности наземных объектов. При этом нельзя базироваться только на анализе видимого спектра в каналах RGB при диапазоне съемки от 400 до 650 нм. Как сами почвы, так и вегетирующие растения интенсивно поглощают энергетическую часть солнечной радиации в пределах 600–2600 нм. Анализ этой части спектра позволяет выявить отличия типичных черноземов или каштановых почв от лугово-черноземных и подобных подтипов среди иных почв.

Как показала практика дешифрирования большинства наземных объектов, в том числе морских портов или металлургических и химических заводов, при анализе материалов ДЗЗ необходимо применение не менее трех вариантов синтизирования космических снимков, с использованием разного сочетания диапазонов съемки и цветových каналов.

Хотя солнечный спектр имеет лишь 7 каналов (как музыкальная гамма), но благодаря их сочетанию возможно иметь 1500 оттенков цветового изменения земных объектов. Именно по этой причине специалист любой отрасли имеет возможность выявлять по изменению цвета изображения явные отклонения того или иного объекта по сравнению с фоновым изображением. Это не означает, что его вечернее изображение должно быть таким же, как при ярком солнечном освещении в полдень. Но если и в полдень, и к вечеру на исследуемом полигоне будет выделяться объект иного цвета, он должен стать предметом дополнительного анализа в разных диапазонах спектра или цветových каналах.

На снимке (рис. 1), полученном по материалам съемки среднего разрешения спутника Landsat-7 в зоне южной лесостепи Прииртышья, можно видеть в посевах пшеницы среди темных пятен березовых колков на западных полях светлые пятна солонцов [3].

Использование в целях почвенного дешифрирования снимков более современного спутника ALOS, несмотря на увеличение разрешения съемки в 1,5–3 раза, не обеспечило существенного повышения информативности.

Этого удалось достичь только при анализе снимков с группировки спутников RapidEye с разрешением 5 м.

Однако оказалось, что необходимо внести коррективы в саму основу дешифрирования наземных объектов. В настоящее время она базируется на учете их отражательной способности.

Предполагается, что сами изучаемые объекты существенно не влияют на спектр отражения и в принципе разновременные результаты съемки зданий, сооружений и иных абиогенных объектов воспроизводимы.

Иная картина проявляется при почвенном и сельскохозяйственном дешифрировании земных объектов. Они активно поглощают солнечную радиацию, используя ее как основной источник энергии для процессов жизнедеятельности как высших растений, так и микроорганизмов. Лучшие в мире черноземные почвы окрашены в черный цвет, который обеспечивает им практически полное поглощение всей солнечной радиации. А в подзолистые, ферраллитные и осолоделые почвы, формирующиеся под лесами с сомкнутой кроной, энергия Солнца практически не поступает. Она поглощается растительным покровом. И эти почвы не могут накапливать гумусовые вещества, обеспечивающие плодородие почв.

Парование полей и отвальная их вспашка, резко повышая потенциал поглощения солнечной радиации (ППР), способствуют минерализации накопленных в почве органических соединений для образования доступных растениям элементов питания, а в результате в значительной мере нивелируют объективно существующую дифференциацию компонентов почвенного покрова. Сохраняются лишь значительные различия в степени поглощения длинноволновой красной энергетической части спектра той или иной почвой. В итоге на паровых полях в большинстве случаев не удается обнаружить специфичности поглощения различными почвами сине-зеленой коротковолновой части солнечной радиации, что четко проявляется на любом поле Ишим-Иртышского междуречья (рис. 2а). Но уже на следующий год

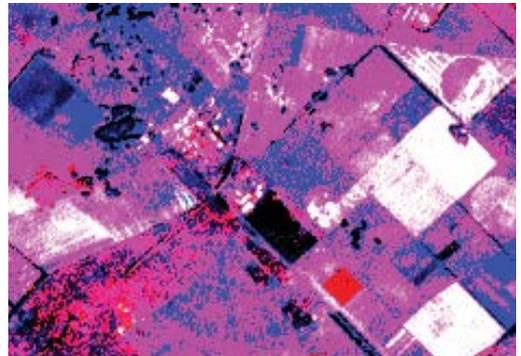


Рис. 1. Зона южной лесостепи Прииртышья. Космический снимок со спутника Landsat-7 видимого спектра в каналах RGB (R=50, G=30, B=10)

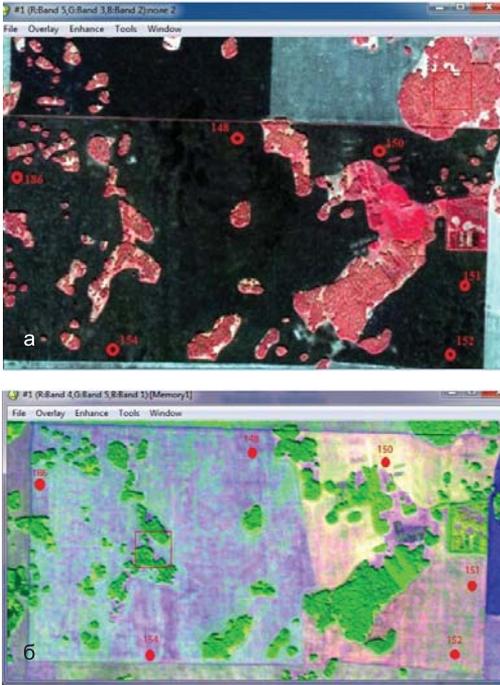


Рис. 2. Космический снимок RapidEye:
 а) паровое поле 2010 г., вариант синтеза R5G3B2;
 б) поле с культурой 2011 г., вариант R4G5B1, различия фоновой окраски обусловлены использованием двух способов посева пшеницы, а в юго-восточной части поля — дополнительным применением при посеве гранулированного суперфосфата. Нумерацией обозначены места отбора почвенных образцов

(рис. 2б) она легко обнаруживается в посевах на этом же поле.

На рис. 2б при данном варианте синтезирования наиболее четко прослеживается неоднородность всходов культуры на разных почвах в связи с разным количеством поглощаемой энергии агроценозов.

Однако далеко не всегда удается визуально, непосредственно по космическому снимку, обнаружить наличие на исследуемом поле почв различного типа.

Актуальной задачей исследований по проблеме почвенного дешифрирования является научное обоснование методики синтезирования снимков, полученных в разных диапазонах спектра, и применения разнообразных цветовых каналов на этапе их камеральной обработки.

Те различия отражательной способности почв, которые четко фиксируются при лабораторном изучении почвенных образцов на

фотометрических приборах, в реальных полевых условиях на интенсивно обрабатываемых паровых полях, при отсутствии возделываемых культур, практически не обнаруживаются даже при высоком разрешении съемки и достаточно качественной аппаратуре космических аппаратов.

С каждым годом появляются спутники с дополнительными диапазонами съемки, но потребители в большинстве случаев по-прежнему используют лишь видимую часть спектра в системе RGB.

Сложность определения оптимального варианта синтезирования проявилась при сопоставлении показателей светопоглощения, получаемых как при попиксельном анализе снимка различных известных почв в пределах одного поля в программном комплексе ENVI [5], так и при анализе пробных участков площадью от 100 до 5000 пикселей в программном комплексе Adobe Photoshop. Из 15 вариантов синтезирования в системе RGB двух резко различных типов почв: черноземов и солонцов — мы смогли установить, что более или менее четкую зависимость поглощения солнечной радиации можно обнаружить по красному (Red) каналу съемки. Коротковолновая часть спектра практически не зависит от свойств почвы [3]. По этой причине при углубленном анализе этих результатов мы учитывали среднюю величину, т. е. полусумму поглощения радиации в каналах Green и Blue.

В целях выявления указанных закономерностей были проанализированы не только показатели прямого рассеянного светототражения в отдельных диапазонах спектра, но и показатель GLOW, т. е. «яркость светототражения», или «свечение», который позволяет выявлять программный комплекс Adobe Photoshop [4].

Для оценки объективности выявляемых различий поглощения солнечной радиации различными почвами, а также биогеоценозами был применен метод анализа пирамиды. За ее вершину был принят именно показатель общего целенаправленного «свечения» Glow.

Основанием пирамиды естественно является потенциал поглощения солнечной радиации (ППР), включающий длинноволновую (каналы Red при диапазонах съемки № 3–5) и коротковолновую усредненную величину сине-зеленой части спектра: (Green + Blue): 2, выраженный в процентах от максимума потенциально возможного светототражения (255 ед.).

На рис. 3 приведены пирамиды, отражающие характер ППР на паровых полях и в агроценозах пшеницы, составленные на основе почвенного обследования одного из 200 обследованных полигонов в четырех крестьянско-фермерских хозяйствах Омской области.

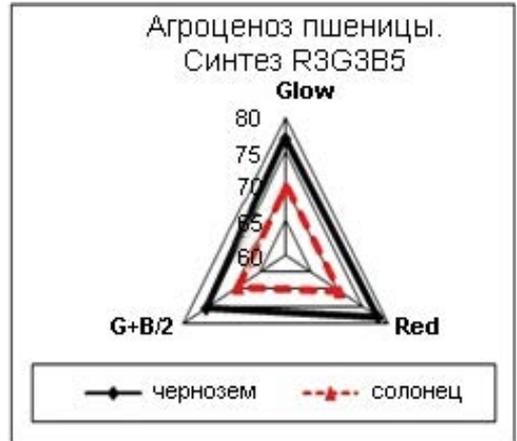


Рис. 3. Оптимальный вариант синтезирования (R3G3B5), учитывающий инфракрасный диапазон съемки, позволяет выявить закономерные различия по спектру поглощения солонцевой экосистемы как в парах, так и в агроценозах пшеницы

Полученные результаты ставят ряд новых вопросов: 1) Какие факторы обуславливают необходимость предпочтительного использования диапазонов 3, 4 и 5 не только при расчетах коэффициентов NDVI, но и на этапе почвенного дешифрирования? 2) Какими критериями следует конт-ролировать оптимизацию показателя ППР? 3) На всех ли типах почв можно пренебрегать различием поглощения синей и зеленой частей солнечного спектра при почвенном дешифрировании материалов ДЗЗ?

В связи с этими вопросами стоит задача совершенствования программных комплексов. Большая их часть сосредоточивает внимание исследователей на выявлении геодезических координат объектов и подсчете занимаемой ими площади. Значительно меньше программных комплексов, облегчающих исследование спектральной характеристики поглощаемой и отражаемой частей солнечной радиации. И, насколько нам известно, только программный продукт Adobe Photoshop позволяет исследовать характер показателя Glow. Применительно к задачам почвоведения, мы успешно использовали его в целях исследования процесса оглеения почв, что подтверждено свидетельством на интеллектуальную собственность [4], а в настоящая время используем при почвенном дешифрировании.

Представляется, что программисты уже в ближайшее время сумеют расширить возможности одного из лучших программных комплексов ENVI с тем, чтобы не применять при решении одной задачи несколько дорогостоящих лицензионных программ.

В заключение предлагается в рамках совершенствования подготовки специалистов по использованию материалов ДЗЗ и ГИС провести коллективное обсуждение методики синтезирования мультиспектральных снимков, так как разработчики новых спутников расширяют диапазоны съемки, а потребители не готовы к их эффективному использованию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куст Г. С., Опыт применения метода эталонирования космических снимков для дешифрирования почвенного покрова сельскохозяйственных полей в Краснодарском крае // Г. С. Куст, А. В. Брызжев, С. Ю. Розов - Доклады по экологическому почвоведению, 2010. — Т. 13, № 1. — С. 50 — 103.
2. Методическое обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения: Материалы Всерос. науч. конф. — М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2010. — 554 с.
3. Сергеева О. С. Мониторинг почвенного покрова Западной Сибири по данным дистанционного зондирования / О. С. Сергеева, В. М. Красницкий, Л. В. Березин // Плодородие. — 2010. — № 1 (52). — С. 7- 8.
4. Л. В. Березин Отблеск (Glow) как показатель отражательной способности почв // Л. В. Березин, В. А. Чемерилова // Материалы V съезда Всероссийского общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Ростов-на-Дону 2008. — С. 232.
5. Л. В. Березин Использование программного комплекса ENVI для почвенного дешифрирования космических снимков. — Геоматика. — 2011. — №2. — С. 90 — 91.

7^Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

Integrated Systems Russia

www.isrussia.ru

29-31 октября

2013

Экспоцентр



реклама

Автоматизация зданий • Профессиональное аудио-видео
Системная интеграция

16+

Организаторы

MID'expo
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И ЯРМАРКИ

**Integrated
Systems
Events, LLC**

При поддержке

CEDIA
CUSTOM
ELECTRONIC
DESIGN &
INSTALLATION
ASSOCIATION

infoComm
INTERNATIONAL

Итоги Международного Форума «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий»

17–19 апреля 2013 г. в подмосковном комплексе «Атлас Парк-Отель» состоялся Международный Форум «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий», организованный компанией «Совзонд».



«Атлас Парк-Отель» — место проведения Форума

Платиновым спонсором Форума выступила компания DigitalGlobe (США), золотым — компания Trimble (Германия), серебряными — ФГУП «Рослесинфорг» (Россия), компании Exelis VIS (США) и RapidEye (Германия). Информационную поддержку Форуму оказали журналы «Агропрофи», «Аэрокосмический курьер», «Вестник ГЛОНАСС», «Вестник Росреестра», «Газовая промышленность», «Геоинжиниринг», «Геология нефти и газа», «Геоматика», «Геопрофи», «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», «Нефтяное хозяйство», «Регионы России», «Управление развитием территории», CNews, GeoInformatics, GEOconnexion, GIM International, PCWEEK; издательский дом Connect; интернет-порталы Geospatial Media and Communications, GIS Cafe, IT TUBE, Sensors & Systems, TAdviser, TerraView, отраслевой каталог GeoTop, ГИС-Ассоциация.

Международная конференция «Космическая съемка — на пике высоких технологий» проводится компанией «Совзонд» с 2007 г. и ежегодно собирает более трехсот участников из разных

стран мира, работающих в различных сферах. Предыдущие конференции, а их было шесть, всегда становились значимыми событиями в сфере дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и принесли ощутимую пользу, предоставляя специалистам площадку для обмена опытом и получения новых знаний. Однако конференции последних лет показали необходимость привлечения более широкого круга специалистов. Название конференции «Космическая съемка — на пике высоких технологий» задавало определенный тренд и сужало круг потенциальных участников.



Регистрация участников Форума

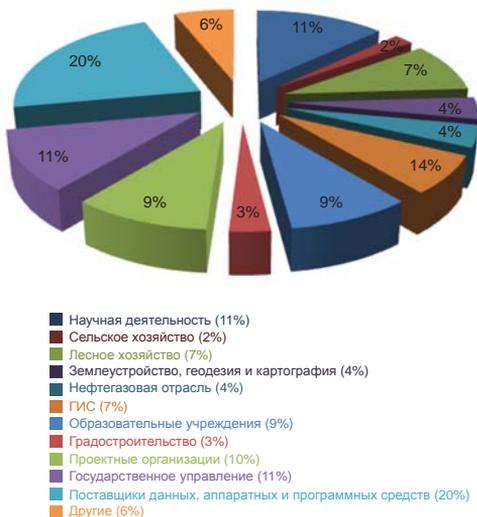
Пространственные данные играют все более важную роль в развитии информационного общества. Космические снимки — важный элемент инфраструктуры пространственных данных, но не единственный. Все активнее в качестве источников пространственных данных используется аэрофотосъемка, в том числе с беспилотных летательных аппаратов, навигационные системы, воздушное и наземное лазерное сканирование, топографическая и кадастровая съемка и т. д. Разнообразие пространственных данных требует их интеграции для использования в комплексных проектах.

В качестве главного инструмента работы с пространственными данными выступают геоинформационные системы, которые все чаще становятся важной составляющей информационно-аналитических систем, поддерживающих работу государственных организаций и коммерческих компаний.

Сказанное выше привело к решению поменять формат конференции и преобразовать ее в Форум «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий».

В Форуме-2013, помимо российских специалистов, приняли участие представители Беларуси, Казахстана, Узбекистана, Украины, Великобритании, Гватемалы, Германии, Испании, Италии, Канады, Китая, Норвегии, США, Франции, Швейцарии, Японии.

Распределение участников Форума по сферам деятельности представлено на диаграмме.



Распределение участников Форума по сферам деятельности



Открытие Форума. Вступительное слово генерального директора компании «Совзонд» В. И. Михайлова

Открыл Форум генеральный директор компании «Совзонд» В. И. Михайлов. Он отметил, что в таком формате мероприятие проводится впервые. Пожелав всем участникам полезной и плодотворной работы, он выразил надежду, что предстоящий Форум послужит дальнейшему прогрессу геоинформационной отрасли и более активному использованию результатов космической деятельности для повышения социально-экономического развития регионов и страны в целом.

Деловая программа Форума включала в себя следующие мероприятия:

- ✦ VII Международная конференция «Космическая съемка — на пике высоких технологий»;
- ✦ международная конференция «ГИС — интеграционные решения будущего»;
- ✦ круглые столы и семинары, обучающие мастер-классы, технические секции;
- ✦ конкурс «Лучшие проекты в области ГИС и ДЗЗ»
- ✦ выставка «Техника и технологии».

В первый день работы Форума (17 апреля) пленарное заседание на тему **«Современное состояние и перспективы развития геоинформационных систем и космического мониторинга»** открыл первый заместитель генерального директора компании «Совзонд» М. А. Болсуновский. В своем докладе он охарактеризовал две главные составляющие геопространственной инфраструктуры: космический мониторинг и геоинформационные технологии. Докладчик продемонстрировал современное состояние космической группировки спутников ДЗЗ, отметил появление новых интересных космических аппаратов, в том числе российского «Канопус-В» и его белорусского близнеца — БКА. Основной тренд на ближайшее будущее — запуск группировок малых спутников высокого разрешения. Развитие геоинформационных технологий на государственном уровне характеризуется разработкой и эксплуатацией ведомственных ГИС (электронный Атлас земель сельскохозяйственного назначения, Система дистанционного мониторинга земель, ФГИС территориального планирования, геопорталы «Леса России», «Инфраструктура пространственных данных» (ИПД) и др.) и использованием в практике управления регионами результатов космической деятельности. М. А. Болсуновский отметил, что нельзя рассматривать геоинформационные системы только как инструмент визуализации пространственных данных. ГИС — это средство анализа данных. Такое качество геоинформационных систем в полной мере использует при разработке проектов компания «Совзонд», предлагающая автоматизированные программно-технологические комплексы (АПТК) с мощной аналитической составляющей. В современном информационном обществе, отметил в заключение докладчик, геоинформационные системы — ключевой элемент информационно-аналитических систем.

Основатель и исполнительный вице-президент компании DigitalGlobe В. Скотт рассказал о новых задачах компании, связанных с ее объединением с компанией GeoEye. В результате этого слияния компания DigitalGlobe в настоящее время обладает уникальными возможностями для предоставления более широкого набора снимков и геоинформационных сервисов, что позволяет заказчикам решать наиболее сложные задачи. Группировка спутников сверхвысокого разрешения, состоящая ныне из пяти аппаратов, позволяет снимать 3,5 млн кв. км в сутки. Из крупномасштабных проектов с российскими партнерами докладчик отметил совместную работу с компанией «Совзонд» по мониторингу лесов. В планах компании запуск

в 2014 г. спутника WorldView-3 с уникальными суперспектральными характеристиками. В настоящее время архив компании DigitalGlobe содержит космические снимки, покрывающие 3,9 млрд кв. км.

Выступление заместителя генерального директора, генерального конструктора по ДЗЗ ОАО «Российские космические системы» В. А. Селина было посвящено состоянию и перспективам российской группировки спутников ДЗЗ. Была отмечена успешная работа недавно запущенных космических аппаратов «Канопус-В» и БКА. В ближайших планах: запуск в текущем году спутника сверхвысокого разрешения «Ресурс-П», на 2014 г. запланирован запуск второго аппарата этой серии. Существенное пополнение группировки предусмотрено в 2015 г. — планируется запустить спутники «Ресурс-П» №3, «Обзор-О», «Канопус-В» №2, радарный аппарат «Обзор-Р».

Вице-президент компании RapidEye AG Дж. Алрихс рассказал о перспективах использования



Пленарное заседание.
 Выступления: а) В. Скотта (DigitalGlobe); б) Дж. Алрихса (RapidEye);
 в) Ф. Цурна (Trimble INPHO); г) К. Имо (RESTEC)

облачных вычислений в геоинформационной сфере. Благодаря активному внедрению таких технологий компания разработала и предлагает заказчикам новый сервис RapidEye Mosaics — полностью готовый для использования в ГИС-приложениях продукт, который доступен посредством сети Интернет.

Большой интерес и оживление вызвал доклад эксперта Космического кластера Фонда Сколково А. Г. Ионина о перспективах и особенностях развития космической отрасли в мире. Сделав краткий экскурс в историю, он напомнил, как бурно развивалась космонавтика в 50 — 60-е гг. XX века (вплоть до полета человека на Луну в 1969 г.). Этот период назван им «сверхинновационным» (огромное количество научных разработок и новых технологий), период 1970–1991 гг. охарактеризован как «инерционный», а начиная с 1992 г. и по настоящее время — «малоинновационный». В качестве причин резкого замедления прогресса в отрасли были названы дороговизна, уникальность разработок, устаревание оборудования при долговременной работе спутников и т. д. Столкнувшись с жесткой рыночной конкуренцией (в первую очередь с информационным рынком), мировая космонавтика не смогла ответить на этот вызов новыми инновациями. Как запустить инновационный процесс? Докладчик предложил один из возможных выходов из тупика — большой государственный космический проект: полет человека на Марс.

Использованию материалов ДЗЗ в интересах картографирования территории России посвятил свой доклад генеральный директор ОАО «НИИП центр «Природа» В. П. Седельников. В частности, он отметил перспективы использования для этой цели спутников «Нанопус-В» и БКА как единой группировки.

Директор Департамента информационных ресурсов и информатизации Минрегиона России А. Н. Климов рассказал о внедряемой Федеральной геоинформационной системе территориального планирования (ФГИС ТП). ФГИС ТП позволит отобразить в пространстве информацию, необходимую для стратегического и территориального планирования, находящуюся в распределенных по всей стране информационных системах органов власти.

И. о. директора Главного вычислительного центра Минсельхоза России С. А. Захаров подробно остановился на системах мониторинга земель. Он отметил, в частности, что электронный Атлас земель сельскохозяйственного назначения (АЗСН) и Система дистанционного мониторинга земель (СДМЗ) являются составными частями общей системы мониторинга земель.

Данные этой системы, в том числе получаемые в результате космического мониторинга, доступны для всех категорий пользователей.

Менеджер по региональным продажам компании Trimble (Германия) Ф. Цирн рассказал о комплексном подходе к получению данных (ДЗЗ, БПЛА, мобильного лазерного сканирования и др.) и обработке данных ДЗЗ и БПЛА в специальном программном обеспечении — фотограмметрической системе Trimble INPHO и Stretch out.

Возможностям применения космической сверхкрупномасштабной стереосъемки для лесочетных работ посвятил свой доклад ведущий инженер отдела по науке и инновациям ФГУП «Рослесинфорг» Д. М. Черниковский.

Очевидными преимуществами такой съемки являются высокая разрешающая способность, сопоставимые или лучшие фотограмметрические характеристики в сравнении с аэрофотосъемкой, возможность формирования псевдоцветных изображений и выполнения стереоизмерений таксационно-дешифровочных показателей лесов.



Пленарное заседание.

Выступления: а) В. П. Седельникова (ОАО «НИИП центр «Природа»);

б) А. Г. Ионина (Космический кластер Фонда Сколково);

в) С. А. Захарова (ГВЦ Минсельхоза России);

г) Д. М. Черниковского (ФГУП «Рослесинфорг»)



Пленарное заседание

Советник президента центра RESTEC (Япония) К. Ито остановился в своем докладе на новых продуктах, создаваемых на базе данных со спутника ALOS, и перспективных программах ДЗЗ Японии. Радарный спутник ALOS-2 (разрешение 3–10 м) будет запущен в текущем году, а точная дата запуска оптико-электронного спутника ALOS-2 (разрешение в панхроматическом режиме, 0,8 м, а в мультиспектральном — 5 м) пока не определена (возможно, в 2015–2016 гг.).

На вечернем заседании первого дня работы Форума с докладами выступили представители поставщиков космических данных ДЗЗ (e-GEOS, MDA, DMCii, Astrium, Deimos Imaging и др.), другие российские и зарубежные участники.

Возможностям группировки итальянских радарных спутников COSMO-SkyMed посвятил свой доклад К. Моруцци, менеджер по продажам для регионов Центральная Азия, Ближний Восток и Африка компании e-GEOS. Он также сообщил о планах запуска следующей серии COSMO-SkyMed, первый спутник которой будет запущен в 2016 г.

О новых спутниках Pleiades, Spot-6,7 и разрабатываемых на основе их данных геоинформационных сервисах рассказал менеджер по продажам компании Astrium GEO-Information Services (Франция) Б. Бертолини.

Исполнительный директор компании DEIMOS Imaging (Испания) Ф. Пирондини посвятил свой доклад возможностям использования данных со спутника Deimos-1 в сельском хозяйстве.

Менеджер по развитию бизнеса компании DMCii (Великобритания) Г. Холмс рассказал о группировке мини-спутников DMC и перспективах использования данных, получаемых этими космическими аппаратами, в сельском и лесном хозяйстве.

С перспективной группировкой радарных спутников Radarsat Constellation Mission ознакомил участников Форума директор по развитию международного бизнеса компании MDA (Канада) К. Апшоу.

Впервые участвовала в Форуме китайская компания Beijing Space Eye Innovation Technology — поставщик данных со спутников ДЗЗ высокого разрешения TH-1 и TH-2. О характеристиках и возможностях этих спутников рассказал президент и исполнительный директор компании С. Чэн.

Развитию Единой территориально распределенной информационной системы как основы российской наземной инфраструктуры ДЗЗ посвятил свой доклад начальник отделения ОАО «НИИ точных приборов» П. А. Лошкарев, а заместитель директора ИКИ РАН Е. А. Лупян рассказал о технологии создания интегрированных информационных систем дистанционного мониторинга для решения научных и прикладных задач.

С интересными докладами выступили также представители других компаний и организаций.

Во второй день Форума (**18 апреля**) состоялось три пленарных заседания. На заседании **«Использование результатов космической деятельности и геоинформацион-**

ных систем в субъектах Российской Федерации» выступили заместитель директора по развитию бизнеса компании «Совзонд» В. В. Бутин (тема: «Современное состояние и перспективы внедрения РКД в систему управления регионом»), генеральный директор ЗАО «Институт телекоммуникаций» С. П. Присяжнюк («Межведомственная геоинформационная система «Олимп-012»), директор «Мосэкомониторинга» П. В. Захарова («Опыт применения геоинформационных технологий при осуществлении государственного экологического мониторинга в городе Москве»), аналитик Управления отраслевых проектов Департамента информационных технологий города Москвы С. А. Зубков («Единое геоинформационное пространство города Москвы») и др.

В рамках пленарного заседания «**Программные комплексы, системы и решения для обработки данных дистанционного зондирования Земли**» специалисты зарубежных и российских компаний-разработчиков рассказали о новых возможностях широко используемых программных продуктов. Наибольший интерес вызвали доклады руководителя направления комплексных проектов компании «Совзонд» О. Н. Колесниковой (тема: «Комплексные проекты компании «Совзонд». Решения и технологии для их успешного выполнения»), коммерческого директора компании Exelis VIS (США) А. Белайди («Переход программного комплекса ENVI к облачному вычислению»). С интересом участники выслушали доклады специалистов ООО «ПЛАЗ», ООО «ПРАЙМ ГРУП», представительства АК «Хитачи, Лтд.» и др.

Отдельное пленарное заседание было посвящено **опыту разработки и внедрения геоинформационных систем**. Доклады представили специалисты ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО NextGIS, группы компаний CSOft, ООО «СТАТУС» и др.

Пленарное заседание заключительного дня Форума (19 апреля) было посвящено **опыту решения практических задач с использованием данных ДЗЗ, уникальным и перспективным технологиям ДЗЗ**. В докладах специалистов Рязанского государственного радиотехнического университета, Северного (Арктического) федерального университета им. М. В. Ломоносова, Военно-космической академии им. А. Ф. Можайского (Россия), ООО «Pixel Solutions» (Украина), ТОО «Назгипроцветмет» (Казахстан) и др. нашли свое отражение различные аспекты использования данных ДЗЗ и геоинформационных

технологий в сельском хозяйстве, геологии, экологии и метеорологии, лесном хозяйстве, навигации и других отраслях.

Практически все доклады на пленарных заседаниях вызвали большой интерес, докладчикам задавалось много вопросов, дискуссии продолжались в кулуарах.

На Форуме было проведено несколько **круглых столов**, вызвавших большой интерес и собравших много участников.

На круглом столе «**Опыт внедрения геоинформационных систем в органы государственной власти**» свои истории об опыте внедрения ГИС рассказали представители департаментов информационных технологий Москвы (Единое геоинформационное пространство города Москвы) и Кировской области (ГИС Кировской области), управления архитектуры города Дзержинска Нижегородской области (ИСОГД), Рослесинфорга и др. Наибольший интерес у участников круглого стола вызвали проблемы внутриведомственного и межведомственного взаимодействия, предоставления открытых данных в машиночитаемых форматах, вопросы качества и легитимности предоставляемых открытых государственных данных. Высказывалось мнение о недостатке и неполноте данных, представляемых отраслевыми структурами, а также их невысоком качестве. Еще общая проблема: неразвитая нормативно-правовая база. Дискуссию вызвал вопрос о технологии внедрения: вписываться в существующий порядок или менять сложившуюся на местах систему и людей.

В рамках круглого стола «**Опыт внедрения геоинформационных систем в корпоративной среде**» представители коммерческих компаний рассказали о своем опыте внедрения и использования геоинформационных технологий.

Своим опытом поделились представители ОАО «Гипрогазцентр», ЗАО «Росинжиниринг», ООО «Концерн «Вега» и др. Об использовании ГИС в сфере железнодорожного транспорта рассказал руководитель Центра внедрения космических технологий ОАО «НИИАС» А. С. Василейский. Наибольший интерес у участников круглого стола вызвали проблемы, возникающие при использовании открытых и проприетарных ГИС-решений, вопросы стоимости разработки и поддержания ГИС. Особый интерес был проявлен к функциональности ГИС-приложений, а также к использованию открытых и корпоративных стандартов, проблемам одновременного использования нескольких ГИС-приложений внутри предприятия.

На круглом столе **«Обсуждение типовой концепции в свете поручения Президента РФ по вопросу повышения эффективности использования результатов космической деятельности (РКД) в интересах модернизации экономики РФ и регионов»** была представлена типовая концепция региональной целевой программы «Использование результатов космической деятельности в интересах социально-экономического развития субъекта РФ», разработанная компанией «Совзонд». Об опыте использования РКД в Калужской области рассказал заместитель директора ГУ «Центр «Кадастр» С. С. Алдошин. В последовавшей после этого дискуссии было высказано мнение, что, к сожалению, в вопросе успешного внедрения систем использования РКД много зависит от воли руководителей регионов. Участники дискуссии также высказались об отсутствии нормативно-правовой базы применения результатов дистанционного зондирования Земли, об отсутствии четких критериев оценки эффективности внедрения космических технологий в процессы модернизации экономики.

Развитие сети Интернет и геоинформационных технологий привело к массовому созданию и использованию пространственной информации для решения повседневных задач. Каждый сталкивается с ними при прокладке маршрутов, получении информации о пробках и авариях на дорогах, анализе близлежащей инфраструктуры при выборе квартиры, просмотре расписания движения общественного транспорта и т. д. Разработчики подобных сервисов не только заинтересованы в широкой аудитории пользователей, но и все сильнее начинают привлекать конечного пользователя и для создания данных, используя так называемый «краудсорсинг». Теме **«Перспективы открытых ГИС»** был посвящен отдельный круглый стол, который вел генеральный директор компании NextGIS М. Ю. Дубинин. В рамках мероприятия разработчики и пользователи OpenSource ГИС рассказали о своем опыте использования открытых ГИС. Здесь были обсуждены вопросы критериев успешности и результативности выполненных проектов, в том числе функциональные возможности, совокупная стоимость владения, интерфейсные и технологические решения, перспективы «краудсорсинга», создания и бизнес-модели социальных сервисов и др. Основная дискуссия была развернута вокруг мифов об открытых ГИС: отсутствия гарантий качества, отсутствия технической поддержки, «бесплатности» открытых ГИС.

В рамках Форума были проведены специализированные **семинары**:

- ✦ Десять ключевых инновационных подходов, которые меняют наш взгляд на снимки сверхвысокого разрешения (семинар компании DigitalGlobe).
- ✦ Использование данных ДЗЗ в лесном хозяйстве.
- ✦ Экология города.
- ✦ Проекты с использованием радарных данных ДЗЗ, выполненные компанией «Совзонд» в 2012 г.
- ✦ Современные технологии 3D-картографии.
- ✦ Комплексная система геоинформационного обеспечения территориальных проектов — Геосервер «Совзонд».

Для желающих освоить новые возможности программных продуктов обработки данных ДЗЗ были проведены **мастер-классы**:

- ✦ Перспективы развития программных решений Exelis VIS для обработки геопрограммной информации. Объектно-ориентированная классификация в ENVI 5.0.
- ✦ Новые подходы к работе с цифровой моделью рельефа (ЦМР) в программном комплексе INPHO.
- ✦ Новая версия программного продукта для обработки радарных данных ДЗЗ — SARscape 5.0.



Специализированный семинар компании DigitalGlobe

ГИС-приложениям были посвящены **технические секции:**

- ✦ Открытые геоинформационные решения.
- ✦ Мобильные решения ArcGIS.
- ✦ Использование цифровых моделей рельефа при решении прикладных задач (OpenSource ГИС).
- ✦ ArcGIS for Server.
- ✦ ArcGIS for Desktop.
- ✦ Дополнительные модули ArcGIS.

В рамках Форума проводился конкурс «**Лучшие проекты в области геоинформационных технологий и дистанционного зондирования Земли**». Победители, которым в торжественной обстановке были вручены оригинальные призы, определялись в четырех номинациях:

«Лучший отраслевой инновационный проект с использованием космических данных ДЗЗ». Победитель — ТОО «Казгипроцветмет», Казахстан.

«Лучший региональный инновационный проект с использованием космических данных ДЗЗ». Победитель — Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского, Россия.

«Лучшее интеграционное решение с применением геопространственных данных». Победитель — Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, Россия.

«Уникальная разработка технологий в области ДЗЗ и ГИС». Победитель — Pixel Solutions, Украина.

информацией о состоянии посевов в течение вегетационного сезона. Первое место присуждено ООО УК «Агрокультура» (г. Воронеж), второе место — ООО «Передвижная механизированная колонна № 18» (Саратовская область, р. п. Дергачи).

Участие в выставке, которая была развернута на Форуме, приняли российские и зарубежные компании: DigitalGlobe, Exelis VIS (США), RapidEye, Trimble INPHO (Германия), Beijing Space Eye Innovation Technology Co., Ltd. (Китай), Kongsberg Spacetec AS (Норвегия), АК «Хитачи, Лтд.» (Япония), компания «Совзонд», ОАО «НИИ ТП», ГЕОСКАН (все — Россия).



Выставка:
а) ОАО «НИИ ТП»; б) Kongsberg Spacetec AS; в) Beijing Space Eye Innovation Technology Co., Ltd.; г) ГЕОСКАН



Награждение победителей конкурса на лучший геоинформационный проект

На Форуме подведены итоги конкурса среди агросельхозпроизводителей на обеспечение

Помимо насыщенной деловой программы, участникам Форума были предложены разнообразные развлекательные мероприятия. 18 апреля состоялся торжественный ужин для участников Форума. Интересная шоу-программа, в которой перед гостями выступил популярный певец Алексей Чумаков, доставила всем немало удовольствия.

Все участники Форума получили новый каталог компании «Совзонд», свежий номер журнала «Геоматика», сувениры на память.

Тезисы и презентации выступлений докладчиков в ближайшее время будут доступны на сайте Форума в разделе «Деловая программа».

Компания «Совзонд» благодарит всех участников за активную работу и приглашает на Второй международный Форум «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий», который состоится в апреле 2014 г.

Выставка GeoForm+: объединяя опыт, помогаем найти решение

15–17 октября 2013 г. в 75-м павильоне Всероссийского выставочного центра состоится 10-я (юбилейная) Международная выставка геодезии, картографии и геоинформатики GeoForm+. Организатор мероприятия — MVK в составе группы компаний ITE, лидирующей на российском рынке выставочных услуг.

Выставка GeoForm+ пройдет при поддержке Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, Московской торгово-промышленной палаты, НП «ОПТС».

Официальный спонсор: ЗАО «Геострой-Изыскания».

GeoForm+ — единственное в центральном регионе специализированное мероприятие, полностью посвященное вопросам геодезии, дистанционного зондирования, картографии, геоинформационных систем.

GeoForm+ содействует эффективной коммуникации между производителями и дистрибьюторами оборудования, подрядными организациями и органами государственной власти.

В выставке традиционно примут участие такие компании, как «Совзонд», «Геометр-Центр», «ГеостройИзыскания», «ЭстиМап», «ГеоСигнал», «Технополь», «ГНСС», «Российские космические

системы», «Ракурс» и др. Впервые свою продукцию и услуги на выставке представят «Донгис», НП ОПТС, «Пергам-Инжиниринг», «Форт XXI», «НР Варум» и др.

Аудитория выставки — специалисты ведущих компаний в сфере геодезии и картографии, инженерных изысканий, кадастра и территориального планирования, капитального строительства, маршейдерии и геологоразведки, дорожно-мостового строительства и сельского хозяйства.

Посетители выставки смогут не только ознакомиться с представленным оборудованием, программным обеспечением и технологиями, получить консультацию специалистов, но и принять участие в деловых мероприятиях по наиболее актуальным практическим вопросам.

В 2013 г. выставка будет проходить одновременно с градостроительной выставкой CityBuild, что позволит привлечь новые группы целевых посетителей. Согласно статистике 37% посетителей CityBuild интересуются тематикой выставки GeoForm+.

Подробнее о выставке можно узнать на сайте www.geoexpo.ru. Для удобства посетителей на этом же сайте открыта бесплатная электронная регистрация.

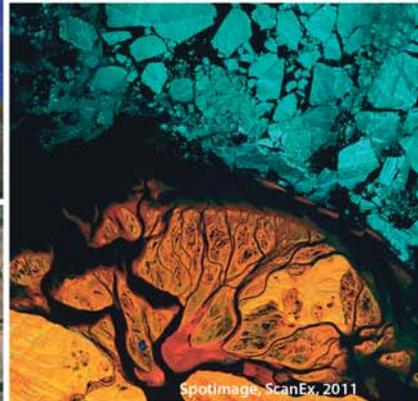
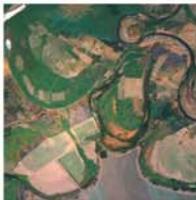


10-я Международная выставка геодезии,
картографии, геоинформатики

15 – 17 октября 2013 года
Москва, ВВЦ

объединяя опыт

помогаем найти решение



SpotImage, ScanEx, 2011

забронируйте стенд на

www.geoexpo.ru

 Геодезия
Картография
Геоинформационные системы

 Технологии и оборудование
для инженерной геологии
и геофизики

 Современное управление
Situational Awareness
Геопортал и геоинтерфейс

 Интеллектуальные
транспортные системы
и навигация

 Технологии
и оборудование
для строительства тоннелей

Реклама

Организатор:



Тел.: +7 (495) 935 81 00
E-mail: Zhukov@mvk.ru

Официальный спонсор:



При поддержке:



Генеральный
информационный спонсор:



Итоги Международной специализированной выставки и научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2013»



24–26 апреля 2013 г. в Новосибирске прошла IX Международная специализированная выставка и научный конгресс «Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2013». Организаторы — ФГУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия» (СГГА), выставочный оператор ООО «Интер Гео-Сибирь». Генеральный спонсор — ЗАО «Геостройизыскания» (Москва), спонсоры — ООО «АртГео» (Москва), ЗАО «Фирма Ракурс» (Москва).

Разнообразие тематического наполнения и широкая география участников в очередной раз подтвердили статус форума «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» как одного из ведущих выставочно-конгрессных мероприятий России в геоинформационной отрасли.

Для ведущих зарубежных и российских компаний выставка «Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2013» стала традиционным местом, где экспонируются новые современные геодезические приборы и навигационное оборудование, ПО, ГИС-технологии для инженерно-геодезических, изыскательских работ, различных отраслей городского хозяйства, техника для контроля состояния природных экосистем, информационно-навигационные комплексы и другие разработки.

91 компания из 26 городов России, ближнего и дальнего зарубежья продемонстрировали свою продукцию на стендах. Среди них — «Геостройизыскания», Торсон, Sokkia, НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы», УОМЗ, Regio Infra, «Ракурс», «Йена Инструмент», «Геонад+», КБ «Панорама», SATEL OY, «Совзонд», «АртГео», PC-Soft GmbH, GEOkomm, navXperience

GmbH, «Кассандана», KOLIDA, «Записиблеспроект», «Интер-Гео», институты СО РАН, «ГИС-верИнтерго», Michael Dreesmann Consultancy, RUIDE SURVEYING INSTRUMENT CO. LTD. AULETRIS, s.r.o., Barthauer Software, GPScom, «ГНСС плюс», Сибирский филиал НИЦ «Планета», «Кредо-Диалог», ИрГТУ, ТПУ и многие другие. Впервые в выставке приняла участие делегация из Чешской Республики.

Около 2000 специалистов (в том числе состав иностранной делегации — 83 человека), научных работников, преподавателей, представителей административных структур из 235 организаций, 55 городов России, стран дальнего и ближнего зарубежья — Австрии, Англии, Аляски, Германии, Израиля, Казахстана, Канады, Китая, Монголии, Норвегии, Нигерии, Нидерландов, ОАЕ, США, Украины, Узбекистана, Финляндии, Чешской Республики, Швейцарии, Швеции, Японии — приняли участие в обширной деловой программе конгресса, ознакомились с экспозицией выставки.

По материалам конгресса опубликовано 22 сборника докладов. Все статьи, вошедшие в сборники, прошли рецензирование.

Значимыми событиями конгресса стали 4-й международный семинар «Раннее предупреждение и управление в кризисных и чрезвычайных ситуациях», проходивший 25 апреля при поддержке Международной картографической ассоциации (ICA) и Международного общества «Цифровая Земля», при содействии СГГА, и ставший одним из центральных мероприятий конгресса, 1-я международная конференция рабочей группы ISPRS IV/2 «Глобальная геопро-странственная информация».

Разнообразная тематика круглых столов охватила наиболее актуальные направления современных средств геодезических измерений в различных отраслях промышленности и хозяйствования. Это круглый стол «Геоинформационные технологии – современный инструмент муниципального управления»; круглый стол

«Современные задачи геодезическо-маркшейдерского обеспечения горнодобывающих и нефтегазодобывающих отраслей» и др.

25 апреля на Мочищенском аэродроме, несмотря на ветряную погоду (сила ветра достигала 12 — 14 м/с. при ограничении в 10 м/с.), Центр подготовки и сертификации авиационного персонала (Новосибирск) успешно провел презентацию — показательные полеты квадрокоптера Гранат ВА-1000 (Microdronesmd4-1000) с полезной нагрузкой 1,2 кг производства ООО «ЮВС АВИА» (Москва).

Участники форума получили возможность ознакомиться с инновационной технологией космического радарного мониторинга смещений и деформаций земной поверхности и сооружений для задач предупреждения чрезвычайных ситуаций, а также с технологией актуализации совмещенных лесостроительных баз данных с использованием материалов данных зондирования Земли, которые были продемонстрированы специалистами компании «Совзонд» на секциях научного конгресса.

Живой интерес среди участников вызвали ГИС «Атлас земель сельскохозяйственного назначения» и «Система дистанционного мониторинга земель», презентации которых проходили на выставочном стенде компании «Совзонд». Представленные проекты получили выдающуюся оценку экспертной комиссии. За актуальность

и высокое научное обоснование их разработки и технологическую реализацию компания «Совзонд» удостоена высшей награды форума — «Золотой медали «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» в номинации «Геоинформационные системы».

Золотыми медалями были награждены также ООО «Новосибирский инженерный центр» за разработку технологии перехода на местную систему координат Новосибирской области (МСК НСО) с возможностью использования крупномасштабных топографических планов в новом МСК НСО для проектирования и строительства на городских территориях, ФГБОУ «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» за внедрение многоспектральных космических снимков для поиска и разведки полезных ископаемых, ФГУ науки «Институт проблем нефти и газа СО РАН» (г. Якутск) за создание био-препаратов для восстановления нефтезагрязненных земель, ФГБОУ ВПО СГГА (Новосибирск) за популяризацию прогрессивных технологий геотраслы в программе конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» и в связи с юбилеем — 80 лет со дня основания университета.

Десятая «юбилейная» выставка и научный конгресс «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» состоится 16 — 18 апреля 2014 г.



13-я Международная научно-техническая конференция «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии»

На протяжении уже 12 лет конференция объединяет специалистов ведущих производственных предприятий, профильных министерств и ведомств, а также высших учебных заведений как России, так и других стран мира и дает прекрасную возможность получить знания и поделиться опытом в области цифровых фотограмметрических технологий и дистанционного зондирования Земли.

Конференция выступает своеобразным профессиональным мостом между российскими и иностранными специалистами благодаря ежегодной смене места проведения. Помимо России, конференция уже проводилась в Белоруссии, Латвии, Черногории, Болгарии, Хорватии, Греции, Италии, Испании, Португалии.

Постоянными участниками конференции являются специалисты предприятий Роскосмоса: ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ», ОАО «НИИ ТП», НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы», ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», а также представители ведущих российских и зарубежных государственных и частных компаний: ФГУП «Рослесинфорг», НП АГП «Меридиан+», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ОАО «Сургутнефтегаз», НБ «Панорама», ГУП «Мосгоргеотрест», компания «Совзонд», Eurosense (Бельгия), Intergraph (США) и многие другие.

Конференция «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии» известна своей сильной научной составляющей. Актуальные темы развития фотограмметрии и дистанционного зондирования освещают признанные российские и иностранные авторитеты в этой области: В. П. Савиных (Россия), А. П. Михайлов (Россия), Г. Петри (Великобритания), Ф.Леберл (Австрия), Г. Конечный (Германия), А. Грюн (Швейцария) и др.

В рамках конференции свои новинки в области аэро- и космической съемки демонстрируют лидеры отрасли: Astrium (Франция), DigitalGlobe (США), Microsoft/Vexcel (Австрия), Leica Geosystems (Швейцария), VisionMap (Израиль).

Последние годы спонсорами конференции были

НП АГП «Меридиан+» (Россия), Геоинновационное агентство «Иннотер» (Россия), ЗАО «СТТ групп» (Россия), VisionMap (Израиль), GeoEye (США), DigitalGlobe (США). Ведущие мировые профессиональные издания в области геоинформатики освещают итоги работы конференции на страницах журналов «Геоматика», «Российский космос», «Геопрофи», GIM, Geoinformatics, GeoConnexion.

Организатор: ЗАО «Фирма «Ракурс» (Москва, Россия) при поддержке Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ISPRS) и ГИС-Ассоциации.

Спонсоры конференции: VisionMap (Израиль), «СТТ групп» (Россия), DigitalGlobe (США).

Место и время проведения: отель Novotel Fontainebleau Ury, Фонтенбло, Франция, 21 — 27 сентября 2013 г.



13

международная
научно-техническая
конференция

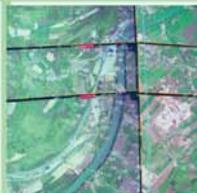
От снимка к карте:

цифровые
фотограмметрические
технологии

Фонтенбло
Франция

21-27 сентября
2013 года

www.racurs.ru/France2013



Государственная Дума Федерального Собрания РФ,
Российская Академия наук, Правительство Москвы,
Комиссия Совета Федерации РФ по развитию информационного общества,
Российский фонд фундаментальных исследований
представляют **новый выставочный проект**

Первый
РОССИЙСКИЙ МОБИЛЬНЫЙ КОНГРЕСС

(выставка и конференции)

VI Всероссийский национальный форум
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО

(выставка и конференции)

XXIV ежегодная выставка информационных и коммуникационных технологий

SoftTool
www.softtool.ru



Место проведения

Москва, ЦВК “Экспоцентр”, павильон ФОРУМ



Дата проведения

21 октября - 23 октября 2013 года

Деловая программа



Всероссийская конференция “ЭЛЕКТРОННОЕ ГОСУДАРСТВО XXI века”

IV МОСКОВСКИЙ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ ФОРУМ



Первый РОССИЙСКИЙ МОБИЛЬНЫЙ КОНГРЕСС



Конференция БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Конференция ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ:
ответы на современные вызовы



Соорганизатор конференций
Издательство “Открытые системы”



Конкурсы

Конкурс лучших ИТ-проектов 2012 года
“SOFTOOL-продукт года”



Конкурс лучших мобильных продуктов Russian Mobile Award

ПРИГЛАШАЕМ ВАС СТАТЬ УЧАСТНИКОМ ВЫСТАВКИ, ФОРУМА, КОНГРЕССА, КОНКУРСА

Более подробная информация на сайте www.softtool.ru
Оргкомитет: тел.: +7 (495) 624-7072, E-mail: softtool@softtool.ru

Действующие и перспективные спутники наблюдения Земли*

Страна	Название	Дата запуска,	Тип сенсора	Разрешение в панхроматическом режиме для ОЭС/наилучшее разрешение для PCA, м	Число каналов в мультиспектральном режиме для ОЭС/спектральный диапазон для PCA	Разрешение в мультиспектральном режиме, м	Национальное космическое агентство/оператор
Алжир	Alsat-2A	12.07.2010	ОЭС	2,5	4	10	ASAL (Agence Spatiale Algérienne)
Алжир	Alsat-2B	2013	ОЭС	2,5	4	10	ASAL
Аргентина	SAC-C	21.11.2000	ОЭС	35	5	175	CONAE (Argentinean National Commission of Space Activities)
Аргентина	SAOCOM-1A	2014	PCA	10	L	—	CONAE
Аргентина	SAOCOM-1B	2015	PCA	10	L	—	CONAE
Беларусь	БНА	22.07.2012	ОЭС	2	4	10	Национальная академия наук Республики Беларусь
Бразилия	Amazonia-1	2014	ОЭС	—	4	40	INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)
Бразилия/ Германия	MAPSAR	2015	PCA	3	L	—	INPE / DLR
Великобритания	NovaSAR-S	2015	PCA	6	S	—	SSTL
Великобритания	UK-DMC-2	29.07.2009	ОЭС	—	3	22	DMCii
Великобритания	UK-DMC-3A	2014	ОЭС	1	4	4	DMCii
Великобритания	UK-DMC-3B	2014	ОЭС	1	4	4	DMCii
Великобритания	UK-DMC-3C	2014	ОЭС	1	4	4	DMCii
Венесуэла	Miranda	29.09.2012	ОЭС	2,5	...	10	ABAE (Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales)
Вьетнам	VNREDSat-1A	07.05.2013	ОЭС	2,5	4	10	VSAT (Vietnam Academy for Space Technology)
Германия	EnMAP	2015	ОЭС	—	Гиперспектральный	30	DLR (Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt)
Германия	RapidEye-1	29.08.2008	ОЭС	—	5	6,5	RapidEye AG
Германия	RapidEye-2	29.08.2008	ОЭС	—	5	6,5	RapidEye AG
Германия	RapidEye-3	29.08.2008	ОЭС	—	5	6,5	RapidEye AG
Германия	RapidEye-4	29.08.2008	ОЭС	—	5	6,5	RapidEye AG
Германия	RapidEye-5	29.08.2008	ОЭС	—	5	6,5	RapidEye AG
Германия	TanDEM-X	21.06.2010	PCA	1	X	—	Astrium GEO-Information Services
Германия	TerraSAR-X	15.06.2007	PCA	1	X	—	Astrium GEO-Information Services
Германия	TerraSAR-X+R	2015	PCA	1	X	—	Astrium GEO-Information Services

*Таблица подготовлена главным аналитиком компании «Совзонд» Б. А. Дворкиным на основе информации национальных и международных космических агентств. В таблицу включены действующие и перспективные (планируемые до конца 2015 г.) оптико-электронные (ОЭС) и радарные (PCA) спутники сверхвысокого, высокого и среднего разрешения, а также наиболее интересные спутники низкого разрешения. Космические аппараты наблюдения за атмосферой (метеорологические) и океанами, а также спутники видовой разведки в таблицу не включены.

>> продолжение таблицы...

ЕКА	Proba-1	22.10.2001	ОЭС	—	Гиперспектральный	17	ESA (European Space Agency)
ЕКА	Proba-V	07.05.2013	ОЭС	—	З	100	ESA
ЕКА	Sentinel-1A	2013	PCA	5	С	—	ESA
ЕКА	Sentinel-1B	2015	PCA	5	С	5	ESA
ЕКА	Sentinel-2A	2014	ОЭС	—	Гиперспектральный	10	ESA
ЕКА	Sentinel-2B	2015	ОЭС	—	Гиперспектральный	10	ESA
Израиль	EROS-A	05.12.2000	ОЭС	2	—	—	ImageSat International
Израиль	EROS-B	25.04.2006	ОЭС	1	—	—	ImageSat International
Израиль	TecSAR	21.01.2008	PCA	1	X	—	IAI (Israel Aerospace Industries)
Индия	Cartosat-1	05.05.2005	ОЭС	2,5	—	—	ISRO (Indian Space Research Organisation)
Индия	Cartosat-2	10.01.2007	ОЭС	1	—	—	ISRO
Индия	Cartosat-2A	28.04.2008	ОЭС	1	—	—	ISRO
Индия	Cartosat-2B	12.07.2010	ОЭС	1	—	—	ISRO
Индия	Cartosat-3	2014	ОЭС	0,25	—	—	ISRO
Индия	DMSAR-1	2013	PCA	...	...	—	ISRO
Индия	IMS-1	28.04.2008	ОЭС	—	4	37	ISRO
Индия	Resourcesat-1	17.10.2003	ОЭС	6	3	6	ISRO
Индия	Resourcesat-2	20.04.2011	ОЭС	6	3	6	ISRO
Индия	Resourcesat-3	2015	ОЭС	...	...	...	ISRO
Индия	RISAT-1	26.04.2012	PCA	2	С	—	ISRO
Индия	RISAT-2	20.04.2009	PCA	1	X	—	ISRO
Индия	TES	22.10.2001	ОЭС	2	—	—	ISRO
Индонезия	LAPAN-A2	2013	ОЭС	—	3	6	LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional)
Индонезия	LAPAN-ORARI	2013	ОЭС	—	3	24	LAPAN
Индонезия/ Германия	LAPAN-TUBSa	10.01.2007	ОЭС	—	...	5	LAPAN Technical University of Berlin (TUB)
Иран	Amir-Kabir-1	2013	ОЭС	...	...	...	Amir Kabir University, Sharif University of Technology and Iranian University of Technology
Иран	Toloo	2013	ОЭС	50	...	...	ISA (Iranian National Space Agency)
Иран	Zafar	2013	ОЭС	80	...	...	ISA
Испания	Deimos-1	29.07.2009	ОЭС	—	3	22	Deimos Imaging SL
Испания	Deimos-2	2013	ОЭС	1	4	4	Deimos Imaging SL
Испания	Ingenio	2014	ОЭС	2,5	4	10	Hisdesat SA
Испания	Paz	2014	PCA	1	X	—	Hisdesat SA
Италия	COSMO-SkyMed Second Generation-1	2015	PCA	1	X	—	ASI (Agenzia Spaziale Italiana)
Италия	COSMO-SkyMed-1	08.06.2007	PCA	1	X	—	ASI
Италия	COSMO-SkyMed-2	09.12.2007	PCA	1	X	—	ASI
Италия	COSMO-SkyMed-3	25.10.2008	PCA	1	X	—	ASI
Италия	COSMO-SkyMed-4	06.11.2010	PCA	1	X	—	ASI
Италия	MIOSAT	2014	ОЭС	2	—	—	ASI
Италия	OPIS	2015	ОЭС	1	...	2	ASI
Италия	PRISMA	2013	ОЭС	5	Гиперспектральный	30	ASI
Казахстан	DZZ-HR	2014	ОЭС	1	...	...	Национальное космическое агентство Республики Казахстан

>> продолжение таблицы...

Казахстан	MRES	2013	ОЭС	6,5	...	...	Национальное космическое агентство Республики Казахстан
Канада	Radarsat-2	14.12.2007	PCA	2	C	—	CSA (Canadian Space agency)
Китай	Beijing-1	27.10.2005	ОЭС	4	4	32	Tsinghua University
Китай	GF-1	26.04.2013	PCA	2	...	8	SAST (Shanghai Academy of Space Flight Technology)
Китай	GF-2	2013	ОЭС	1	...	4	SAST
Китай	HJ-1A	06.09.2008	ОЭС	—	4	30	CRESDA (China Center for Resources Satellite Data and Application)
Китай	HJ-1B	06.09.2008	ОЭС	—	8	30	CRESDA
Китай	HJ-1C	18.11.2012	PCA	20	S	—	CRESDA
Китай	SJ-9A	14.10.2012	ОЭС	2,5	4	10	COSTIND (Technology and Industry for National Defense)
Китай	SY-4	20.11.2011	ОЭС	...	...	...	CAST (Chinese Academy of Space Technology)
Китай	SY-5	2013	ОЭС	в/р	...	...	CAST
Китай	TH-1	24.08.2010	ОЭС	2	4	10	BSEI (Beijing Space Eye Innovation Technology Company)
Китай	TH-2	06.05.2012	ОЭС	2	4	10	BSEI
Китай	Yaogan-02	25.05.2007	ОЭС	1	...	...	CASC (China Aerospace Science and Technology Corporation)
Китай	Yaogan-03	11.11.2007	PCA	20	S	...	CASC
Китай	Yaogan-04	01.12.2008	ОЭС	2,5	4	10	COSTIND
Китай	Yaogan-06	22.04.2008	PCA	...	...	...	CAST
Китай	Yaogan-07	09.12.2009	ОЭС	20	S	...	CRESDA
Китай	Yaogan-08	15.12.2009	ОЭС	2,5	4	10	COSTIND
Китай	Yaogan-09A	05.03.2010	ОЭС	...	...	...	CAST
Китай	Yaogan-09B	05.03.2010	ОЭС	20	S	...	CRESDA
Китай	Yaogan-09C	05.03.2010	ОЭС	2,5	4	10	COSTIND
Китай	Yaogan-10	10.08.2010	ОЭС	...	...	...	CAST
Китай	Yaogan-11	21.09.2010	ОЭС	20	S	...	CRESDA
Китай	Yaogan-12	09.11.2011	ОЭС	2,5	4	10	COSTIND
Китай	Yaogan-13	29.11.2011	ОЭС	...	...	...	CAST
Китай	Yaogan-14	17.05.2012	ОЭС	20	S	...	CRESDA
Китай	Yaogan-15	29.05.2012	ОЭС	2,5	4	10	COSTIND
Китай	Yaogan-16A	25.11.2012	ОЭС	...	...	...	CAST
Китай	Yaogan-16B	25.11.2012	ОЭС	1	...	...	CAST
Китай	Yaogan-16C	22.12.2011	ОЭС	1	...	...	CAST
Китай	ZY-1-2C	22.12.2011	ОЭС	2,4	4	10	CRESDA
Китай	ZY-1C	22.11.2012	ОЭС	2,5	...	...	CRESDA
Китай	ZY-3A	09.01.2012	ОЭС	2,5	4	10	CRESDA
Китай/Бразилия	CBERS-3	2013	ОЭС	5	3	10	CRESDA
Китай/Бразилия	CBERS-4	2014	ОЭС	5	3	10	CRESDA
Корея	KOMPSAT-2	28.07.2006	ОЭС	1	4	4	KARI (Korea Aerospace Research Institute)
Корея	KOMPSAT-3	17.05.2012	ОЭС	1	4	3	KARI
Корея	KOMPSAT-4	2014	ОЭС	1	5	4	KARI
Корея	KOMPSAT-5	2013	PCA	1	C	—	KARI
Корея	STSat-3	2013	ОЭС	—	1	50	KAIST
Малайзия	Razaksat	14.07.2009	ОЭС	2,5	4	5	ASTB (Astronautic Technology Sdn. Bhd)/ANGKASA (Agensi Angkasa Negara)
Марокко/ Германия	Maroc-TUBSat	10.12.2001	ОЭС	—	...	250	CTRS Morocco/ Technical University of Berlin (TUB)

>> продолжение таблицы...

Нигерия	Nigeriasat-2	17.08.2011	ОЭС	2,5	4	5	NSRDA (National Space Research & Development Agency)
Нигерия	NigeriaSat-X	17.08.2011	ОЭС	—	3	22	NSRDA
ОАЭ	DubaiSat-1	29.07.2009	ОЭС	2,5	4	5	EIAST (United Arab Emirates Institution for Advanced Science and Technology)
ОАЭ	DubaiSat-2	2013	ОЭС	1	4	4	EIAST
Пакистан	PRSS-1	2015	ОЭС	...	...	...	SUPARCO (Pakistani space agency)
Россия	Канопус-В №1	22.07.2012	ОЭС	2	4	10	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Канопус-В-ИК	2015	ОЭС	...	...	...	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Канопус-ВМ №1	2015	ОЭС	...	...	...	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Канопус-ВМ №2	2015	ОЭС	...	...	...	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Канопус-ВМ №3	2015	ОЭС	...	...	...	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Картограф-ОЭ №1	2014	ОЭС	...	...	...	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Картограф-ОЭ №1	2015	ОЭС	...	...	...	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Картограф-ОЭ №1	2013	ОЭС	...	...	...	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Метеор-М №1	17.09.2009	ОЭС	—	3	60	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Обзор-О №1	2015	ОЭС	—	7	7	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Обзор-Р	2015	РСА	1	X	—	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Ресурс-ДК1	15.06.2006	ОЭС	1	3	2	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Ресурс-П	25.06.2013	ОЭС	1	6	3	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Ресурс-ПМ	2015	ОЭС	...	—	—	НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»
Россия	Смотр-М (РСА) №1	2015	РСА	1	X	...	ГАЗПРОМ Космические системы
Россия	Смотр-М (РСА) №2	2015	РСА	1	X	...	ГАЗПРОМ Космические системы
Сингапур	X-Sat	20.04.2011	ОЭС	—	3	12	NTU (Nanyang Technological University)
США	Aqua	04.05.2002	ОЭС	—	Гиперспектральный	250	NASA

>> продолжение таблицы...

США	EO-1	21.11.2000	ОЭС	10	Гиперспектральный	30	NASA
США	GeoEye-1	06.09.2008	ОЭС	0,4	4	1,65	DigitalGlobe
США	Ikonos	24.09.1999	ОЭС	0,8	4	3	DigitalGlobe
США	Landsat-7	15.04.1999	ОЭС	15	4	30	NASA
США	Landsat-8	11.02.2013	ОЭС	15	8	30	NASA
США	QuickBird	18.10.2001	ОЭС	0,6	4	2,6	DigitalGlobe
США	SkySat-1	2013	ОЭС	...	...	...	Skybox Imaging
США	Suomi NPP	28.10.2011	ОЭС	—	Гиперспектральный	400	NASA
США	Terra	18.12.1999	ОЭС	—	14	15	NASA
США	WorldView-1	18.09.2007	ОЭС	0,5	—	—	DigitalGlobe
США	WorldView-2	08.10.2009	ОЭС	0,5	8	1,8	DigitalGlobe
США	WorldView-3	2014	ОЭС	0,3	8	1,2	DigitalGlobe
Тайвань	Formosat-2	20.05.2004	ОЭС	2	4	8	NSPO (National Space Organization)
Тайвань	Formosat-5	2013	ОЭС	2	4	4	NSPO
Таиланд	THEOS	01.10.2008	ОЭС	2	4	15	GSTDA (Thai Ministry of Science and Technology's Space Agency)
Турция	Göktürk-2	18.12.2012	ОЭС	2,5	4	5	TÜBİTAK UZAY (Space Technologies Research Institute)
Турция	RASAT	17.08.2011	ОЭС	7,5	3	15	TÜBİTAK UZAY
Украина	Сич-2М	2013	ОЭС	...	...	...	ГНАУ (Государственное космическое агентство Украины)
Украина	Сич-3-0	2013	ОЭС	1	3	—	ГНАУ
Франция	e-CORSE-1	2014	ОЭС	...	...	1	Blue Planet
Франция	Pleiades-1A	16.12.2011	ОЭС	0,7	4	3	Astrium GEO-Information Services
Франция	Pleiades-1B	02.12.2012	ОЭС	0,7	4	3	Astrium GEO-Information Services
Франция	SPOT-5	04.05.2002	ОЭС	2,5	4	10	Astrium GEO-Information Services
Франция	SPOT-6	09.09.2012	ОЭС	1,5	3	8	Astrium GEO-Information Services
Франция	SPOT-7	2014	ОЭС	1,5	3	8	Astrium GEO-Information Services
Франция/ Израиль	VENUS	2014	ОЭС	—	12	20	CNES/ISA (Israel Space Agency)
Чили	SSOT	16.12.2011	ОЭС	1,5	4	6	ACE (Agencia Chilena del Espacio)
ЮАР	MSMIsat	2014	ОЭС	—	Гиперспектральный	15	CSIR (Council for Scientific and Industrial Research)
Япония	ALOS-2	2013	PCA	1	L	15	JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency)
Япония	ALOS-3	2015	ОЭС	1	Гиперспектральный	—	JAXA
Япония	ASNARO-1	2013	ОЭС	0,5	6	5	JAXA
Япония	ASNARO-2	2014	ОЭС	0,5	6	2	JAXA

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

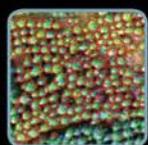
По e-mail: geomatics@sovzond.ru

По адресу: 115563, Москва, ул. Шипиловская, д. 28А, компания «Совзонд»

Подписка оформляется с ближайшего номера после поступления оплаты.

В стоимость подписки включена доставка журналов.

ИЗВЕЩЕНИЕ Кассир	<p>ООО «Компания СОВЗОНД» ИНН 7720568664 / КПП 772001001 Р/с № 40702810038120110056 Московский банк ОАО «Сбербанк России» г. Москва БИК 044525225 К/с № 30101810400000000225</p> <p>Ф.И.О. _____ Почтовый адрес _____ Организация _____ Тел. _____</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Название журнала</th> <th>Количество номеров</th> <th>Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Геоматика</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Плательщик</td> <td>Дата</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Название журнала	Количество номеров	Сумма	Геоматика			Плательщик	Дата	
Название журнала	Количество номеров	Сумма								
Геоматика										
Плательщик	Дата									
КВИТАНЦИЯ Кассир	<p>ООО «Компания СОВЗОНД» ИНН 7720568664 / КПП 772001001 Р/с № 40702810038120110056 Московский банк ОАО «Сбербанк России» г. Москва БИК 044525225 К/с № 30101810400000000225</p> <p>Ф.И.О. _____ Почтовый адрес _____ Организация _____ Тел. _____</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Название журнала</th> <th>Количество номеров</th> <th>Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Геоматика</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Плательщик</td> <td>Дата</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Название журнала	Количество номеров	Сумма	Геоматика			Плательщик	Дата	
Название журнала	Количество номеров	Сумма								
Геоматика										
Плательщик	Дата									



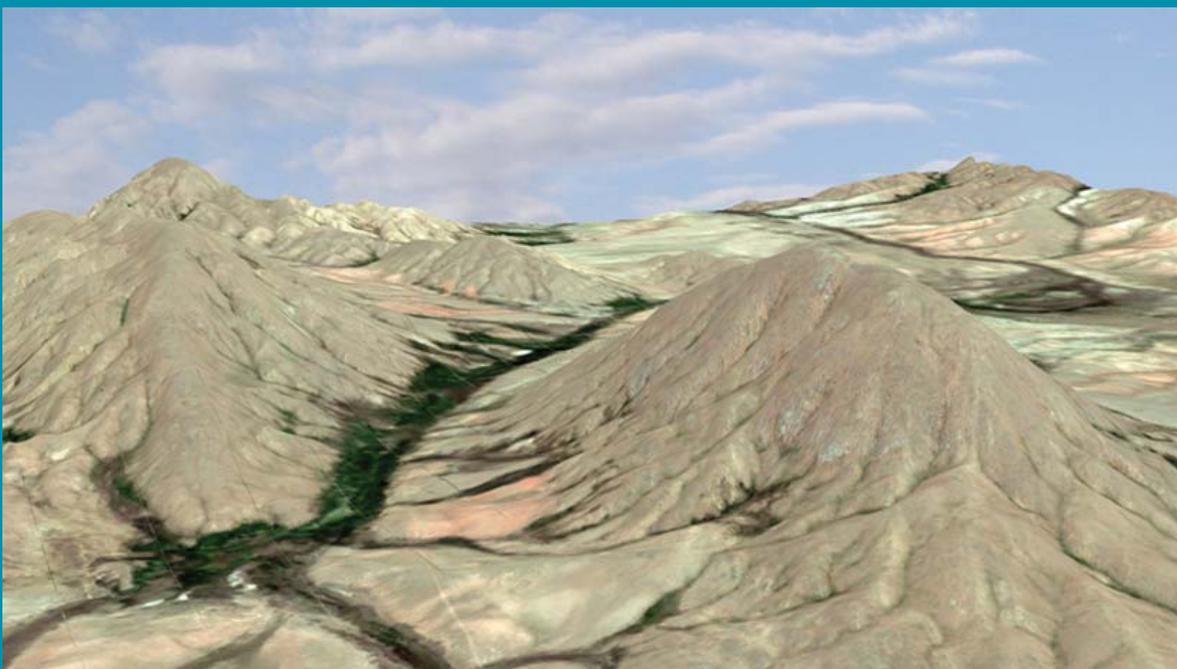
eCognition®



ОТ СНИМКА К ИНФОРМАЦИИ

Продукт для интеграции и анализа данных

Получить более подробную информацию,
а также скачать демо-версию продукта, Вы
можете на сайте www.ecognition.com



Высокодетальное моделирование рельефа для проектирования объектов инфраструктуры по данным стереоскопической съемки со спутника GeoEye-1. Цифровые модели местности рудников Кундызды (внизу) и Лиманное (вверху) в Казахстане