

Геоинформационные технологии находят все большее применение в научных исследованиях и производственной деятельности. Этому способствует активное развитие и совершенствование программных и технических средств. Одним из основных источников получения пространственных данных является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса, которое переживает в последние годы поистине революционные изменения: увеличивается пространственное разрешение съемочных систем, их производительность и спектральный состав данных, появляются новые возможности мониторинга огромных территорий в оперативном режиме. Не отстают в развитии и программные средства для обработки данных, создания геоинформационных проектов. Появились специализированные программно-аппаратные комплексы визуализации пространственной информации, которые выводят работу с данными, в том числе и с космическими снимками, на новый уровень.

Необходимым условием при внедрении геоинформационных технологий на современном этапе является совместное использование космических снимков, других видов пространственной информации (в том числе картографических материалов и результатов полевых обследований), программного обеспечения для обработки и анализа данных ДЗЗ, ГИС-приложений, комплексов визуализации данных.

Корпоративные и другие комплексные геоинформационные проекты активно разрабатываются и внедряются во многих отраслях: нефтегазовой, лесной, сельскохозяйственной, транспортной, градостроительной и других видах деятельности. Эффективное управление, конт-

роль и надзор, координация деятельности отраслевых, региональных и муниципальных органов управления немыслимы без актуальной и оперативной информации о природных и других ресурсах, которая интегрируется с помощью ГИС-технологий.

Перспективен подход, при котором компании-разработчики геоинформационных решений поставляют заказчикам технологические комплексы, а не только готовые проекты. В этом случае выполняется подбор оптимальных для решения конкретных задач космических снимков, поставляется программное (в том числе и фотограмметрическое) обеспечение и оборудование, проводится обучение специалистов, а главное, передается полная технология решения задачи: от снимка до специализированной картографической продукции, аналитическо-статистического сопровождения, геопортала, полнофункционального геоинформационного проекта.

В этом номере журнала мы хотим представить Вашему вниманию ряд статей, иллюстрирующих перспективные возможности использования данных ДЗЗ, программных средств для их анализа и обработки, ГИС-приложений при разработке и внедрении геоинформационных проектов и решений в различных сферах. Надеемся, что будут интересны и полезны и другие материалы выпуска «ГЕОМАТИКИ», который Вы держите в руках.

Редакционная коллегия



Содержание

Новости	4
---------------	---

Актуальное интервью

Интервью с Вольфгангом Г. Бидерманном, генеральным директором компании RapidEye AG	13
--	----

Данные дистанционного зондирования

А.В. Беленов Стандартные уровни обработки и форматы представления данных ДЗЗ из космоса. Мировой опыт	18
И.В. Оньков Исследование геометрической точности ортотрансформированных снимков RapidEye	21
А.В. Гиценко, М.Ю. Кормщикова Система для поиска покрытия территории космическими снимками с использованием возможностей Oracle Spatial и Oracle MapViewer	28

Обработка данных ДЗЗ

Создание цифровой модели рельефа по снимкам с КА ALOS/PRISM с использованием фотограмметрических методов	31
С. Робинсон Planar – профессиональные стереомониторы для геоинформационных решений	42

Использование данных ДЗЗ

А.В. Абросимов, Б.А. Дворкин Перспективы применения данных ДЗЗ из космоса для повышения эффективности сельского хозяйства в России	46
В.Н. Антонов, Л.А. Сладких Мониторинг состояния посевов и прогнозирование урожайности яровой пшеницы по данным ДЗЗ	50
А.В. Абросимов, Б.А. Дворкин Возможности практического использования данных ДЗЗ из космоса для мониторинга водных объектов	54
А.В. Абросимов, А.В. Беленов, Е.А. Брагин Совместный проект компании «Совзонд» и ГП НАЦРН им. В.И. Шпилымана – новое слово в космическом контроле недропользования и природопользования	64
В.А. Панарин, С.А. Токарева Проект организации ИСОГД муниципального уровня на примере города Дзержинска	80
Программные решения Bentley Systems: система градостроительного кадастра города Москвы	92
Использование космических снимков для переноса трасс линий электропередачи	96
И.В. Кондаков, Е.Ю. Безрукова Интегрированные аудиовизуальные комплексы – основа ситуационно-аналитического центра	100
И.В. Кондаков, Е.Ю. Безрукова, С.С. Зацепя Многофункциональные учебные центры как инструмент повышения эффективности образовательных технологий	103

Выставки и конференции

IV Международная конференция «Космическая съемка - на пике высоких технологий»	107
3-я Международная выставка-конференция Integrated Systems Russia 2009	109
6-я Международная научно-практическая конференция «Геопространственные технологии и сферы их применения» на GEOFORM+ 2010	113

Справочный раздел

Задачи, решаемые с использованием данных ДЗЗ из космоса	115
---	-----

Content

News.....	4
-----------	---

Hot interview

Interview with Mr. Wolfgang G. Biedermann (Chief Executive Officer, RapidEye AG, Germany)	13
---	----

Remote sensing data

A. Belenov Standard processing levels and remote sensing data formats. World experience	18
I. Onkov Testing geometry accuracy of RapidEye orthorectified images	21
A. Gitsenko, M. Kormshchikova Search system of the remote sensing data based on Oracle Spatial and Oracle MapViewer	28

Remote sensing data processing

Creation of DEM via ALOS/PRISM data using photogrammetric methods	31
S. Robinson Planar – professional stereoscopic monitors for geospatial decisions.....	42

Application of remote sensing data

A. Abrosimov, B. Dvorkin Perspective application of remote sensing data for agricultural efficiency enhancement in Russia	46
V. Antonov, L. Sladkih Crop monitoring and spring wheat yields forecasting basing on remote sensing data	50
A. Abrosimov, B. Dvorkin Practical use of remote sensing data for monitoring water resources	54
A. Abrosimov, A. Belenov, E. Bragin The joint project of Sovzond and NACRN V.I. Shpilmana – a new word in the space monitoring of resources and wildlife management	64
V. Panarin, S. Tokareva Municipal Information System for Urban Planning maintenance (city of Dzerzhinsk)	80
Bentley Systems program solutions: System for Moscow town planning cadastre	92
Remote sensing data application for moving electric power line	96
I. Kondakov, E. Bezrukova The integrated audiovisual complexes – a basis of the situationally-analytical centre	100
I. Kondakov, E. Bezrukova, S. Zatsepa The multipurpose educational centres as the tool of increase of efficiency of educational technologies.....	103

Exhibitions and conferences

IV International conference «Remote sensing – the Synergy of High Technologies».....	107
III International exhibition-conference Integrated Systems Russia 2009	109
VI International scientifically-practical conference «Geospatial technologies and spheres of their application» on GEORORM+ 2010	113

References

Application of remote sensing data	115
--	-----



**Учредитель – Компания
«Совзонд»**

**Издатель – Информационное
агентство «ГРОМ»**

Редакционная коллегия

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

Ответственный за выпуск

А.М. Ботрякова

Дизайн макета и обложки

И.А. Петрович

Информационно-рекламная служба

А.М. Ботрякова
А.Е. Цейрова

Почтовый адрес:

115446, г. Москва,
ул. Шипиловская, 28а,
компания «Совзонд»

Тел.: +7 (495) 988-7511,
+7 (495) 988-7522,
+7 (495) 514-8339

Факс: +7 (495) 988-7533,
+7 (495) 623-3013

E-mail: geomatics@sovzond.ru

Интернет: www.geomatica.ru

Перепечатка материалов без
разрешения редакции запрещается.

Тираж 2000 экз.
Цена свободная

Номер подписан в печать
12.10.2009 г.

Предпечатная подготовка
Информационное агентство «ГРОМ»

Печать
Издательство «Проспект»

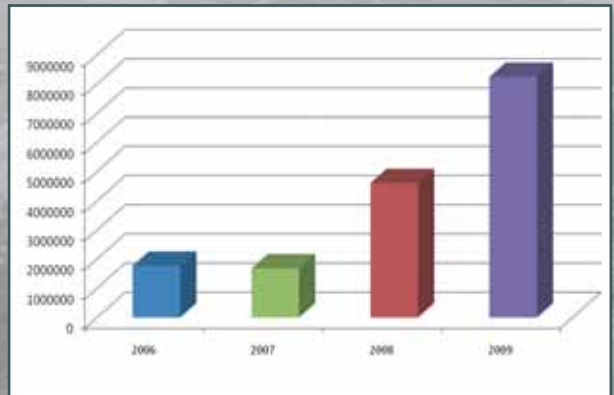
Свидетельство о регистрации
в Росвязькомнадзор
ПИ №ФС77-34855 от 13.01.2009 г.

БОЛЕЕ ПОЛОВИНЫ ТЕРРИТОРИИ СУБЪЕКТОВ РФ НА 85% И ВЫШЕ ПОКРЫТО КОСМИЧЕСКИМИ СНИМКАМИ СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Компания «Совзонд» провела анализ покрытия данными дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) со спутников сверхвысокого разрешения WorldView-1, QuickBird, GeoEye-1 и IKONOS территории Российской Федерации и ее субъектов за период 2006-2009 гг.

КА WorldView-1 и QuickBird (DigitalGlobe) имеют пространственное разрешение в панхроматическом режиме соответственно 0,5 и 0,61 м, а GeoEye-1 и IKONOS (GeoEye) – 0,41 и 1,0 м.

Всего за период 2006-2009 гг. общая площадь покрытия снимками с этих спутников составила **12 150 тыс. км²**.



Рост площади покрытия территории РФ снимками сверхвысокого разрешения (2006 – КА QuickBird и IKONOS; 2007-2008 – КА QuickBird, IKONOS и WorldView-1; 2009 – КА QuickBird, IKONOS, WorldView-1 и GeoEye-1)

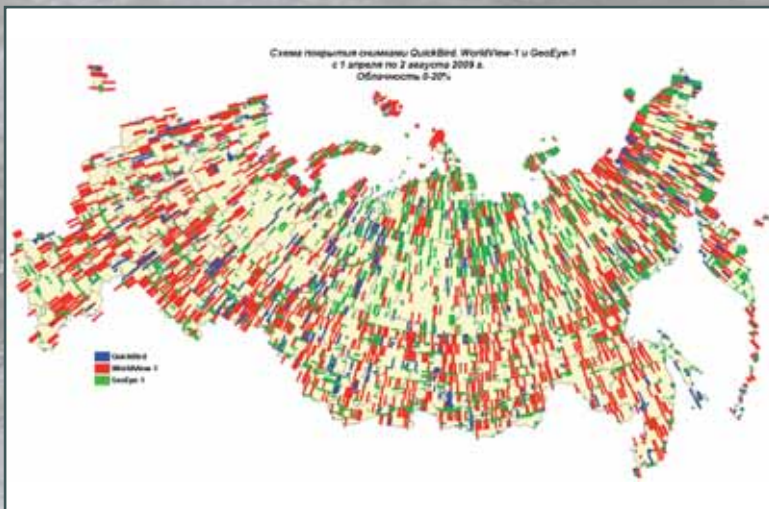


Схема покрытия территории РФ снимками с КА WorldView-1, QuickBird и GeoEye-1 за период с 1 апреля по 2 августа 2009 г.

Общая площадь отснятой территории РФ за истекший период 2009 г. с КА WorldView-1, QuickBird, GeoEye-1 и IKONOS составила **8245 тыс. км² (48,2%)**.

За период 2006-2009 гг. территория более половины субъектов Российской Федерации почти полностью покрыта съемками с указанных выше спутников сверхвысокого разрешения с облачностью не более 20%. В таблице приведен список субъектов РФ и процент покрытия снимками их территории.

Покрытие территории субъекта РФ космическими съемками сверхвысокого разрешения за период 2006-2009 гг.

Наименование субъекта РФ	Покрытие территории, %	Наименование субъекта РФ	Покрытие территории, %
Республика Ингушетия	100,00	Томская область	86,43
Республика Северная Осетия – Алания	100,00	Хабаровский край	86,07
Астраханская область	100,00	Республика Тыва	86,00
Калининградская область	100,00	Амурская область	85,18
Сахалинская область	100,00	Владимирская область	84,77
Москва	100,00	Кировская область	83,86
Санкт-Петербург	100,00	Кабардино-Балкарская Республика	81,50
Курганская область	99,62	Курская область	81,50
Оренбургская область	99,60	Белгородская область	81,16
Чеченская Республика	99,56	Ставропольский край	81,11
Алтайский край	99,34	Тверская область	80,57
Республика Марий Эл	99,27	Камчатский край	80,41
Краснодарский край	99,13	Ульяновская область	80,39
Воронежская область	98,87	Республика Мордовия	76,25
Самарская область	98,56	Костромская область	74,99
Карачаево-Черкесская Республика	98,47	Пензенская область	74,55
Кемеровская область	96,76	Орловская область	73,01
Республика Дагестан	96,71	Удмуртская Республика	72,39
Приморский край	96,59	Республика Хакасия	72,32
Новосибирская область	96,44	Ленинградская область	69,47
Липецкая область	96,28	Рязанская область	69,37
Республика Калмыкия	96,23	Нижегородская область	69,30
Московская область	95,73	Пермский край	68,89
Тюменская область	95,67	Брянская область	65,68
Тамбовская область	95,38	Мурманская область	61,67
Чувашская Республика – Чувашия	95,19	Новгородская область	60,25
Омская область	94,59	Магаданская область	59,43
Ивановская область	94,38	Ярославская область	57,57
Челябинская область	94,11	Псковская область	55,34
Республика Башкортостан	93,81	Республика Саха (Якутия)	54,70
Республика Адыгея (Адыгея)	93,66	Архангельская область	54,20
Забайкальский край	93,50	Ненецкий автономный округ	54,19
Саратовская область	93,39	Республика Карелия	52,15
Республика Алтай	92,87	Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	51,63
Калужская область	92,30	Красноярский край	51,05
Тульская область	89,69	Еврейская автономная область	50,83
Иркутская область	89,01	Вологодская область	45,62
Республика Татарстан (Татарстан)	88,51	Смоленская область	45,14
Республика Бурятия	88,25	Ямало-Ненецкий автономный округ	42,77
Ростовская область	88,04	Чукотский автономный округ	38,93
Свердловская область	87,73	Республика Коми	33,20
Волгоградская область	86,86		

До 31 декабря 2009 г. в компании «Совзонд» действуют специальные предложения на комплексные поставки данных сверхвысокого разрешения на территории субъектов РФ с возможностью выполнения новой съемки в съемочный сезон 2009-2010 гг. и с рассрочкой по оплате поставки. Подробности программы можно узнать в компании «Совзонд» по тел.: +7 (495) 514-83-39, 988-75-11, e-mail: sovzond@sovzond.ru или в Интернет: www.sovzond.ru.

НОВЫЙ КАТАЛОГ ДЛЯ ПОИСКА И ЗАКАЗА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ВЫСОКОГО И СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ



На сайте www.sovzond.ru в разделе «Схемы покрытия» (<http://catalog.sovzond.ru>) начал функционировать новый каталог для поиска космических снимков с различных космических аппаратов высокого и сверхвысокого пространственного разрешения. Это первый в мире on-line ресурс, позволяющий выполнять поиск космических снимков со всех основных коммерческих спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), занимающих лидирующие

позиции на российском рынке.

Каталог позволяет любому пользователю в оперативном режиме осуществить поиск космических изображений интересующей территории, а также ознакомиться с имеющимся архивом съемки с космических аппаратов (КА) WorldView-1, QuickBird, GeoEye-1, IKONOS, SPOT-5, TerraSAR-X, FORMOSAT-2, ALOS (PRISM, AVNIR), RapidEye.

Поисковый каталог полностью разработан отделом геоинформационных систем компании «Сов-

зонд» на основе современных web-технологий. Картографический материал представлен компанией «Геоцентр-Консалтинг».

Особенностям разработки каталога и его возможностям посвящена статья А.В. Гиценко и М.Ю. Кормщицковой «Система для поиска покрытия территории космическими снимками с использованием возможностей Oracle Spatial и Oracle MapViewer», публикуемая в этом номере журнала на с. 28.

ГРАФИК ПРОВЕДЕНИЯ ВЕБИНАРОВ ПО АКТУАЛЬНЫМ ТЕМАМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ



Публикуем предварительный график проведения вебинаров специалистами компании «Совзонд» в период с октября по декабрь 2009 г., посвященных актуальным темам использования и обработки космических снимков.

Октябрь

20 октября 2009 г.

«Особенности использования данных дистанционного зондирования Земли для решения задач сельского и лесного хозяйства».

27 октября 2009 г.

«Программный продукт ENVI для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Новые возможности версии ENVI 4.7».

Ноябрь

10 ноября 2009 г.

«Создание банков геоданных на базе продуктов Bentley Systems».

24 ноября 2009 г.

«ОРТОРЕГИОН и ОРТОРЕГИОН + МОНИТОРИНГ – новые продукты на базе данных дистанционного зондирования Земли».

Декабрь

8 декабря 2009 г.

«Использование данных дистанционного зондирования Земли для решения задач нефтегазового комплекса и энергетики».

22 декабря 2009 г.

«Обработка радиолокационных данных дистанционного зондирования Земли с применением программного комплекса SARscape».

Вебинары – это семинары, которые проводятся в режиме реального времени с использованием сети Интернет. Таким образом, несмотря на то, что все участники

физически могут находиться далеко друг от друга, образуется виртуальная «аудитория», объединяющая их.

Первый вебинар был проведен специалистами компании «Совзонд» 28 июля 2009 г. Он был посвящен уникальной спутниковой группировке RapidEye. В дальнейшем были проведены также вебинары по возможностям применения космических технологий в муниципальном управлении (22 сентября 2009 г.) и фотограмметрическому программному комплексу INPHO (29 сентября 2009 г.).

По вопросам участия в вебинаре необходимо обратиться в компанию «Совзонд» по тел.: +7 (495) 988-75-11 или e-mail: tseyrova@sovzond.ru.

СО СПУТНИКА QUICKBIRD ВЫПОЛНЕНА СЪЕМКА МЕСТА АВАРИИ НА САЯНО-ШУШЕНСКОЙ ГЭС

20 августа 2009 г. со спутника QuickBird был получен снимок территории Саяно-Шушенской гидроэлектростанции (Республика Хакасия), на которой 17 августа 2009 г.

произошла техногенная катастрофа.

Спутник QuickBird предназначен для получения цифровых изображений земной поверхности с

пространственным разрешением 61 см в панхроматическом режиме и 2,44 м в мультиспектральном режиме при съемке «в нади́р».



Снимок со спутника QuickBird места аварии на Саяно-Шушенской ГЭС

Увеличенный фрагмент снимка

НАЧАЛ РАБОТУ НОВЫЙ ИНТЕРНЕТ-САЙТ, ПОСВЯЩЕННЫЙ КА ДЗЗ GEOEYE-1 И IKONOS

Компания «Совзонд» продолжает разработку специализированных тематических сайтов. В дополнение к успешно работающим web-ресурсам, посвященным популярным космическим аппаратам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), программному обеспечению и т. д. (см. раздел «Наши сайты» корпоративного сайта компании www.sovzond.ru), добавились страничка www.geoeeye-satellite.ru, на которой подробно представлена информация о спутниках сверхвысокого разрешения компании GeoEye.

Космический аппарат (КА) GeoEye-1, запущенный 6 сентября 2008 г., предназначен для получения цифровых изображений земной поверхности со сверхвысоким пространственным разрешением

в панхроматическом и мультиспектральном режимах. Маневренность, большие площади съемки, стереорежим, а также высочайшее пространственное разрешение (0,41 м в панхроматическом режиме и 1,65 м в мультиспектральном режиме) позволяют успешно использовать данные с КА GeoEye-1 в градостроительстве и муниципальном управлении; для инвентаризации объектов в нефтегазовой, энергетической и транспортной областях; в сельском и лесном хозяйстве; для мониторинга чрезвычайных ситуаций и охраны окружающей среды и т. д. Производительность съемки составляет 700 тыс. км² земной поверхности в день в панхроматическом режиме и 350 тыс. км² — в мультиспектральном.

КА IKONOS предназначен для получения цифровых изображений земной поверхности с пространственным разрешением 1 м в панхроматическом режиме и 4 м в мультиспектральном режиме. Он был запущен 24 сентября 1999 г. Основными преимуществами КА IKONOS являются высокая маневренность и, как следствие, возможность съемки больших площадей за один проход (до 5 тыс. км²), а также возможность получения стереопар с одного витка.

Сайт www.geoeeye-satellite.ru содержит несколько разделов. В разделе «**Информация о спутниках**» подробно представлены разнообразные характеристики космических аппаратов IKONOS и GeoEye-1.

Для потенциальных заказчиков данных с КА IKONOS и GeoEye-1 окажется полезной информация об уровнях обработки снимков и видах продукции (разделы «**Уровни обработки**» и «**Продукция**»). Интересные образцы снимков и композитов на различные регионы России (см. раздел «**Схемы покрытия**») представлены в разделе «**Галерея**».

На сайте также имеется раздел новостей, представлена другая интересная информация.



КОМПАНИЯ «СОВЗОНД» ПРИСТУПИЛА К ФОРМИРОВАНИЮ ПАРТНЕРСКОЙ СЕТИ ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ДАННЫХ ДЗЗ RAPIDEYE



Компания «Совзонд» приступила к формированию сети дилеров и технологических партнеров по распространению и использованию данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) со спутников высокого пространственного разрешения RapidEye на территории Российской Федерации и ближайшего зарубежья.

Компания «Совзонд» является официальным дистрибьютором компании RapidEye AG (Германия) с правами на размещение заказов на новую съемку и поставку архивных данных ДЗЗ с пяти спутников RapidEye в России, Белоруссии, Армении, Азербайджане, Грузии, Казахстане, Таджикистане, Узбекистане, Киргизии и Туркмении.

Группировка из пяти спутников ДЗЗ RapidEye была запущена 28 августа 2008 г. Система способна обеспечивать ежедневное покрытие съемками площадь в 4 млн км², причем периодичность съемки одного и того же района Земли составляет 24 часа. Спутники RapidEye равномерно распределены на орбите высотой около 630 км. Это позволяет им быстро проводить съемку огромных территорий с высоким пространственным разрешением. Группировка обеспечивает актуальную мультиспектральную съемку больших территорий и по желанию заказчиков способна повторять ее по несколько раз в год. Съемка земной поверхности ведется

ся в пяти спектральных каналах. Уникальным для спутников высокого разрешения является спектральный диапазон «крайний красный», который оптимально подходит для наблюдения за изменениями состояния растительного покрова. Пространственное разрешение в 5 м и пятиканальные мультиспектральные возможности съемочных систем каждого спутника в совокупности с доступной ценой делают снимки RapidEye весьма востребованными, особенно в период финансового кризиса. Маневренность, большие площади съемки и возможность ежедневного мониторинга, а также высокое пространственное разрешение делают использование данных, полученных с группировки спутников RapidEye, особенно перспективным для задач мониторинга. Параметры группировки спутников RapidEye оптимизированы для решения задач обеспечения данными многих

отраслей, но в первую очередь, это – сельское и лесное хозяйство; нефтегазовый комплекс, энергетика, телекоммуникации; тематическое и специальное картографирование; экология и охрана окружающей среды; управление чрезвычайными ситуациями. За первый год работы на орбите группировки RapidEye отснято 3 млн 399 тыс. км² территории России.

В настоящий момент на стадии подписания находятся дилерские соглашения со следующими фирмами и организациями: ООО «ГЕО-ДОН» (Ростов-на-Дону), ООО «Аэрогеофот» (Новосибирск), АНО ДО ЦПК «СИГМА» (Саратов), ЗАО «Мобиле» (Пермь), «ЗапСибРЦПО» (Новосибирск), ОАО «Сатурн» (Краснодар), «ЗапСиблеспроект» (Новосибирск), ГУ «Нижегородский ЦГМС-Р» (Нижний Новгород), ООО «Гео-Проект» (Саратов), УП «Геоинформационные системы» НАН Белоруссии.

Снимок RapidEye, 10 июня 2009 г., Тульская область, синтез в натуральных цветах



НОВАЯ ВЕРСИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ENVI 4.7

Компания «Совзонд», являющаяся эксклюзивным дистрибьютором корпорации ИТТ Visual Information Solutions (VIS) по распространению программного комплекса ENVI на территории России и стран СНГ, сообщает о выходе новой версии ENVI 4.7.

Программный комплекс ENVI позволяет проводить полный цикл обработки данных дистанционного зондирования земли от ортотрансформирования и пространственной привязки изображения до тематической обработки и интеграции с геоинформационными системами.

Отличительными особенностями новой версии ENVI 4.7 являются:

1. Интеграция между ENVI и ArcGIS.

В новую версию ENVI 4.7 включена поддержка слоев и параметров отображения ArcGIS; есть возможность непосредственного доступа к ArcView из инструментов анализа ENVI для создания и публикации карт. Теперь, чтобы создать карту, достаточно выбрать в ENVI режим предварительного просмотра информации, выводимой на печать, открыть любой из шаблонов ArcGIS, определить его расположение на карте и применить этот шаблон к данным, которые нужно нанести на карту. Кроме того, компании ИТТ VIS (США) и ESRI (США) объявляют о действии специального предложения для пользователей программного комплекса ENVI. Пользователи,

оплатившие техническую поддержку коммерческой лицензии ENVI или купив новую лицензию ENVI, смогут получить бесплатную лицензию ArcView на одно рабочее место сроком действия на один год.

2. Поддержка новых форматов данных ДЗЗ.

В ENVI оперативно обеспечивается поддержка форматов данных съемочных систем новых космических аппаратов (КА), появляющихся на орбите. В версию ENVI 4.7 включена поддержка данных с КА:

- RapidEye (данные поддерживаются в форматах GeoTIFF и NITF);
- COSMO-SkyMed (использование программного комплекса ENVI 4.7 и дополнительного модуля SARscape позволяет получать высокоточные радиолокационные данные без использования наземных опорных точек).

3. Поддержка дополнительных типов данных:

- для GeoTIFF (Landsat) с метаданными (MTL) в новой версии ENVI 4.7 выполняется быстрая и качественная калибровка данных;
- файлы ERDAS Imagine.

4. Новые средства редактирования:

- Rectangulator Tool может быть использован для распознавания и выделения больших многоугольников, например, крыш зданий и маленьких многоу-



гольников, например, автомобилей;

- Smoothing Tool (сглаживание) позволяет выбирать один или несколько многоугольников и сглаживать их, удаляя вершины.

Компания ИТТ VIS объявляют также о действии скидки 40% на дополнительный модуль программного комплекса

ENVI – ENVI Orthorectification Module. ENVI Orthorectification Module предназначен для ортотрансформирования изображений, полученных с различных съемочных систем, а также для выполнения блочного уравнивание аэро- и космоснимков.

Скидка на ENVI Orthorectification Module будет действовать до конца 2009 г.

Организации, у которых не закончилась бесплатная годовая техническая поддержка, могут обновить программу до версии 4.7, обратившись в компанию «Совзонд». Более подробную информацию о возможностях

ENVI Orthorectification Module и условиях его приобретения можно получить по тел: +7 (495) 514-83-39, 988-75-11, e-mail: software@sovzond.ru или на web-сайте: www.sovzond.ru.

НА ОРБИТЕ – НОВЫЙ СПУТНИК ДЗЗ СВЕРХВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ WORLDVIEW-2

8 октября 2009 г. с авиабазы Ванденберг ракетой-носителем Delta II был успешно запущен и выведен на околоземную солнечно-синхронную орбиту высотой 770 км спутник WorldView-2.

Владельцем космического аппарата является компания DigitalGlobe (США). Особенностью WorldView-2 является то, что он создавался без привлечения средств федерального бюджета на собственные деньги компании DigitalGlobe и коммерческих инвесторов. Таким образом, набирает силу общемировая тенденция коммерциализации сегмента ДЗЗ (напомним, что группировка КА RapidEye была создана также на деньги частной компании и средства инвесторов). Спутник оснащен оптико-электронной аппаратурой для съемки земной поверхности в панхроматическом режиме с пространственным разрешением 0,5 м и в мультиспектральном режиме с разрешением 2 м.


WorldView-2 – это первый коммерческий аппарат с восьмиканальным мультиспектральным спектрометром высокого разрешения, который включает традиционные спектральные каналы в диапазонах: красный, зеленый, синий и ближний инфракрасный-1 (NIR-1), а также четыре дополнительных спектральных канала в диапазонах: фиолетовый (или прибрежный – coastal), желтый, «крайний красный» (red-edge), ближний инфракрасный-2 (NIR-2). Спектральные каналы спутника WorldView-2 могут обеспечить более высокую точность при де-

тальном анализе состояния растительности, выделении объектов, анализе береговой линии и прибрежной акватории.

По своим характеристикам WorldView-2 будет отвечать самым высоким требованиям. Предполагается, что данные, получаемые с этого КА, будут иметь точность не хуже 4 м (СКО) без использования наземных опорных точек. WorldView-2 будет наиболее производительным КА ДЗЗ сверхвысокого разрешения в мире с возможностью получения до 750 тыс. км² в сутки.

Коммерческая эксплуатация WorldView-2 начнется в январе 2010 г., после чего компания DigitalGlobe получит возможность выполнять съемку Земли с помощью трех спутников высокого разрешения: QuickBird, WorldView-1 и WorldView-2. Общая производительность системы в сутки составит 2,7 млн км². Группировка спутников DigitalGlobe обеспечит возможность проведения ежедневной съемки Земли со сверхвысоким пространственным разрешением для решения задач мониторинга.





КОНКУРС «ЛУЧШИЕ ПРОЕКТЫ В ОБЛАСТИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДЗЗ»

Подведение итогов Конкурса пройдет в рамках IV Международной конференции «Космическая съемка — на пике высоких технологий», которая состоится с 14 по 16 апреля 2010 г.

НОМИНАЦИИ:

- Лучший отраслевой инновационный проект с использованием данных ДЗЗ в интересах эффективного экономического развития.
- Лучший региональный инновационный проект с использованием данных ДЗЗ в интересах эффективного экономического развития.
- Уникальная разработка технологий в области ДЗЗ и ГИС.
- Значимый вклад в развитие сферы геоинформационных технологий и ДЗЗ.

ПРАВИЛА:

- Участниками конкурса могут быть организации России и стран СНГ.
- Заявки, заполненные по форме, принимаются до 1 февраля 2010 года.
- Статьи о лучших проектах будут бесплатно опубликованы в журнале «ГЕОМАТИКА».
- Торжественное вручение наград победителям состоится в рамках конференции.

Заявки на участие принимаются по e-mail: conference@sovzond.ru, с пометкой «Конкурс».

ОРГАНИЗАТОР:

Компания "Совзонд", 115446, г. Москва, Шипиловская, д. 28а
Тел: +7 (495) 988-7511, 988-7522, 514-8339. Факс: +7 (495) 988-7533, 623-3013
E-mail: conference@sovzond.ru Web-site: www.sovzondconference.ru

Благодаря возможности ежедневного мониторинга больших площадей RapidEye является уникальным поставщиком данных на российский рынок



Немногом больше года прошло с того момента, когда 29 августа 2008 г. ракета-носитель «Днепр» вывела на орбиту 5 спутников RapidEye. Это событие стало моментом истины для компании RapidEye AG, начавшей свою деятельность десятью годами ранее, в 1998 г., в Мюнхене. В настоящее время группировка RapidEye обеспечивает актуальную мультиспектральную съемку больших территорий. Пятиметровое разрешение и пятиканальные мультиспектральные характеристики каждого спутника в совокупности с возможностью ежедневного повтора съемки и доступной ценой делают снимки RapidEye наиболее востребованными пользователями данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), особенно в период финансового кризиса. За первый год работы на орбите группировки RapidEye отснято 3 млн 399 тыс. км² территории России. На территории России и стран СНГ единственным поставщиком данных RapidEye является компания «Совзонд».

В годовщину запуска группировки спутников RapidEye редакция журнала «ГЕОМАТИКА» задала несколько вопросов бессменному генеральному директору компании RapidEye AG г-ну Вольфгангу Г. Бидерманну. До 1998 г. В. Бидерманн входил в состав правления нескольких крупных немецких и швейцарских компаний, на протяжении многих лет жил и работал в США. Значительная часть его профессиональной деятельности была посвящена работе в ведущих консалтинговых компаниях в области управления. В. Бидерманн обучался в Кельнском университете (Германия), имеет степень MBA, полученную в бизнес-школе Wharton в Филадельфии, штат Пенсильвания (США).

Редакция: Г-н Бидерманн, прежде всего, хотелось бы поздравить Вас со знаменательным событием – годовщиной успешной работы на орбите группировки спутников RapidEye. Не могли бы Вы кратко подвести предварительные итоги.

В. Бидерманн: Спасибо за поздравление. Последний год компания RapidEye вела активную деятельность. Менее чем через 2 месяца после запуска наших спутников мы представили общественности первый космический снимок. Спустя месяц на нашем сайте была создана on-line галерея, в которой размещены некоторые из лучших и наиболее интересных снимков. Через шесть месяцев упорной работы наш генеральный подрядчик – компания MDA (Ванкувер, Канада) и собственное подразделение компании RapidEye по эксплуатации и техническому обеспечению провели окончательное тестирование и завершили калибровку аппаратуры. Незамедлительно после

выполнения данного этапа в феврале 2009 г. мы приступили к коммерческой реализации проекта.

На данный момент нами отобрано шесть международных дистрибьюторов, включая компанию «Совзонд», а еще с рядом компаний подготовлены контракты, которые находятся на стадии заключения. Наше маркетинговое подразделение проводит активную рекламу группировки спутников RapidEye, представляя компанию более чем на 30 крупнейших международных отраслевых специализированных выставках и мероприятиях. В постоянный штат головного офиса RapidEye в Бранденбурге (Германия) вошли более тридцати новых сотрудников и стажеров, которые выполняют проекты в области разработки эффективных решений и занимаются обработкой снимков.

Кроме того, мы успешно завершили несколько важных пилотных проектов, что в будущем гарантирует заключение нескольких контрактов на оказание дополнительных услуг. Мы продолжаем также получать

многочисленные заказы на съемку и обработку данных со всего мира.

Как видите, у нас много работы, и мы очень гордимся результатами, достигнутыми на данный момент.

Следующие двенадцать месяцев должны быть не менее напряженными, и мы планируем трудиться столь же упорно, как и раньше. Формируются планы по созданию on-line магазина eShop (RapidEye Geodata Kiosk) в ближайшие несколько месяцев, расширению сети сбыта более чем в десять раз и увеличению постоянного штата сотрудников еще на 30 человек.

Р.: Группировка спутников RapidEye уникальна по своим техническим характеристикам. Как возникла идея создания такой группировки? Почему было принято решение запустить на орбиту именно 5 спутников?

В. Б.: Бизнес-концепция RapidEye была разработана в 1996 г., в Мюнхене, компанией Kayser-Threde GmbH, в ответ на конкурс Аэрокосмического центра Германии (DLR) на лучшую идею о возможных способах коммерческого использования данных наблюдения земной поверхности из космоса.

Были отмечены широкие возможности использования данных дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве и смежных отраслях, для мониторинга больших территорий с целью фиксации различных изменений местности. Мы поняли, что для того, чтобы удовлетворить потребность в многократно повторяемой съемке одного и того же географического района, необходима группировка спутников, которая позволит возвращаться в заданную точку чаще, чем при использовании одного спутника.

Компания SSTL, расположенная в графстве Суррей (Великобритания), которая специализируется на создании микроспутников, стала субподрядчиком нашего генерального подрядчика – компании MDA (Ванкувер, Канада) по строительству космических аппаратов. Они предложили низкочастотный способ одновременного запуска ряда небольших и легких спутников одной ракетой-носителем. В 2002 г. компания SSTL успешно запустила на орбиту группировку спутников DMC (Великобритания), предназначенную для мониторинга стихийных бедствий, которая может считаться прообразом группировки RapidEye, поскольку знания, полученные в ходе конструирования этой системы, были впоследствии использованы для строительства наших спутников.

Р.: Спутники RapidEye были запущены с космодрома Байконур ракетой-носителем «Днепр». Почему Вы выбрали именно эту ракету? Остались ли Вы довольны тем, как прошел запуск?

В. Б.: Мы приняли это решение совместно с нашими генеральным подрядчиком – MDA и с компанией SSTL. Они предложили использовать данный тип ракет, и мы были очень довольны результатами: как вы знаете, все прошло просто замечательно, можно сказать, идеально. Все спутники были доставлены в космос и выведены на орбиту в штатном режиме.

Р.: На спутниках RapidEye реализована возможность получения изображений в пяти спектральных каналах, помимо стандартных синего, красного, зеленого и ближнего инфракрасного, появился новый канал – red-edge («крайний» или «граничный» красный). Многие читатели нашего журнала задают вопрос: почему при создании спутников в качестве дополнительного был выбран именно этот канал? Есть ли у Вас опыт практического применения результатов съемки в этой зоне спектра?

В. Б.: Поскольку нашими основными клиентами были организации и компании, занятые в сельском хозяйстве, мы выбрали канал red-edge в качестве дополнения к стандартным основным спектральным каналам. Он чувствителен к изменениям содержания хлорофилла в растительности, что очень важно для мониторинга в сельскохозяйственной и лесной отраслях. Спутники RapidEye – первые коммерческие спутники, которые ведут съемку в спектральном канале red-edge. Соответственно, мы используем его в проектах по мониторингу зараженности местности короедами, при выдаче рекомендаций о применении азотных удобрений и т. д.

Для раскрытия полного потенциала канала red-edge необходимо провести дополнительные исследования; однако, согласно предварительным данным, использование этого канала помогает осуществлять мониторинг состояния растительности, повышает эффективность разделения видов растений при дешифрировании снимков и позволяет измерять содержание белка и азота в биомассе.

Недавно мы использовали возможности спектрального канала red-edge в новом проекте по «точному земледелию», выполняемому совместно с нашим партнером — компанией S2B (Франция). Некоторые полученные результаты позволяют выдавать обоснованные рекомендации о применении азотных удобрений на полях и будут использованы в следующих проектах.

Р.: Г-н Бидерманн, расскажите, пожалуйста, как организована система приема и получения данных со спутников RapidEye.

В. Б.: Мы подписали долгосрочное соглашение с компанией KSAT (Kongsberg Satellite Services), расположенной на архипелаге Шпицберген (Норвегия), которая будет выполнять функции основной станции приема данных. Компания использует специализированные антенны для приема снимков RapidEye во время прохождения спутниками участка непосредственно над станцией приема. Затем KSAT передает полученные снимки в головной офис RapidEye в Бранденбурге.

Связь со спутниками осуществляется из Бранденбурга наземным сегментом нашего космического комплекса. В целях выполнения плана по получению съемки наше подразделение по эксплуатации и техническому обеспечению выходит на связь со спутниками два раза в день.

Р.: Какова общая площадь покрытия земной поверхности проведенными съемками?

В. Б.: За первые 100 дней эксплуатации спутников мы выполнили съемку земной поверхности площадью 69 млн м², при этом площадь поверхности, не закрытая облаками, составляла 80%. Если учитывать многократность покрытия съемками ряда территории, мы сделали снимки более чем одной трети земной поверхности или 44 млн км². Это демонстрирует не только нашу способность быстро делать съемку больших площадей, но и неоднократно ее повторять.

Р.: Удивительно, что почти все снимки — безоблачные. Как Вам удалось достичь такого потрясающего результата?

В. Б.: Частично ответ на вопрос очень прост: с помощью пяти спутников можно собрать больше данных, чем с помощью одного. Мы можем делать большее число снимков, чем любые другие коммерческие операторы спутниковых услуг — до 4 млн км² каждый

день. Наличие пяти спутников также позволяет при необходимости возвращаться в заданную точку ежедневно, что необходимо, если над поверхностью имеется облачность.

В настоящее время мы подписываем договор на покрытие съемками перманентно облачной зоны площадью свыше полумиллиона квадратных километров на территории Бразилии, съемку которой мы уже один раз проводили в этом году, обеспечив покрытие 80% территории в условиях безоблачности. Одним из основных преимуществ нашей системы при проведении съемки в условиях постоянной облачности является способность возвращаться в одну и ту же точку каждый день, если это необходимо, и пытаться получить новые снимки. Мы также внедряем в план программу прогнозирования облачности, благодаря которой мы будем иметь данные по облачности за предыдущие периоды, что поможет получать максимально безоблачные изображения.

Р.: Известно, что система RapidEye особенно эффективна при решении мониторинговых задач. Не могли бы Вы привести примеры эффективного использования данных RapidEye именно для этих целей?

В. Б.: Мониторинг объектов и явлений может быть востребован по многим причинам. Проекты мониторинга, над которыми мы работали, выполнялись для различных отраслей и использовались в разных целях.

Так, мы работали с компанией, осуществляющей техническое обслуживание трубопроводов, и помогли ей создать систему аварийного оповещения, в рамках которой проводился мониторинг их трубопроводов, и сообщалось о случаях возникновения значительных негативных изменений, например, появления густой растительности в зоне прохождения трубопровода или ведения там же несогласованных строительных работ.

Сразу после начала нашей коммерческой деятельности в феврале 2009 г., мы помогли проводить мониторинг лесных пожаров, распространявшихся на юго-востоке Австралии, и наши снимки использовались для выявления новых участков возникновения пожаров.

У нас есть ряд проектов в отрасли сельскохозяйственного страхования, в которой требуются «подтверждающие» снимки состояния сельскохозяйственных

полей или областей. После того, как страхователь направляет иск, мы возвращаемся и делаем новый снимок, предоставляя таким образом объективную информацию об ущербе. Такие проекты становятся важной частью проведения оценки ущерба в данной отрасли.

Мы также проводили мониторинг лесных зон в Европе, которые за последний год были повреждены ураганами и снегопадами, и, разумеется, как уже было сказано ранее, мы также выполняем проекты «точного земледелия» совместно с S2B на их платформе VISIOPLAINE путем использования канала red-edge для мониторинга содержания хлорофилла и азота.

Такие проекты дают уверенность в том, что наши начальные предположения о высокой востребованности услуг по мониторингу различных изменений были верны.

Р.: Как Вы уже несколько раз упомянули, компания RapidEye реализует совместный проект с французской агропромышленной организацией S2B. Не могли бы Вы подробнее рассказать о полученных результатах? Насколько помогают уникальные спектральные характеристики аппаратуры спутников RapidEye и, в частности, канал red-edge?

В. Б.: Недавно мы выпустили пресс-релиз о двух успешных проектах для компании VISIOPLAINE в области рекомендаций по внесению удобрений на поля таких сельскохозяйственных культур, как канола (rapс) и пшеница.

Компания S2B предлагает услуги дистанционного зондирования Земли своим клиентам на рынке сельского хозяйства Франции. VISIOPLAINE – это проект и бренд S2B, которая использует сетевую платформу для сбыта услуг кооперативам и фермерским хозяйствам.

С помощью данных RapidEye компания S2B получила карты биомассы, которые применяются в целях предоставления рекомендаций по внесению удобрений на поля канолы и пшеницы в пяти регионах Франции с начала зимы 2008 г. до начала весны 2009 г. В июне 2009 г. компания RapidEye предоставила карты хлорофилла двух различных регионов. В течение этого года проводится тестирование, анализ и подтверждение результатов съемки наземными полевыми измерениями с тем, чтобы представить данное решение

на рынок производства пшеницы в 2010 г. Кооперативы и научно-исследовательские институты предоставили свои наземные полевые измерения, а компания RapidEye отвечала за сопоставление и анализ этих данных с материалами ДЗЗ. В результате были созданы карты биомассы и хлорофилла.

На основе этих карт, с использованием платформы VISIOPLAINE компании S2B, сельскохозяйственным предприятиям могут быть даны рекомендации об применении азотных удобрений на полях канолы и пшеницы.

В начале 2009 г. S2B и RapidEye заключили соглашение о стратегическом партнерстве по всем проектам ДЗЗ, запланированным VISIOPLAINE на следующие три года. Будущие проекты с участием S2B включают услуги высокоточной агрономии для таких сельскохозяйственных культур, как подсолнечник, картофель и сахарная свекла. Участие RapidEye в этих проектах подразумевает определение возможных изменений биофизических параметров на полях, например, содержания азота.

Р.: В каких крупнейших программах государственного уровня участвует Ваша компания? Какие страны являются основными потребителями Вашей информации?

В. Б.: В настоящее время мы работаем совместно с JRC (Объединенный исследовательский центр) Еврокомиссии, который оказывает научно-техническую поддержку в разработке, внедрении и мониторинге проектов ЕС. JRC использует снимки RapidEye для мониторинга целевого и/или нецелевого использования сельскохозяйственных субсидий ЕС.

Наши снимки активно заказывает Европейское космическое агентство (ESA), которое использует их в качестве базовых в случае возникновения стихийных бедствий, для целей оценки состояния поверхности «до» и «после».

Министерство сельского хозяйства США (USDA) заключило с RapidEye один из рамочных договоров, согласно которому офисы министерства, занимающиеся мониторингом сельскохозяйственных рынков во всем мире, могут приобретать наши данные для применения в своих проектах.

Наши данные используются несколькими крупными государственными агентствами, однако наибольшее число пользователей из государственного сектора наблюдается в странах, в которых мы в настоящее время имеем дистрибьюторов.

Р.: Расскажите об обработке снимков, выполняемой компанией RapidEye. Вы поставляете данные в двух уровнях обработки: 1В (базовый уровень) и 3А (ортотрансформированные изображения). Какова в среднем точность ортотрансформированных изображений, поставляемых на территорию России? Какие исходные данные Вы используете для ортотрансформирования? Может ли заказчик самостоятельно обрабатывать данные RapidEye?

В. Б.: Точность ортотрансформированных изображений RapidEye (3А) в действительности зависит от качества используемых исходных данных – наземных опознаков и цифровых моделей рельефа (ЦМР). Также на точность ортотрансформирования влияет угол наклона космического аппарата при выполнении съемки и число наземных опознаков, использующихся во время обработки.

Порогом точности всех ортотрансформированных изображений RapidEye (уровень обработки 3А) является 30,34 м (СЕ90) и 20 м (RMSE 1-D) или точнее для участков с углом наклона менее 10°. В настоящее время для России параметры наземных опознаков, используемых для ортотрансформирования, определяются на основе данных с космического аппарата (КА) Landsat и ЦМР CGIAR SRTM 90 м или GTOPO30 (для широт севернее 60°).

Точность ЦМР CGIAR SRTM 90 м составляет 16,0 м (СЕ90) и 20,0 м (СЕ90). Пространственное положение наземных опознаков с КА Landsat для отдельных участков могут иметь точность не более 50 м (СЕ90).

Клиенты также могут самостоятельно провести ортотрансформирование изображений с помощью базового изображения 1В компании RapidEye. Его начальная точность составляет 44,85 м (СЕ90) и 20,90 м (RMSE 1-D) или лучше для участков с углом наклона 10° и менее.

Точность ортотрансформированных изображений RapidEye (3А) может достигать 6,5 м (RMSE), т. е. точность, соответствующая масштабу карты 1:25 000, если используются высокоточная ЦМР и наземные опознаки.

Р.: В настоящее время многие страны заявляют о намерении запустить аналогичные спутники. Вы ожидаете появления новых игроков на этом рынке?

В. Б.: Разумеется, мы ожидаем появления конкурентов, и любые реалистичные планы развития бизнеса должны учитывать эту возможность в будущем. Наша основная деятельность сосредоточена на оказании услуг по мониторингу, т. е. на непрерывном предоставлении информации клиентам на основе изображений со спутников RapidEye и из других источников, например, метеорологических данных, данных наземного контроля и т. п. Источниками информации могут служить также данные со спутников других операторов, и в этих случаях мы можем заключать партнерские соглашения с этими поставщиками данных ДЗЗ, что расширит масштаб наших проектов. С появлением новых компаний и систем в будущем мы будем пытаться извлечь выгоду для наших клиентов из любых ситуаций и стремиться прийти к решениям, которые устраивают все стороны.

Р.: Как Вы оцениваете перспективы компании RapidEye на российском рынке?

В. Б.: Благодаря возможностям группировки спутников RapidEye по многократной повторяемости съемки больших площадей земной поверхности мы являемся идеальным поставщиком данных и услуг для мониторинга на российский рынок. Российская Федерация занимает территорию площадью более 17 млн км² и является крупнейшей страной мира с громадными природными ресурсами. Мы полагаем, что наша система будет иметь успех в области создания картографической продукции, в лесной отрасли, а также в сфере национальной безопасности и т. д. Одной из наиболее важных задач является возможность уменьшения сроков предоставления снимков потенциальным клиентам. Совместно с компанией «Совзонд» был разработан план ускорения получения данных. Для ведущих отраслей хозяйства РФ мы рассчитываем предоставлять доступные по цене услуги, которые являются основным предметом деятельности нашей компании.

Р.: Большое спасибо, г-н Бидерманн, за интересное и содержательное интервью. Желаем дальнейших успехов и процветания Вашей компании.

А.В. Беленов (Компания «Совзонд»)

В 1996 г. окончил Санкт-Петербургское высшее военно-топографическое командное училище по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания училища проходил службу в 29-м НИИ МО РФ. С 2001 г. работал в ЦПТ «Терра-Спейс». В настоящее время – главный инженер компании «Совзонд».

Стандартные уровни обработки и форматы представления данных ДЗЗ из космоса. Мировой опыт

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ УРОВНЕЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ

Поскольку процесс получения космической информации имеет многоступенчатую структуру, то прежде чем эта информация будет использоваться потребителем, необходимо обозначить уровни обработки, которую прошли материалы космических съемок. В зависимости от конкретного уровня обработки нужно четко представлять свойства и содержание представленных данных для организации технологических процессов извлечения из них необходимой информации потребителем.

Определение и стандартизация подходов к виду предоставляемой космической информации были достаточно сложной задачей на протяжении нескольких лет с момента появления первых коммерчески доступных систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса.

Благодаря согласованному усилию основных мировых космических агентств по распространению данных ДЗЗ

удалось стандартизировать подходы к уровням обработки предоставляемых ими материалов космических съемок. Под эгидой основанного в 1984 г. **Комитета по спутниковым наблюдениям Земли** (Committee on Earth Observation Satellites – CEOS) 28 космических агентств приняли единый набор уровней обработки материалов космических съемок. Но, тем не менее, определенная путаница и неясность с уровнями обработки все еще остаются. Это происходит из-за того, что некоторые космические агентства, базирясь на принятых стандартных уровнях, вводят собственные обозначения этих уровней.

Ниже приведена таблица с описанием иерархической структуры стандартных уровней обработки материалов космических съемок земной поверхности. Начиная с уровня 1А, каждый последующий уровень базируется на предыдущем, с добавлением определенных радиометрических или геометрических преобразований.

Международная классификация уровней обработки и представления данных ДЗЗ из космоса

Стандартный уровень	Описание	Формат изображения	Формат метаданных
0	Абсолютно «сырые» данные, содержащие информацию с ПЗС-датчиков в процессе съемки, без каких либо преобразований. Информация может иметь сжатие. Данный уровень является базовым для формирования последующих уровней обработки. Как правило, агентства не распространяют данные этого уровня. Используется исключительно в целях изучения работы съемочных систем	Не определен	Не определен

Стандартный уровень	Описание	Формат изображения	Формат метаданных
1A	Включает только радиометрическую коррекцию искажений, вызванных разницей в чувствительности отдельных ПЗС-датчиков сканирующей системы. Никакие геометрические исправления для изображений этого уровня не выполняются, поэтому они остаются практически необработанными или «сырыми». Предоставляются коэффициенты абсолютной радиометрической калибровки. Материалы данного уровня рекомендованы для последующей фотограмметрической обработки строгими методами	RAW, TIFF	CEOS, XML
1B	Включает радиометрическую коррекцию, как и уровень обработки 1A, а также геометрическую коррекцию систематических ошибок ПЗС-датчиков сканирующей системы, в том числе панорамные искажения, искажения вызванные вращением и кривизной Земли, колебанием высоты орбиты спутника. Применена абсолютная радиометрическая калибровка. Изображения уровня 1B иногда называют «path-oriented». Дополнительно могут быть предоставлены файлы, содержащие коэффициенты рационального многочлена (RPC), аппроксимирующие геометрию изображения. Материалы могут быть использованы для фотограмметрической обработки как строгими методами, так и аппроксимационными	RAW, TIFF	CEOS, XML, ASCII
2A	Изображения, как правило, приведены к стандартной картографической проекции без использования наземных опорных точек. Проецирование изображения выполняется на среднюю плоскость или используется глобальная цифровая модель рельефа (DEM) с шагом на местности 1 км. Могут быть предоставлены файлы, содержащие коэффициенты рационального многочлена (RPC), аппроксимирующие геометрию изображения	GeoTIFF	XML, ASCII
2B	Изображения уровня 2A приведены к стандартной картографической проекции с использованием наземных опорных точек. Проецирование изображения выполняется на среднюю плоскость или используется глобальная цифровая модель рельефа (DEM) с шагом на местности 1 км. Могут быть предоставлены файлы, содержащие коэффициенты рационального многочлена (RPC), аппроксимирующие геометрию изображения	GeoTIFF	XML, ASCII
3A	В отличие от уровня 2B, изображения уровня 3A проецируются в заданную картографическую проекцию путем ортотрансформирования с использованием модели снимка, опорных наземных точек и модели рельефа местности. Полученные изображения являются ортоскорректированными с определенной точностью. Изображения, как правило, нарезаются на стандартные картографические листы	GeoTIFF	XML, ASCII
3B	Уровень 3B подразумевает объединение изображений уровня 3A в единые бесшовные растровые мозаики, покрывающие большие территории	GeoTIFF	XML, ASCII

ФОРМАТЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫХОДНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Задача по определению универсального растрового формата и формата метаданных при формировании материалов космических съемок при их предоставлении пользователям превратилась в поиск «Священного Грааля». Основная трудность заключается в большом количестве различных приложений. В настоящее время программное обеспечение, работающее с растровыми изображениями, обычно поддерживает 50 различных форматов. Борьба с этими «джунглями» форматов сильно снижает совместимость приложений и требует больших технических знаний как поставщиков данных, так и их потребителей.

За последнее десятилетие было приложено много усилий, направленных на нормализацию электронного обмена данными. Вот некоторые из форматов, представляющих непосредственный интерес: **OpenGIS, GeoTIFF, JPEG-2000, XML и XML-схемы.**

Содержание метаданных

Накопленный опыт предоставления материалов космических съемок, собранный агентствами из сотен различных проектов, привел к разработке набора метаданных, ориентированных на описание параметров не только самих снимков. Так, например, XML-подобный формат метаданных **DIMAP** (Digital Image Map), разработанный компанией SPOT IMAGE, включает описание растрового изображения, наземной системы координат, спутниковые эфемериды траектории, положение спутника (угловые перемещения), параметры качества информации, конфигурацию съемочной системы, статистические данные, легенду, описание источников данных и т. д.

Основой для разработки формата DIMAP являлся существующий уже более 10 лет набор метаданных **CEOS**, включающий набор фиксированных записей, состоящих из смеси ASCII и бинарных записей. Основными недостатками этого набора метаданных являются сложность процесса извлечения информации для быстрого просмотра, полное отсутствие возможности дальнейшей модерниза-

ции и потребность в специализированных утилитах импорта метаданных.

С учетом накопленного мирового опыта по распространению материалов космических съемок можно определить следующие **требования к выходной информационной продукции:**

- удобочитаемость;
- возможность формирования каталога и организация поиска через браузер типа GUI;
- «самодокументированность» метаданных;
- возможность проверки качества и функциональной совместимости;
- обеспечение законности.

Требования к функциональности:

- **Разделение данных:** обеспечение «чистого» разделения между метаданными и растровыми данными, позволяющего осуществить непосредственную визуализацию растровых данных (в распространенных растровых форматах) в стандартных браузерах или программных средствах работы с растровыми изображениями, без потребности в разработке частного программного обеспечения.
- **Универсальность:** кодирование метаданных как структурную грамматику, для которой могут быть легко разработаны универсальные методы обработки с последующим разделением между приложениями.
- **Надежность и расширяемость:** возможность дальнейшей модернизации, обеспечивающей целостность уже существующей и используемой структуры.
- **Документационная точность и качество:** обеспечение гарантии того, что изданная техническая спецификация точно отражает информационный набор метаданных.

Безусловно, всем перечисленным выше требованиям соответствует формат **XML** (eXtensible Markup Language). Помимо всего прочего, XML – международный стандарт, хорошо адаптированный для стандартизации приложений промышленного уровня. XML обеспечивает естественную основу для серийного представления метаданных и хорошо приспособлен для обмена данными.

При подготовке статьи использовались следующие материалы:

1. *CEOS ICF – Baseband Data Archive Interchange Format Description, issue 1 revision 0 2002/08/11 (CEOSWGISS-ICF-FS-01) – 2002, Committee on Earth Observation Satellite (CEOS) Data Subgroup – [*ICF-FS-1.0.pdf.*](http://wgiss.ceos.org/archive/archive.pdf/CEOS-WGISS-</i></p>
</div>
<div data-bbox=)*

2. *ISO 19115-2 – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data – http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=39229.*

3. *Dimap Reference Documentation (SPOT IMAGE) – <http://www.spotimage.fr/dimap/spec/documentation/ref-doc.htm>.*

И.В. Оньков (ООО «Тримм», Пермь)

В 1970 г. окончил МИИГАиК по специальности «астроном-геодезист». В настоящее время – научный консультант ООО «Тримм».

Исследование геометрической точности ортотрансформированных снимков RapidEye

Геометрическая точность ортоснимков, созданных по материалам космической съемки со спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) RapidEye (Германия), является определяющим фактором при оценке возможности их использования для решения задач топографического и тематического картографирования, мониторинга природных ресурсов и решения разнообразных прикладных задач.

Съемочная система спутников обладает уникальной возможностью вести съемку в пяти спектральных каналах с пространственным разрешением 6,5 м, что делает использование данных, полученных со спутников RapidEye, особенно перспективными для картографирования растительного и почвенного покровов в сельском и лесном хозяйстве.

В данной работе рассмотрены вопросы оценки геометрической точности ортотрансформированных снимков RapidEye по материалам съемки территории Пермского края, предоставленных для тестирования компанией «Совзонд» (табл. 1).

Снимки полностью покрывают территорию города Перми и города-спутника Краснокамска (рис. 1), на которую имеются топографо-геодезические и картографические данные различных масштабов и материалы космической съемки сверхвысокого разрешения с космических аппаратов (КА) IKONOS и QuickBird.

В качестве координатной основы для оценки точности ортоснимков RapidEye использовалась ортомозаика города, созданная по материалам съемки со спутника IKONOS с размером пикселя 1 м в системе СК-42.

Таблица 1

Основные характеристики снимков и условий съемки

Номер снимка (product ID)	Уровень обработки	Дата и время съемки	Угол отклонения от надира, °	Высота Солнца над горизонтом, °
1331830	1В	13.07.2009 08:19:43	6,5	54,0
1331952	1В	14.07.2009 08:21:02	3,0	53,7



Рис. 1.
Географическое положение снимков

ОРТОТРАНСФОРМИРОВАНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ СНИМКОВ

Орточтотрансформирование снимков для каждого спектрального диапазона выполнялось отдельно в программном комплексе (ПК) ENVI 4.6.1 с использованием коэффициентов рациональных полиномов RPC (без наземных опорных точек) и глобальной цифровой модели рельефа Земли SRTM в проекции Гаусса-Крюгера СК-42 (10 зона). Размер пикселя ортоизображения на местности задавался равным 6,5 м, высота геоида над эллипсоидом принималась равной нулю.

Из ортоснимков первого (Blue), второго (Green) и третьего (Red) спектральных каналов формировались цветные 8-битные RGB-изображения, по которым выполнялись измерения координат опорных точек.

В качестве опорных точек выбирались, как правило, пересечения (примыкания) осевых линий дорожной сети и геометрические центры объектов местности симметричной формы (рис. 2).

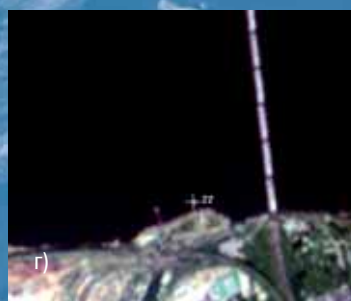
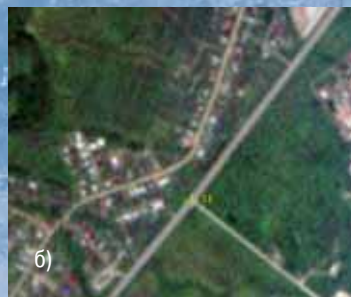


Рис. 2.
Примеры выбора опорных точек

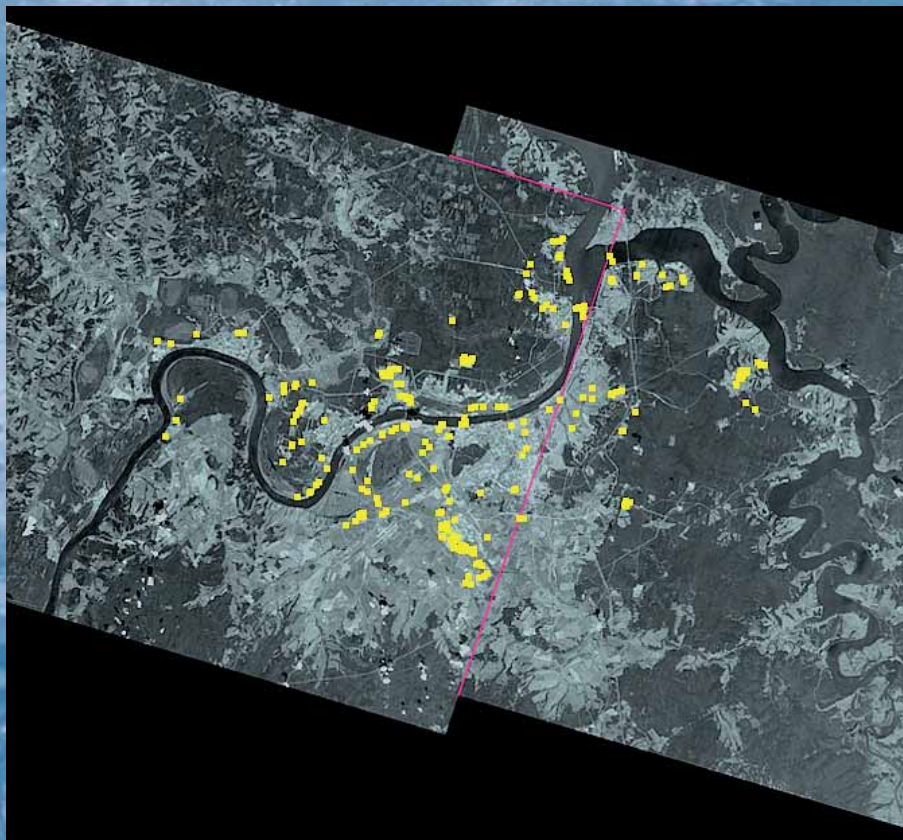


Рис. 3.
Расположение опорных точек на ортоснимках

В общей сложности на ортоснимках были измерены и приняты в обработку координаты 324 точек, простран-

ственное распределение которых по площади снимков показано на рис. 3.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОРТОСНИМКОВ, СОЗДАНЫХ БЕЗ ОПОРНЫХ ТОЧЕК

Геопривязка ортоснимков в этом случае выполнялась по геодезическим координатам четырех угловых точек растра, полученных в результате ортотрансформирования снимков в ПК ENVI 4.6.1.

Точность ортоснимков оценивалась по расхождению координат контрольных точек, измеренных на ортоснимках X_i, Y_i и на ортомозаике города X_i^0, Y_i^0 :

$$\Delta X_i = X_i - X_i^0, \Delta Y_i = Y_i - Y_i^0, i = 1, n.$$

В табл. 2 приведены средние значения разностей координат

$$\bar{\Delta}_X = \sum_{i=1}^n \Delta X_i, \bar{\Delta}_Y = \sum_{i=1}^n \Delta Y_i,$$

которые можно рассматривать как систематические ошибки геопривязки ортоснимков относительно СК-42.

Таблица 2

Систематические ошибки геопривязки ортоснимков без использования опорных точек

Номер ортоснимка (product ID)	Число контрольных точек n	$\bar{\Delta}_X$, м	$\bar{\Delta}_Y$, м
1331830	186	-25,3	17,8
1331952	138	-21,9	13,3
Разности систематических ошибок		-3,4	4,5



Рис. 4.
Примеры стыковки изображений на ортомозаике

Необходимо отметить, что приведенные в табл. 2 значения включают в себя не только ошибки значений коэффициентов RPC снимков, но и ошибки, связанные с преобразованием координат из системы WGS-84 в систему СК-42, которые могут достигать нескольких метров, ввиду недостаточной точной информации о параметрах связи этих систем (относительного смещения центров и углов взаимного ориентирования осей эллипсоидов).

Для двух смежных снимков происходит определенная взаимная компенсация некоторых источников ошибок, что видно по приведенным в последней строке таблицы разностям систематических ошибок, которые в данном случае не превышают 6,5 м, т. е. размеров одного пикселя растра. Это позволяет составить достаточно точную ортомозаику по этим ортоснимкам путем только параллельного сдвига, используя процедуру Mosaicking – Georeferenced в ПК ENVI.

Качество стыковки двух растров на ортомозаике, созданной таким способом, можно визуально оценить на примерах, приведенных на рис. 4. По всей линии стыковки ортоснимков видимые расхождения контуров не превысили 2 пикселя растра (13 м).

Более объективная численная оценка относительных смещений изображений на ортомозаике была выполнена по измерениям 64 опорных точек (по 32 точки на каждой части ортомозаики). Средние значения относительного смещения изображений по осям координат составили: $\Delta X = 4,41$ м (0,68 пикселей), $\Delta Y = 2,16$ м (0,33 пикселей), что свидетельствуют о высокой точности коэффициентов рациональных полиномов (RPC), включенных в файлы исходных снимков RapidEye уровня обработки 1В.

ОЦЕНКА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВЯЗИ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ОРТОСНИМКОВ И ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

В качестве математической модели, которая связывает растровую систему координат снимка (x, y) с системой геодезических координат (X, Y) проекции Гаусса-Крюгера, в данной работе принята модель конформного преобразования Гельмерта:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_3 & -a_4 \\ a_4 & a_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix},$$

которую можно записать также в эквивалентной форме, имеющей наглядную геометрическую интерпретацию:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{pmatrix} + m \cdot \begin{pmatrix} \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (1)$$

где X_0, Y_0 – координаты начала системы координат снимка в геодезической системе координат;

m – масштабный коэффициент, равный, в данном случае, размеру пикселя растра в метрах;

ϕ – угол поворота осей системы координат снимка относительно геодезической системы, отсчитываемый по часовой стрелке.

Оценки параметров преобразования Гельмерта вычислялись по результатам измерений координат опорных точек на ортоснимках из решения уравнения поправок по методу наименьших квадратов (табл. 3).

Полученные значения углов поворота и масштабных коэффициентов m практически не отличаются от их номинальных значений, что еще раз подтверждает высокую точность коэффициентов RPC, включенных в исходные снимки RapidEye уровня обработки 1В.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ОРТОСНИМКОВ ПО ОСТАТОЧНЫМ ОТКЛОНЕНИЯМ

По остаточным отклонениям (разностям измеренных и урavnенных координат опорных точек) вычислялись следующие показатели точности измерений:

- стандартные ошибки $\sigma X, \sigma Y, \sigma$;
- средние радиальные ошибки (Mean Radial Error) MRE;
- максимальные радиальные ошибки;
- круговые ошибки (Circular Error) CE90, CE95;
- параметры эллипсов ошибок 95% доверительной вероятности.

Полученные значения ошибок и параметры эллипсов ошибок приведены в табл. 4 и 5.

Графические интерпретации остаточных отклонений в виде диаграмм рассеяния и эллипсов ошибок 95% доверительной вероятности приведены на рис. 5.

Таблица 3

Оценки геометрических параметров преобразования координат

Номер ортоснимка (product ID)	Число опорных точек, n	Угол поворота ϕ , рад (")	Коэффициент масштаба m , м/пиксель	X_0 , м	Y_0 , м
1331830	186	0,000056 (11,6)	6,49954	6388850,6	432663,6
1331952	138	0,000075 (15,5)	6,50008	6402489,1	373066,2

Таблица 4

Показатели точности измерений ортоснимков по опорным точкам

Номер ортоснимка (product ID)	Число опорных точек n	Стандартные ошибки, м			MRE , м	Максимальная радиальная ошибка, м	CE90, м	CE95, м
		σ_x	σ_y	σ				
1331830	186	1,79	1,77	1,78	2,25	5,50	3,84	4,38
1331952	138	1,91	1,85	1,88	2,41	5,00	4,05	4,62

Таблица 5

Параметры эллипсов ошибок 95% доверительной вероятности

Номер ортоснимка (product ID)	Большая полуось a , м	Малая полуось b , м	Отношение полуосей b/a	Ориентирующий угол θ_i , °
1331830	4,73	3,97	0,84	43,6
1331952	4,75	4,49	0,95	334,4

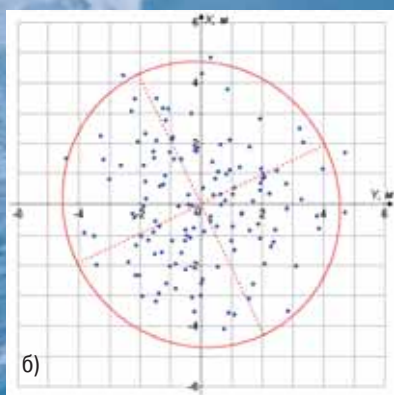
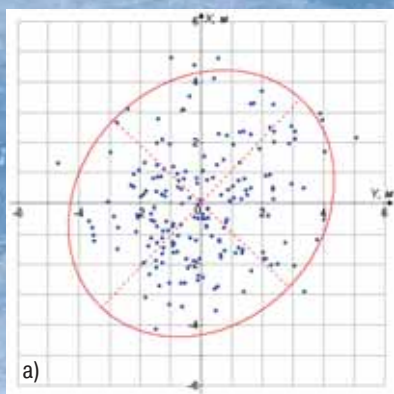


Рис. 5.

Диаграммы рассеяния остаточных отклонений:
а) ортоснимок 1331830; б) ортоснимок 1331952

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОРТОСНИМКОВ,
СКОРРЕКТИРОВАННЫХ ПО ОПОРНЫМ ТОЧКАМ

Оценка точности выполнялась в двух вариантах.

В первом варианте число опорных точек равнялось единице. Вычислялись только два параметра сдвига: X_0 , Y_0 . Коэффициент масштаба m принимался равным номинальному значению 6,5 м, угол разворота φ – равным нулю.

Во втором варианте число опорных точек принималось равным пяти, по которым оценивались параметры преобразования Гельмерта: X_0 , Y_0 , m и φ .

Скорректированные координаты измеренных на ортоснимках контрольных точек вычислялись в соответствии с выражением (1).

По расхождениям между скорректированными и геодезическими координатами контрольных точек на ортоснимке

$$\delta X_i = X^c_i - X_i^0, \quad \delta Y_i = Y^c_i - Y_i^0, \quad i = 1, n$$

оценивались следующие показатели точности:

- средние квадратические ошибки

$$RMSE_X = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta X_i^2}, \quad RMSE_Y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta Y_i^2},$$

$$RMSE_{XY} = \sqrt{RMSE_X^2 + RMSE_Y^2};$$

- средние радиальные ошибки

$$MRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta R_i, \quad \delta R_i = \sqrt{\delta X_i^2 + \delta Y_i^2};$$

- максимальные радиальные ошибки δR_{max} .

Таблица 6

Показатели точности ортоснимков, скорректированных по одной опорной точке

Показатель точности	Значение показателей точности, м					
	Ортоснимок № 1331830			Ортоснимок № 1331952		
	Минимальное	Максимальное	Среднее	Минимальное	Максимальное	Среднее
$RMSE_x$	2,22	4,57	2,94	2,03	4,80	2,83
$RMSE_y$	1,72	4,05	2,38	1,97	4,16	2,41
$RMSE_{xy}$	2,86	5,16	3,82	2,86	5,25	3,78
MRE	2,53	4,73	3,47	2,55	4,87	3,46
δR_{max}	6,14	10,85	8,13	6,07	10,13	7,80

Таблица 7

Показатели точности ортоснимков, скорректированных по пяти опорным точкам

Показатель точности	Значение показателей точности, м					
	Ортоснимок № 1331830			Ортоснимок № 1331952		
	Минимальное	Максимальное	Среднее	Минимальное	Максимальное	Среднее
$RMSE_x$	1,76	2,32	2,02	2,13	2,71	2,33
$RMSE_y$	1,76	2,45	1,99	1,91	2,40	2,11
$RMSE_{xy}$	2,76	3,01	2,85	2,94	3,41	3,15
MRE	2,50	2,67	2,58	2,64	3,08	2,83
δR_{max}	5,29	6,21	5,86	5,69	7,43	6,26

ОДНА ОПОРНАЯ ТОЧКА

Для повышения надежности статистических выводов было сформировано 30 выборок с различным расположением опорной точки на снимке. Оставшиеся точки рассматривались в качестве контрольных. Учитывая большой объем полученных данных, в табл. 6 приведены только минимальные, максимальные и средние значения показателей точности ортоснимков по тридцати выборкам.

ПЯТЬ ОПОРНЫХ ТОЧЕК

В этом варианте было сформировано шесть выборок с различным расположением опорных точек, как правило, наиболее удаленных друг от друга. Оставшиеся точки на снимке рассматривались как контрольные. Результаты статистической обработки приведены в табл. 7.

По результатам экспериментальных исследования точности ортотрансформированных снимков RapidEye уровня обработки 1В с использованием коэффициентов RPC и цифровой модели рельефа Земли SRTM в ПК ENVI 4.6.1 установлено следующее:

- точность ортотрансформированных снимков без привле-

чения опорных точек характеризуется ошибками порядка 20-30 м в системе геодезических координат СК-42;

- точность ортоснимков по остаточным отклонениям на опорных точках после оценки параметров преобразования Гельмерта характеризуется средними радиальными ошибками 2,3-2,5 м и максимальными отклонениями 5,0-5,5 м;
- точность ортоснимков, скорректированных по одной опорной точке, характеризуется средними радиальными ошибками 2,5-4,9 м и максимальными отклонениями 6,1-10,8 м;
- точность ортоснимков, скорректированных по пяти опорным точкам, характеризуется средними радиальными ошибками 2,5-3,1 м и максимальными отклонениями 5,3-7,4 м.

Таким образом, геометрическая точность ортотрансформированных снимков RapidEye, скорректированных по небольшому числу опорных точек (1-5) с использованием преобразования Гельмерта, удовлетворяет требованиям Инструкции по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов (М.: ЦНИИГАиК, 2002), предъявляемым к ортофотопланам масштаба 1:25 000.

А.В. Гиценко (Компания «Совзонд»)

В 2006 г. окончил Московский институт стали и сплавов. С 2009 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время – ГИС-разработчик.

М.Ю. Кормщикова (Компания «Совзонд»)

В 2008 г. окончила Уфимский государственный авиационный технический университет по специальности «информационные системы в технике и технологиях». После окончания университета работает в компании «Совзонд», в настоящее время – ГИС-разработчик.

Система для поиска покрытия территории космическими снимками с использованием возможностей Oracle Spatial и Oracle MapViewer

За последние годы произошло бурное развитие геоинформационных технологий для создания картографических web-приложений, которые все чаще применяются в корпоративных системах, так как позволяют снизить затраты на покупку клиентского программного обеспечения и облегчить доступ к картографической информации пользователям, не являющимися специалистами в области геоинформатики.

Несмотря на появление значительного количества геопорталов, они по своим функциональным возможностям значительно уступают традиционным геоинформационным системам (ГИС). И хотя такое положение вещей вполне естественно, появляется все больше задач, которые требуют увеличения функциональности картографических web-приложений.

Задача разработки новой системы поиска, стоявшая перед специалистами компании «Совзонд», была связана с тем, что в последние годы заметно увеличился спрос со стороны российских заказчиков на данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Также можно отметить тенденцию, которая не может не радовать – увеличение количества специалистов использующих данные ДЗЗ в своей практической деятельности. Понятия «пространственное разрешение», «мультиспектральная съемка» и «угол отклонения от надира» становятся общедоступными терминами, и все чаще заказчики могут сформировать

запрос на космическую съемку в терминах, используемых специалистами в области ДЗЗ, что значительно облегчает работу по поиску необходимых космических снимков для менеджеров. В связи с этим, очевидным является необходимость в on-line сервисе, обеспечивающем пользователей возможностью самостоятельного поиска данных на интересующую территорию.



Рис. 1.
Схематическое представление системы поиска покрытия территории космическими снимками

Несмотря на то, что эта задача является тривиальной для настольных ГИС, технология создания web-приложения, позволяющего осуществлять поиск геоданных по их пространственному положению, с функцией фильтрации данных по атрибутивным признакам, является уникальной.

В основе системы, разработанной специалистами компании «Совзонд» (рис. 1), лежит сервер приложений OracleWeblogic с установленным приложением Oracle MapViewer. В качестве хранилища геоданных было выбрано программное решение Oracle Database 11g, что обеспечивает возможность хранения неограниченного объема данных в пространственном формате. Это решение построено по модульному принципу и обладает возможностью расширения без изменения основной архитектуры системы. Внешний интерфейс построен по технологии AJAX, т. е. динамическое обращение к серверу «на лету» без перезагрузки всей страницы полностью. Это позволяет увеличить скорость реакции интерфейса и значительно снизить трафик.

Почему мы выбрали Oracle MapViewer, когда на рынке существуют такие мощные картографические web-решения как Bentley GeoWebPublisher, ArcGIS Server и ряд других? Ответ прост. Данные приложения ориентированы на создание корпоративных геопорталов с мощным ГИС-инструментарием, возможностью послойной публикации данных, средствами обратной связи и другими функциями, которые являются лишними для данной системы. В то же время они лишены тех возможностей интерактивной выдачи данных, которые необходимы для системы on-line поиска пространственной информации.

Каталог, функционирующий на основе разработанной системы, на Интернет-сайте компании «Совзонд» (<http://catalog.sovzond.ru>), позволяет любому пользователю в оперативном режиме осуществить поиск космических изображений на интересующую территорию, ознакомиться с имеющимся архивом съемки с космических аппаратов (КА) WorldView-1, QuickBird, GeoEye-1, IKONOS, SPOT-5, TerraSAR-X, FORMOSAT-2, ALOS/PRISM, ALOS/AVNIR и RapidEye (рис. 2).

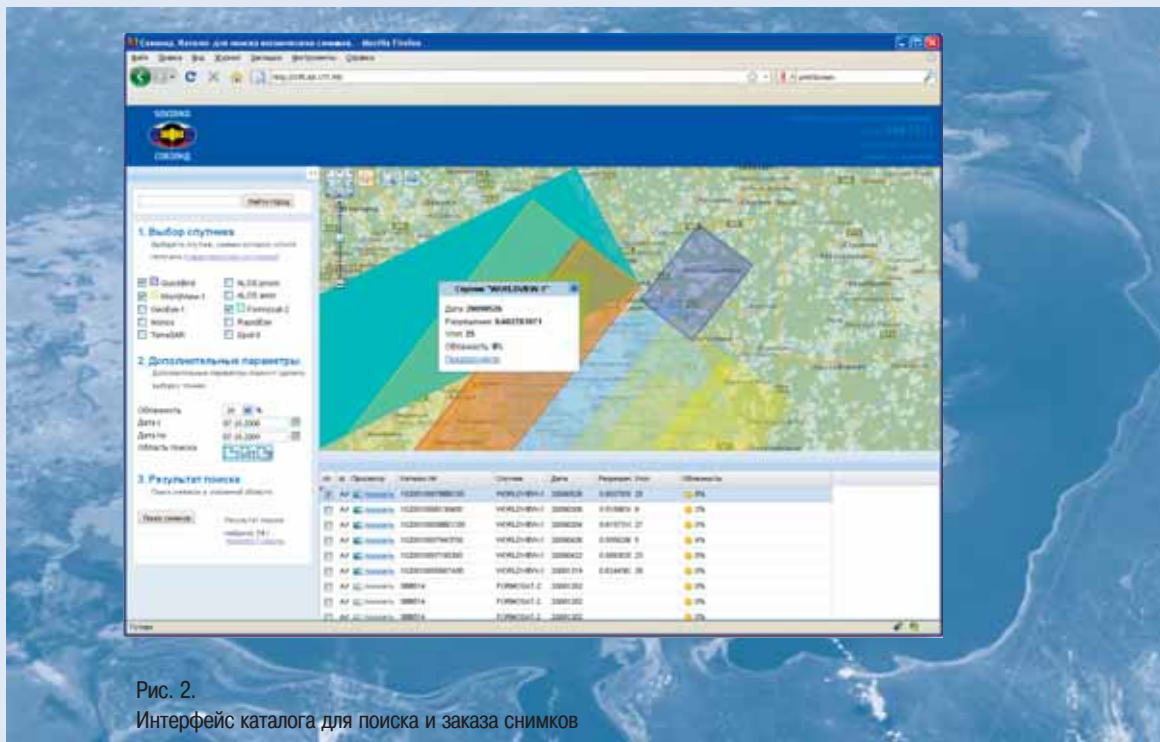


Рис. 2.
Интерфейс каталога для поиска и заказа снимков

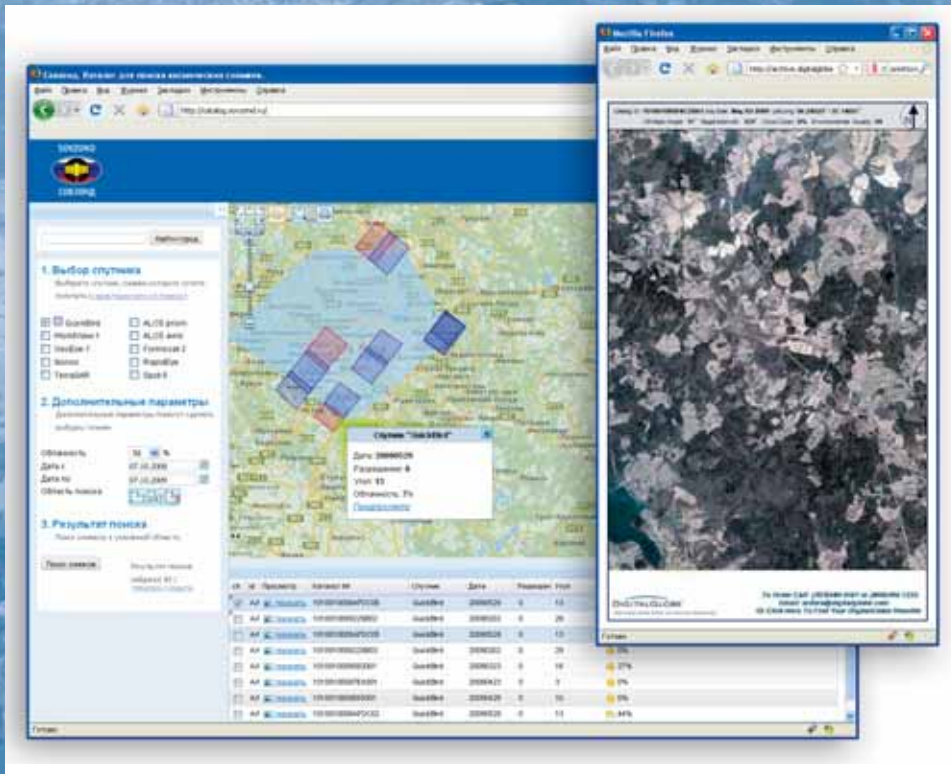


Рис. 3.
Результат поиска снимков на Нижегородскую область с примером «загрубленного» изображения снимка

Новый каталог для поиска снимков удобен в работе. Пользователь может выбрать любую территорию одним из трех способов: указав название города, воспользовавшись инструментом для рисования или загрузив shape-файл. Основными критериями поиска снимков являются: название спутника, интервал времени съемки, допустимый процент облачности. В связи с тем, что многие заказчики компании «Совзонд» подбирают данные на большие территории и очень часто составляют покрытие из комбинации снимков с разных спутников, система не ограничивает пользователей в площади территории поиска, в отличие от других аналогичных поисковых систем. Тем не менее, для быстрой работы каталога

рекомендуется выполнять поиск по площадям до 50 тыс. км². Результат поиска данных отображается на экране, а также сопровождается таблицей с характеристиками имеющихся снимков. По некоторым космическим аппаратам пользователь может дополнительно загрузить «загрубленное» изображение интересующего его космического снимка (рис. 3).

Поисковый каталог полностью разработан отделом геоинформационных систем компании «Совзонд» на основе современных web-технологий. Это готовое масштабируемое решение для on-line обработки больших массивов пространственных данных для различных целей.

Создание цифровой модели рельефа по снимкам с КА ALOS/PRISM с использованием фотограмметрических методов*

В отчете от 21 сентября 2008 г., подготовленном компанией Terranean Mapping Technologies для австралийского правительственного агентства Geoscience Australia (оригинал см. на www.microimages.com/papers/DEMsandContoursfromALOSPRISM.pdf), приводится подробная оценка фотограмметрических методов создания цифровых моделей рельефа (ЦМР) по космическим снимкам, сделанным съемочной системой PRISM космического аппарата (КА) ALOS.

Фотограмметрические методы использовались для:

- создания ЦМР с шагом 10 м;
- построения горизонталей с сечением 5 м;
- получения ортотрансформированных панхроматических изображений с разрешением 2,5 м.

В качестве полигона был выбран участок площадью 1520 км² в районе города Харден (Harden), штат Новый Южный Уэльс (Австралия) (рис. 1). Исследования проводились с целью определения точности и экономической эффективности применяемых методов.

Особенностью съемочной аппаратуры PRISM является то, что на одной платформе установлены три съемочные камеры, снимающие «в надир», «вперед» и «назад». Шесть снимков, сделанных картографической стереокамерой PRISM (3 снимка «вперед» и 3 — «назад»), были загружены в фотограмметрический программный комплекс SOCET SET (разработка компании BAЕ Systems), в котором с использованием наземных опорных точек, предоставленных агентством Geoscience Australia, была выполнена геопространственная привязка. Для определения внутренней гео-

метрии снимков в SOCET SET использовались коэффициенты рационального многочлена (RPC), которые поставлялись вместе со снимками.

Наземные опорные точки были тщательно подобраны, но для точной геопространственной привязки снимков и определения параметров внешнего ориентирования их количество было минимально необходи-



Рис. 1.

Границы полигона (розовая линия) и контуры сцен с КА ALOS/PRISM, наложенные на топографическую основу масштаба 1:1 000 000, составленную агентством Geoscience Australia

* Перевод отчета и его подготовка к публикации выполнены А.В. Беленовым и Б.А. Дворкиным (Компания «Совзонд»).

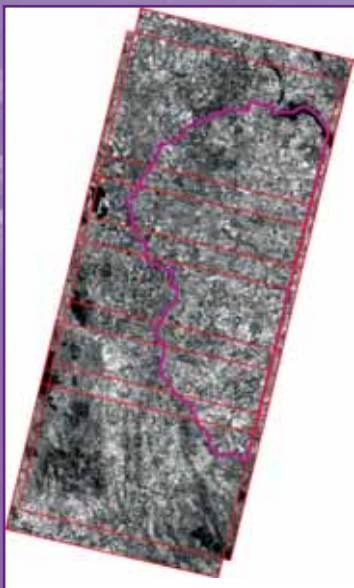


Рис. 2.
Снимки с КА ALOS/PRISM, использованные для стереообработки

мым. Результаты фототриангуляции показали, что точность стереомодели с КА ALOS/PRISM составляет около 3,5 м. Протокол о невязках основывается на примере небольшого размера.

Для создания цифровой модели рельефа в стереоскопическом режиме были измерены параметры отдельных высотных точек, линий перегибов и контуров форм рельефа. ЦМР с шагом 10 м была построена путем интерполирования по методу минимальной кривизны. По ЦМР были построены горизонталы с сечением в 5 м.

Точность построения ЦМР оценивалась путем сравнения параметров наземных точек, вычисленных по ЦМР и полученных путем геодезических измерений на местности. Только пять точек попали в исследуемый район, что является недостаточным для детальной оценки точности. Среднеквадратичная погрешность составила 3,5 м. Как показывают результаты, снимки с КА ALOS/PRISM можно использовать для создания ЦМР с точностью 5 м, а значит тем более, они пригодны для построения ЦМР с точностью 10 м.

Было установлено, что для создания ЦМР такого уровня точности с охватом одной сцены с КА ALOS/PRISM (1600 км²) потребуется около 400 часов стереообработки. При этом затраты составят около 10-20 дол. за 1 км², что намного меньше, чем при использовании других методов. Для создания ЦМР с точностью 10 м потребуется меньше половины этих затрат. Экономическая эффективность использования снимков с КА ALOS/PRISM для трехмерного картографирования в крупном масштабе, по сравнению с другими методами, будет наибольшей для небольших территорий, из-за отсутствия необходимости затрат на работы непосредственно на местности.

Данный метод выгодно отличается тем, что объекты, включая гидрографическую сеть, можно картографировать в трехмерном виде. При этом получают ортотрансформированные изображения высокого качества.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

В Австралии существует большой интерес к соответствующим методам создания ЦМР обширных областей



Рис. 3.
Фрагмент снимка, выполненного картографической стереокамерой PRISM с КА ALOS с разрешением 2,5 м

более высокого разрешения и точности, чем существующие континентальные ЦМР с шагом по широте и долготе 3'' или 9''. Пространственное разрешение снимков с КА ALOS/PRISM в 2,5 м и возможность получения стереопар позволяют создавать ЦМР высокой точности.

Для получения рельефа по стереоснимкам могут использоваться два метода: автокорреляция и фотограмметрическая обработка. Они позволяют рассчитывать параллакс точек, расположенных на левом и правом снимках стереопары. С помощью первого метода можно локализовать точки за счет автоматической корреляции значений пикселей на левом и правом снимках. Его недостатком является то, что объекты, не

являющиеся элементами рельефа, например, деревья или здания, не удаляются автоматически, и таким образом, создаваемые модели поверхности не являются истинными моделями рельефа. Метод фотограмметрической обработки представляет собой метод графического построения модели земной поверхности с использованием высотных точек и характерных линий перегиба рельефа в стереорежиме. Этот метод более трудоемкий, поскольку осуществляется оператором, но в то же время более точный. Именно он применялся в данном исследовании для получения точной и высококачественной ЦМР, которую можно построить на базе снимков с КА ALOS/PRISM.

Таблица 1

Параметры изображений

Наименование параметра	Значение параметра					
Номер сцены (изображения)	ALPSMF 045064235	ALPSMF 045064240	ALPSMF 045064245	ALPSMB 045064350	ALPSMB 045064355	ALPSMB 045064360
Направление съемки	Вперед			Назад		
Смещение изображения	1			-1		
Вид продукции	O1B1__F			O1B1__B		
Точность орбитальных данных	Precision					
Точность положения в пространстве	OnSitePrecision					
Дата и время в центре сцены	20061129 00:13:31,636	20061129 00:13:35,753	20061129 00:13:39,870	20061129 00:15:04,708	20061129 00:15:08,825	20061129 00:15:12,948
Широта/долгота центра сцены, 0	-34,415/ 148,287	-34,662/ 148,218	-34,910/ 148,148	-34,449/ 148,261	-34,695/ 148,192	-34,942/ 148,122
Широта/долгота левого верхнего угла сцены, 0	-34,196/ 148,121	-34,443/ 148,052	-34,690/ 147,982	-34,232/ 148,095	-34,478/ 148,025	-34,725/ 147,956
Широта/долгота правого верхнего угла сцены, 0	-34,279/ 148,554	-34,526/ 148,486	-34,773/ 148,417	-34,312/ 148,530	-34,558/ 148,461	-34,805/ 148,393
Широта/долгота левого нижнего угла сцены, 0	-34,551/ 148,021	-34,799/ 147,951	-35,046/ 147,881	-34,587/ 147,995	-34,833/ 147,925	-35,079/ 147,855
Широта/долгота правого нижнего угла сцены, 0	-34,635/ 148,456	-34,882/ 148,387	-35,129/ 148,318	-34,666/ 148,432	-34,912/ 148,363	-35,159/ 148,294

Пример формуляра с уточненными пространственными координатами наземной опорной точки № 15 по результатам GPS-измерений

№ пункта	015	№ фотографии	GCP_015a/B
Дата	12/02/2008	Время	17:05
Широта, 0	-34,68155417	Долгота, 0	148,2718463
X, м	616509,3077	Y м	6161534,558
Зона	MGA551	Высота	см. GPS_Heights shapefile2
Штат	Новый Южный Уэльс	Топокарта 100K	Cootamundra – 8528
Топограф	R. Coghlan & J.Wilford	Оборудование	Спутниковый приемник Trimble XT с внешней антенной и программным обеспечением ArcPad 7.0
PDOP	2,952124357	Количество наблюдаемых спутников GPS	6
Метод наблюдения	Среднее значение из 180 измерений (180 сек)	Высота антенны, м	1,26

Примечания:

¹ MGA55 – Map Grid of Australia (картографическая сетка Австралии), 55 зона.

² GPS_Heights shapefile – значение измеренной высоты приведено в формате ArcPad 7.0 (ESRI).

ДАННЫЕ

Шесть снимков (рис. 2, 3), сделанных картографической стереокамерой PRISM с КА ALOS, были загружены в фотограмметрический программный комплекс SOCET SET.

Для расчета ориентирования снимков с КА ALOS/PRISM использовались коэффициенты рационального многочлена (RPC), которые описывают внутреннюю геометрию снимков и вместе с наземными опорными точками используются для расчета точного ориентирования снимков и их привязки к пространственной системе координат. Были использованы только снимки, выполненные объективами «вперед» и «назад»; у стереопар, включающих снимок отснятый «в надир», меньше параллакс, а значит и меньшая вертикальная точность. Параметры шести изображений, приобретенных у оператора спутника ALOS – компании RESTEC (Remote Sensing Technology Center of Japan), приведены в табл. 1.

Агентство Geoscience Australia отобрало наземные опорные точки и предоставило их для проекта

(рис. 4). Для каждой из них были сделаны схемы привязки (рис. 5) и фотография окружающей мест-

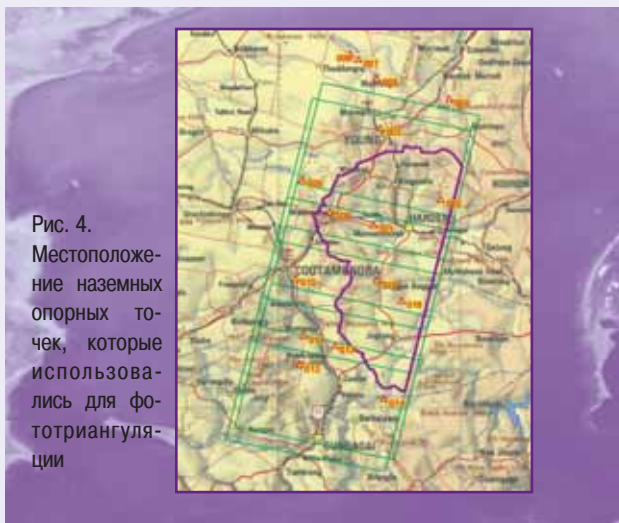


Рис. 4. Местоположение наземных опорных точек, которые использовались для фототриангуляции

ности (рис. 6) с тем, чтобы определить их точное местоположение на снимках (рис. 7). Кроме того, для каждой наземной опорной точки были предоставлены формуляры с их уточненными пространственными координатами по результатам GPS-измерений (табл. 2).

МЕТОДЫ

Снимки, сделанные картографической стереокамерой PRISM со спутника ALOS, были импортированы в фотограмметрический программный комплекс SOCET SET. Затем были предприняты многочисленные попытки определения внутренней геометрии и ориентирования снимков. После консультаций с BAE Systems было установлено, что для определения внутренней геометрии снимков в SOCET SET необходимо иметь значения коэффициентов рационального многочлена (RPC), без которых создание фотограмметрических моделей не представляется возможным. Коэффициенты RPC были получены и затем использованы для создания фотограмметрических моделей в SOCET SET. Был выполнен импорт снимков в SOCET SET, и проведена проверка их качества. Все изображения на снимках оказались на 100% без облаков и имели хорошие радиометрические параметры с небольшой насыщенностью на освещенных участках и отсутствием насыщенности на темных участках.

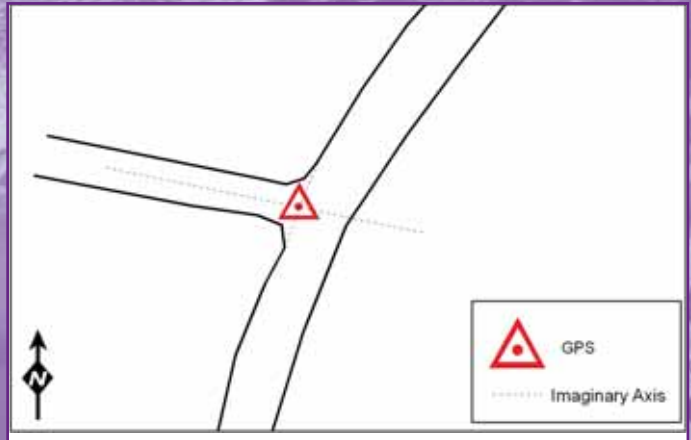


Рис. 5. Схема планового положения наземной опорной точки № 15 (GCP_015a/b) на местности



Рис. 6. Фотография наземной опорной точки № 15

Протокол о невязках SOJET SET (пиксели)

Номер опорной точки	Номер сцены (изображения)	Невязка по строкам, пиксель	Невязка по столбцам, пиксель
GCP_01	ALPSMB045064350-01B1__B	0,059	-0,043
	ALPSMB045064355-01B1__B	0,088	0,005
	ALPSMF045064235-01B1__F	-0,023	-0,069
	ALPSMF045064240-01B1__F	-0,297	0,075
GCP_02	ALPSMB045064350-01B1__B	-0,124	0,108
	ALPSMF045064235-01B1__F	0,198	-0,011
GCP_03	ALPSMB045064350-01B1__B	0,108	-0,048
	ALPSMF045064235-01B1__F	-0,618	0,116
GCP_08	ALPSMB045064350-01B1__B	-0,047	-0,048
	ALPSMF045064235-01B1__F	0,397	0,072
GCP_09	ALPSMB045064350-01B1__B	0,004	0,031
	ALPSMB045064355-01B1__B	0,066	0,112
	ALPSMF045064235-01B1__F	0,046	-0,107
	ALPSMF045064240-01B1__F	-0,268	0,118
GCP_10	ALPSMB045064355-01B1__B	-0,059	0,223
	ALPSMF045064240-01B1__F	0,090	-0,156
GCP_11	ALPSMB045064355-01B1__B	-0,244	-0,099
	ALPSMB045064360-01B1__B	-0,105	-0,001
	ALPSMF045064245-01B1__F	0,203	-0,024
GCP_12	ALPSMB045064360-01B1__B	0,444	0,158
	ALPSMF045064245-01B1__F	-0,362	-0,058
GCP_13	ALPSMB045064355-01B1__B	0,091	-0,399
	ALPSMB045064360-01B1__B	-0,019	-0,302
	ALPSMF045064245-01B1__F	-0,191	0,403
GCP_14	ALPSMB045064360-01B1__B	-0,317	0,144
	ALPSMF045064245-01B1__F	0,348	-0,321
GCP_15	ALPSMB045064355-01B1__B	0,697	0,255
	ALPSMF045064240-01B1__F	-0,331	-0,117
GCP_16	ALPSMB045064355-01B1__B	-0,638	-0,097
	ALPSMF045064240-01B1__F	0,804	0,081
Среднеквадратическое значение (RMSE) = 0,364 пикселя			

Таблица 4

Сводный протокол о невязках

RMS x, м	1,172
RMS y, м	2,299
RMS z, м	3,425
Среднеквадратическое значение (RMSE), м	4,288

Шесть снимков были собраны в блок для уравновешивания. Определение положения наземных опорных точек на космических снимках осуществлялось по предоставленным схемам их привязки и фотографиям окружающей местности. Отчет о фототриангуляции приведен в табл. 3 и 4. Модель фототриангуляции позволяет рассчитывать параметры внешнего ориентирования каждого снимка с возможностью из-



Рис. 7.
Расположение наземной опорной точки
№ 15 на снимке с КА ALOS/PRISM

мерения координат X, Y, Z с помощью плавающего курсора.

Для измерения линий перегиба рельефа и высотных точек использовался специальный модуль SOCET SET. Линия перегиба фиксировалась везде, где наблюдалось изменение уклона земной поверхности. Высотное положение точек хорошо определялось на вершинах холмов, а на плоских участках поверхности для точной интерполяции форм рельефа информации было недостаточно. Первоначальная оценка показала, что снимки с КА ALOS/PRISM пригодны для построения горизонталей с сечением 10 м (± 5 м). Поэтому плотность фиксации линий перегиба, а также высот отдельных точек проводилась с частотой, необходимой для построения горизонталей с сечением 10 м. Многие линии перегибов имеют форму контуров, которые располагаются на возвышениях или совпадают с направлением изменения уклона (рис. 8).

После создания первоначальной ЦМР с шагом 10 м и ее проверки по наземным опорным точкам, а также после сравнения высот опорных точек, полученных в результате геодезической съемки и измеренных фотограмметрическим способом, было установлено, что стереомодели могут обладать достаточной точностью для отображения рельефа горизонтальями с сечением 5 м (точность по высоте $\pm 2,5$ м). Для этого потребовались дополнительные измерения высот по линиям перегиба и отдельным точкам рельефа.

Высоты по линиям перегиба и отдельным точкам рельефа экспортировались в AutoCAD в формате DXF как цифровая модель местности (ЦММ), по ним с помощью ГИС-приложения TNTmips методом мини-

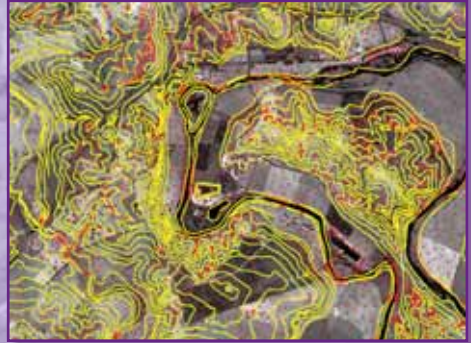


Рис. 8.
Фрагмент результатов стереоскопической рисовки рельефа на ортотрансформированном снимке с КА ALOS/PRISM (линии перегиба, горизонталы и высотные точки)

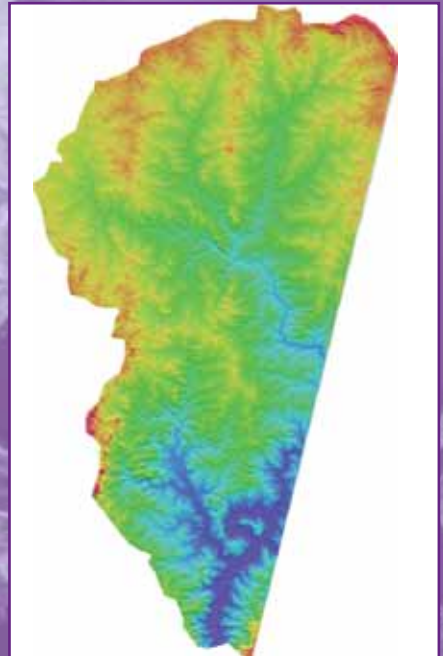


Рис. 9.
Окончательная ЦМР с шагом 10 м

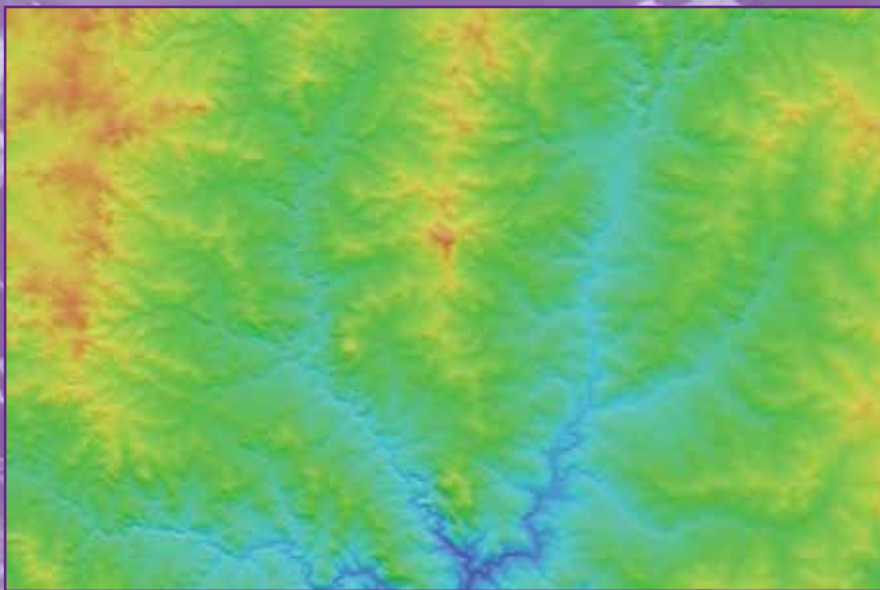


Рис. 10.
Фрагмент ЦМР с шагом 10 м

мальной кривизны строилась ЦМР. Методом проб и ошибок определялись параметры интерполяции, чтобы получить сглаженную поверхность без явных

аномалий, появляющихся в результате использования точек с ошибочными значениями высот, не слишком обобщенную, но сопрягающуюся с высотным положением заданных линий перегиба и отдельных точек рельефа.

Первоначально была построена ЦМР с шагом пикселей 2,5 м. Она подходит для построения горизонталей с сечением рельефа 5 м, поскольку согласно качественной оценке, данная ЦМР имеет аналогичный уровень генерализации, что и карты с сечением рельефа 5 м, опубликованные Департаментом земельных ресурсов штата Новый Южный Уэльс.

Несмотря на то, что ЦМР с шагом 2,5 м подходит для построения горизонталей с сечением рельефа 5 м, было установлено, что этот шаг существенно меньше, чем требуется для правильного отображения рельефа. Был построен ряд ЦМР с шагом 5, 10, 15 и 20 м. Отоб-

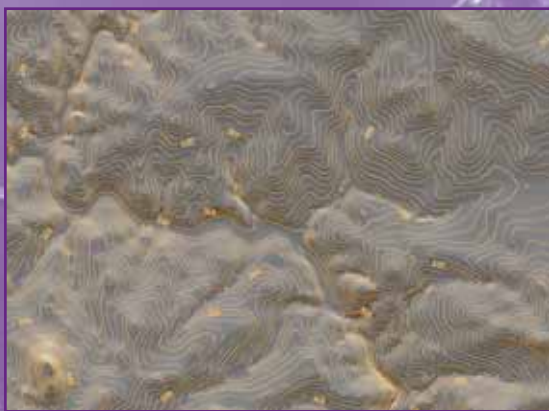


Рис. 11.
Горизонталы с сечением рельефа 5 м

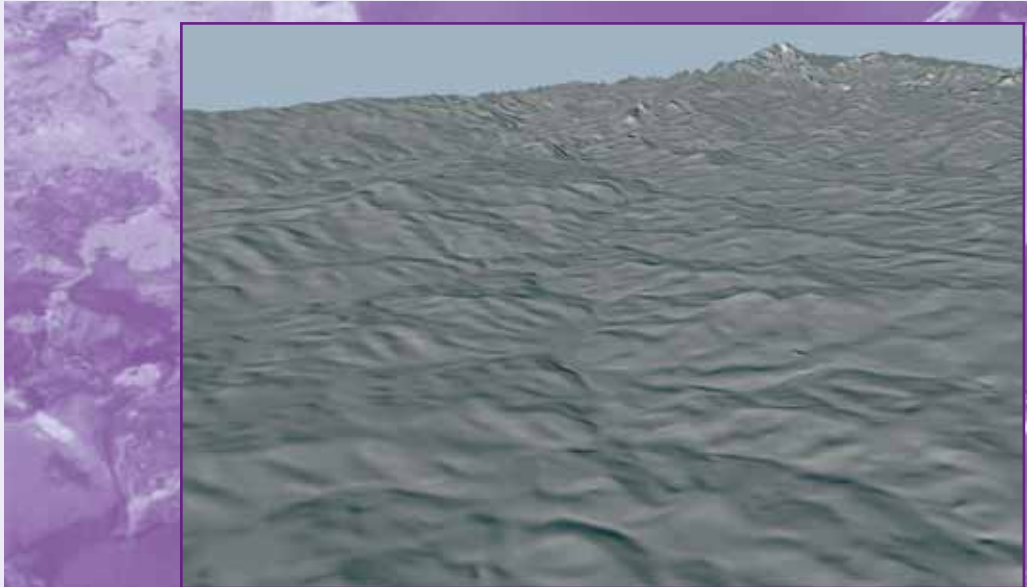


Рис. 12.
Перспективное трехмерное изображение ЦМР

ражение рельефа в виде отмывки на каждой ЦМР оценивалось субъективно для определения соответствия размера пикселей уровню детализации цифровой модели местности, на основе которой она была построена (рис. 9-12).

Оценка точности построенной ЦМР проводилась по отклонениям (DZ_{TIN} и $DZ_{ЦМР}$) между высотами наземных опорных точек, полученными из GPS-измерений (Z_{GPS}), и высотами этих точек, вычисленными по ЦМР с шагом 10 м ($Z_{ЦМР}$) и по сетке TIN (Z_{TIN}). Результаты

оценки по пяти наземным опорным точкам, попавшим в район исследования, приведены в табл. 5.

ОРТОТРАНСФОРМИРОВАНИЕ

Программа TNTmips использовалась для ортотрансформирования снимков, полученных картографической стереокамерой PRISM, по созданной ЦМР. TNTmips позволяет проводить ортотрансформирование любого космического снимка с использованием соответствующей

Таблица 5

Оценка точности построенной ЦМР

№ наземной опорной точки	X, м	Y, м	Z, м	Z _{ЦМР} , м	DZ _{ЦМР} , м	Z _{TIN} , м	DZ _{TIN} , м
15	616508,7609	6161534,1430	429,2810	426,2307	3,0503	425,9333	3,3477
1	615777,3502	6176674,6090	446,0681	439,9567	6,1114	440,5193	5,5488
16	622681,5175	6155809,7240	458,9979	464,1004	-5,1025	464,7564	-5,7585
2	632975,6749	6183448,2100	466,6729	468,4985	-1,8256	468,1329	-1,4600
9	604752,5797	6180590,6140	506,7633	504,9649	1,7984	505,8243	0,9390
				RMSE	3,57764	3,4108	



Рис. 13.
Ортотрансформированная мозаика снимков
с КА ALOS/PRISM

щих коэффициентов RPC. Параметры внешнего ориентирования снимков с КА ALOS/PRISM определялись с помощью их пространственной привязки по наземным опорным точкам. Затем выполнялось ортотрансформирование снимков по ЦМР с шагом 10 м и их монтаж в ортомозаику в программе TNTmips (рис. 13). Далее проводилась субъективная оценка мозаики по наземным опорным точкам, структурным линиям рельефа, данным GPS-измерений и перекрытию снимков. Наблюдаемая погрешность не превышала 2-3 пикселя, которые соответствуют 5-7,5 м.

КОММЕНТАРИИ

Попытки определения внутренней геометрии космических снимков в SOcET SET с помощью обобщенных моделей космической съемки оказались неудачными. После того, как были использованы коэффициенты RPC, определить внутреннюю геометрию снимка не составило труда.

Информация о наземных опорных точках представлялась в очень удобном виде. Схематические планы и фотографии, сделанные на местности, позволили определять положение наземных опорных точек на снимках с высокой точностью. На шесть снимков попали лишь 12 из 16 наземных опорных точек. На каждом снимке присутствовали от 2 до 4 опорных точек, что является минимально необходимым количеством для определения параметров внешнего ориентирования, но недостаточным для составления детального протокола о невязках. Только 5 наземных опорных точек попали в исследуемый район.

Связующие точки между снимками не измерялись. При съемке обширного участка точки привязки могли использоваться для создания расширенной триангуляционной модели, что, в свою очередь, повлияло бы на объем наземной съемки, необходимой при реализации крупных проектов.

Величины невязок модели фототриангуляции показывают, что на основе этих данных нельзя построить горизонталь с сечением рельефа 5 м, которые требуют определения высотных отметок рельефа с точностью порядка 2,5 м. Точность, подтвержденная фототриангуляцией, составила порядка 3,5 м.

Первоначально элементы рельефа снимались с плотностью, необходимой для построения горизонталей с сечением 10 м (± 5 м). После создания ЦМР с шагом 10 м и построения горизонталей, в результате первоначальной обработки, было установлено, что точность фототриангуляции существенно выше, чем требуется для данной задачи. Для повышения плотности точек, линий перегиба и контуров, пригодных для построения горизонталей с сечением рельефа 5 м была применена повторная итерация с использованием стереоизображения, которая показала, что, судя по всему, полученные значения вертикальной точности будут недостаточны для построения горизонталей с сечением рельефа 5 м. Несмотря на это, было очевидно, что можно достичь большей точности, чем требуется для построения горизонталей с сечением 10 м, поэтому представлялось целесообразным определить достижимое значение точности.

Несмотря на то, что в исследуемый район попали только 5 наземных опорных точек, которых недостаточно для достоверной оценки точности, полученные невязки между данными, измеренными спутниковыми приемниками GPS на наземных опорных точках и

данными, полученными по ЦМР и сети TIN, показывают, что погрешность составляет порядка 3,5 м и совпадает с результатами фототриангуляции. Необходимо отметить, что опорные точки не отображались при стереообработке, однако смещения объектов, расположенных рядом с опорными точками, не наблюдались.

Для создания цифровых моделей местности и получения производной информации могут использоваться различные данные. Выбор подходящего метода картографирования земной поверхности зависит, в основном, от уровня точности, требуемого разрешения и площади района. Ниже приводится перечень методов в порядке возрастания стоимости работ:

1. Наземная съемка.
2. Наземное лазерное сканирование.
3. Аэрофотосъемка.
4. Воздушная радиолокационная съемка (интерферометрия).
5. Воздушное лазерное сканирование.
6. Космическая стереосъемка.
7. Космическая радиолокационная съемка (интерферометрия).

Из вышеуказанного списка только аэрофотосъемка, воздушная радиолокационная съемка, воздушное лазерное сканирование и космическая стереосъемка могут применяться для создания ЦМР с шагом от 5 до 25 м.

Было установлено, что для создания ЦМР на базе стереоснимков с КА ALOS/PRISM с точностью от 5 до 10 м требуется приблизительно 200-400 часов на каждую сцену площадью 1600 км² в зависимости от сложности рельефа. При расчете по коммерческим расценкам это приблизительно соответствует затратам от 15 000 до 30 000 дол. на каждую сцену или от 4 до 8 дол. за 1 км².

Затраты на воздушное лазерное сканирование и воздушную радиолокационную съемку составляют порядка 100-150 дол. за 1 км², в зависимости от площади района.

Применение снимков КА ALOS/PRISM экономически выгоднее при съемке небольших районов ввиду того, что с увеличением площади затраты на работы, связанные с созданием наземных опорных точек, увеличиваются в большей пропорции, чем при воздушном лазерном сканировании, воздушной радиолокационной съемке и аэрофотосъемке.

Преимуществом снимков КА ALOS/PRISM также является и то, что затраты на построение ЦМР находятся в пропорциональной зависимости от требуемой точности. Поэтому затраты на построение ЦМР с точностью от 10 до 15 м будут составлять менее половины тех затрат, которые необходимы для создания ЦМР с точностью от 5 до 10 м.

По результатам выполненного проекта можно сделать следующие выводы:

1. Для фотограмметрической обработки с целью создания ЦМР с помощью снимков с КА ALOS/PRISM в SOGET SET необходимо иметь значения коэффициентов RPC.

2. С помощью наземных опорных точек можно точно определить параметры внешнего ориентирования снимков с КА ALOS/PRISM с точностью до субпикселя.

3. При наличии точной блочной модели, созданной в SOGET SET, параллакс между изображениями, полученными картографической стереокамерой PRISM в режимах «вперед» и «назад», достаточен для измерения высот точек с точностью приблизительно 3,5 м (среднеквадратическое значение). Это соответствует пределу теоретической точности, которую можно достичь при небольшом количестве наземных опорных точек и применении данных методов.

4. Из результатов данного проекта непонятно, насколько дополнительные наземные опорные точки и увеличение блока космических снимков может повысить точность.

5. Точность ЦМР и построения горизонталей зависит от плотности измерения высот отдельных точек и элементов рельефа, сложности рельефа вплоть до теоретического предела 3,5 м (среднеквадратичное значение).

6. Снимки с КА ALOS/PRISM можно ортотрансформировать для создания высококачественных панхроматических изображений с точностью приблизительно до 2 пикселей.

7. Применение изображений с КА ALOS/PRISM экономически выгодно при создании ЦМР и построения горизонталей с вертикальной точностью от 5 до 10 м.

8. Преимуществом изображений с КА ALOS/PRISM также является возможность создания трехмерных моделей с точностью, обеспечивающей создание картографических материалов в масштабе 1:25 000. Нанесение линий водоразделов позволяет согласовать ЦМР с гидрографической сетью.

С. Робинсон

(Scott Robinson; Planar Systems, Inc., США)

Работает в компании Planar Systems, Inc. (США). В настоящее время руководит разработкой стереомониторов с диагональю от 17 до 26".

Planar – профессиональные стереомониторы для геоинформационных решений*

Основываясь на 15-летнем опыте разработки стереоскопической продукции компании Planar, остановимся на десяти важных требованиях, предъявляемых пользователями к профессиональным стереомониторам в геоинформационной отрасли.

Высокое качество стереоизображения

Фотограмметристы и специалисты по анализу пространственных данных при обработке аэро- и космических снимков изучают мельчайшие детали и принимают решения исходя из того, что они видят. Успешное выполнение такой задачи во многом зависит от качества рассматриваемого изображения. Профессиональные пользователи пространственных данных не должны снижать требования к качеству изображения. Стереовизуализация должна быть четкой и ясной. Стереомониторы с тусклым, нечетким или неустойчивым изображением заставляют пользователя тратить много времени на дешифрирование снимка. Яркость, контрастность, цветопередача, полутоновая шкала и разрешение должны быть аналогичны характеристикам обычного монитора. Экономия на качестве стереоизображения приведет к потере четкости и точности отображения дешифрируемых объектов.

Минимальное перекрытие

Величина перекрытия показывает, какая часть право-

го изображения видна левым глазом вместе с левым снимком. В идеале стереомониторы должны иметь нулевое перекрытие. Для работы с пространственными данными стереоскопическое перекрытие должно составлять менее 0,5%. Это означает, что если левый глаз видит область левого изображения, имеющего яркость 50 кд/м², то правый глаз должен видеть менее 0,25 кд/м² просвечивающего левого изображения. Малое перекрытие позволяет повысить контрастность стереоизображения.

Удобство просмотра

Фотограмметристы тратят много времени на работу со стереоснимками. Важно устранить дискомфорт при работе пользователя, который может привести к утомлению зрения. Вероятными причинами дискомфорта при работе со стереомонитором являются мерцание, последовательное открытие и закрытие глаз (в противоположность ситуации, когда оба глаза непрерывно смотрят на изображение), низкая яркость, которая вызывает перенапряжение глаз, перекрытие изображений, тяжелые очки (например, с питанием от аккумуляторной батареи) или неподвижное положение головы/глаз в одной точке. Пользователи стереомониторов могут терпеливо относиться к кратковременному дискомфорту при работе с монитором, но продолжительная зрительная нагрузка для глаз и мозга отрицательно скажется на человеке и результате, полученном при выполнении проекта.

* Перевод с английского языка.

Широкий угол обзора

Широкий угол обзора как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости обеспечивает более комфортный просмотр. Несмотря на то, что большинство стереомониторов предназначены для индивидуальной работы, широкий угол обзора таких мониторов позволяет вашим коллегам или руководителям также видеть изображение на мониторе. На рисунке показан пример того, как группа профессиональных пользователей работает со стереомонитором Planag, при этом они смотрят на экран под разными углами.



Широкий угол обзора стереомонитора Planag позволяет проводить групповые занятия

Высокое разрешение

При просмотре снимков высокого пространственного разрешения на стереомониторе с низким разрешением возникает риск потери важных деталей. Разрешение 1920x1200 точек для каждого глаза в стереорежиме позволяет видеть на 76% больше пикселей, чем при разрешении 1280x1024. При этом достигается большая эффективность и более высокая точность. Высокая плотность пикселей, например 100 линий на дюйм (шаг пикселя около 0,25 мм), соответствует качеству, получаемому при просмотре фотографии.

Правильный размер

Большинство аппаратных комплексов для работы с пространственными данными используют монитор с диагональю от 20 до 28". Специалистам, выполняющим обработку и дешифрирование пространственных данных, требуется монитор большего размера, который бы позволял, быстро охватывая взглядом обширные территории, в то же время видеть многочисленные детали. Пользователям стереомониторов, которые активно взаимодействуют со своими коллегами и руководителями, требуется монитор с большей диагональю. При организации индивидуальных рабочих

мест или при ограниченном офисном пространстве могут использоваться мониторы меньшего размера.

Универсальность

Для рациональной организации рабочего пространства и экономии средств лучше использовать, при необходимости, стереомонитор, который может трансформироваться в обычный. Должен обеспечиваться быстрый и удобный перевод монитора из моноскопического режима в стереоскопический, и обратно. Качество изображения при просмотре в двумерном режиме должно соответствовать или превосходить качество изображения стандартного настольного монитора.

Совместимость

Профессиональные пользователи пространственной информации должны концентрироваться на своей работе, а не заниматься регулировкой рабочего стереооборудования для отладки его корректного функционирования. Большинство ГИС-приложений используют интерфейс OpenGL. Это накладывает, соответственно, определенные требования на программное обеспечение, видеокарты, драйверы и монито-

ры. Когда производители оборудования и разработчики программного обеспечения придерживаются специальных требований, предъявляемых OpenGL, становится проще обеспечить совместимость компонентов. Лучше использовать стандартные видеокарты и драйверы для работы стереомониторов со стандартным форматом.

Большой срок службы монитора

Жидкокристаллические мониторы вытеснили мониторы на электронно-лучевых трубках по нескольким причинам. По сравнению с последними, у ЖК-мониторов имеются следующие преимущества:

- более высокая яркость;
- лучшая контрастность при естественном освещении;
- меньшая занимаемая площадь;
- меньший вес;
- больший срок службы;
- отсутствие мерцания;
- меньшее потребление энергии;
- меньшее тепловыделение;
- более четкое изображение;
- отсутствие геометрического искажения и прямое отображение пикселей;
- почти полное отсутствие остаточного изображения;
- более высокая разрешающая способность;
- менее опасные отходы при утилизации;
- незначительные помехи от электромагнитного излучения;
- большая работоспособность пользователя.

Функциональная надежность

Очень важно иметь надежный стереомонитор, который внезапно не терял бы режим стереосмотра и не переключался в режим псевдостерео (левое изображение для правого глаза, и наоборот) во время работы. ЖК-мониторы предпочтительны, так как они имеют низкую интенсивность отказов, а ресурс их ламп подсветки превышает 40 000 часов, в то время как у стандартных мониторов на электронно-лучевых трубках ресурс работы ламп составляет всего 10 000–15 000 часов. Производитель стереомониторов должен иметь действующую на предприятии систему качества, документацию и обеспечивать проведение внешних аудитов, что предполагает высокий

уровень качества и функциональной надежности продукции. Сертификация ISO9001 – это один из способов для организации продемонстрировать высокое качество работы.

Компания Planar Systems, Inc. строит работу по разработке стереомониторов, исходя из перечисленных выше требований.

При создании стереомониторов Planar на базе запатентованной технологии StereoMirror, помимо изображения высокого качества, полученного благодаря стандартным мониторами, достигается минимальное перекрытие. Использование в рамках технологии StereoMirror полупрозрачного зеркала делает стереомониторы Planar уникальными: каждый глаз видит отдельное изображение, при этом уменьшается перекрытие. Для обеспечения высокого качества на всех этапах производства компания Planar получила сертификат ISO.

Стереомониторы Planar удобны в работе. Отсутствие поляризационных очков устраняет неудобства, которые возникают при работе с ними. Пользователь может двигать головой и менять рабочее положение при работе с монитором, так как изображение на нем хорошо видно из любого положения, и это, кстати, позволяет просматривать их одновременно несколькими специалистами. Яркость изображения стереомониторов соответствует яркости стандартных настольных мониторов, поэтому нет необходимости приглашать свет в офисе. Поскольку стереомонитор Planar выполнен из двух стандартных настольных мониторов, его легко превратить в обычный мониторе с простым поднятием зеркала StereoMirror.

Стереомониторы Planar в зависимости от размера выпускаются с различным разрешением. Например, самый маленький, с диагональю 17", выполнен на базе матрицы SXGA и имеет разрешение 1280x1024 точек, а самый большой, с диагональю 26", выполнен на базе матрицы WUXGA и имеет разрешение 1920x1200. Мониторы Planar могут работать в режиме nView Clone с видеокарты nVidia Quadro FX. Используя стереомонитор и видеокарту, совместимые с интерфейсом OpenGL Stereo, пользователи могут выбирать программные приложения, которые также поддерживают OpenGL Stereo.

Мы открываем новые горизонты



РЕПУБЛИКАНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
Казенное предприятие
АстанаТопография

- Цифровая аэросъемка высокого разрешения;
- Топографическая съемка масштабов 1:500-1:10000 наземным и стереофотограмметрическим методами;
- Создание сетей референчных станций дифференциальной поправки;
- Создание плановых и высотных геодезических сетей всех классов;
- Обновление и создание цифровых топографических карт;
- Геодезическое изыскание под капитальное строительство;
- Съемка подземных коммуникации;
- Создание отраслевых и корпоративных географических информационных систем (ГИС).



010000, Республика Казахстан,
г. Астана, ул. Желтоқсан 25(41), офис 419-428
тел.: +7 (7172) 32-66-92, факс: +7 (7172) 32-31-55
e-mail: Info@astg.kz

А.В. Абросимов (Компания «Совзонд»)

В 1992 г. окончил географический факультет Удмуртского государственного университета по специальности «география». Работал руководителем вузовско-академической лаборатории Курганского государственного университета и Института географии РАН. В настоящее время – заместитель главного инженера компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

Б.А. Дворкин (Компания «Совзонд»)

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

Перспективы применения данных ДЗЗ из космоса для повышения эффективности сельского хозяйства в России

Сельское хозяйство – одна из самых перспективных сфер для использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в целях повышения интенсификации животноводческого и особенно растениеводческого производства. Сельскохозяйственные культуры отлично отображаются на космических снимках, они ничем не скрыты, одноярусны, хорошо дешифрируются как по текстуре, так и по спектральным характеристикам.

Методы ДЗЗ широко используются в агропромышленном комплексе многих стран мира (США, Канада, страны Евросоюза, Индия, Япония и др.). К наиболее известным примерам действующих систем сельскохозяйственного мониторинга можно отнести проект MARS (The Monitoring of Agriculture with Remote Sensing; разработка Объединенного исследовательского центра Еврокомиссии по мониторингу сельскохозяйственных земель), который позволяет определять площади посевов и урожайность сельскохозяйственных культур, начиная с уровня государств и регионов, вплоть до отдельных ферм. Результаты расчетов используются для налогового контроля за производителями продукции, выработки гибкой системы цен и квот, планирования экспортно-импортных операций и других мероприятий. Аналогичная система используется Минсельхозом США (USDA).

В России разрабатывается национальная Космическая система дистанционного зондирования Земли для мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Работа ведется в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (2008-2012 гг.), в которой на создание системы государственного информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства (куда попадает и использование технологий ДЗЗ) выделено около 4,5 млрд руб.

Согласно данным Росстата, в 2007 г. посевная площадь в стране составила 76,4 млн га. Управление сельскохозяйственным производством на различных уровнях требует наличия объективной и регулярно обновляемой информации. Для адресных инвестиций в агропромышленный комплекс необходимо проведение инвентаризации сельхозугодий. Здесь, на наш взгляд, при существующей в стране традиционной системе получения данных о состоянии сельскохозяйственных земель возникают практически непреодолимые (без применения технологий ДЗЗ) сложности.

Для проведения учета, инвентаризации и классификации сельхозугодий необходимо наличие специальных крупномасштабных сельскохозяйственных планов и карт. В СССР и России крупномасштабная

сельскохозяйственная (или земельная) съемка никогда системно в общегосударственном масштабе не проводилась. Имеющиеся в наличии разнородные планы и карты сельхозугодий по районам и хозяйствам безнадежно устарели, так как создавались в советские времена. Кроме того, они зачастую примитивны по содержанию (показаны только границы угодий), не обладают единой координатной привязкой, топооснова их искажена (из-за существовавших в те времена инструкций по соблюдению секретности). Происходившие в стране в начале 1990-х гг. реструктурные процессы существенно затронули аграрный сектор. Многие земли были выведены из оборота и брошены. За прошедшие с тех пор годы часть этих земель пришла, практически, в негодность с точки зрения возможности сельскохозяйственного использования (например, заросла лесом). Естественно, что эти явления никакого отражения на старых планах и картах не имеют, поэтому пользуясь ими, предполагаемый инвестор даже приблизительно не может подсчитать площади потенциальных сельхозугодий.

Из вышесказанного следует, что важнейшей задачей, которую в первую очередь необходимо решать с помощью данных ДЗЗ в аграрном секторе экономики России, является инвентаризация сельхозугодий и создание специальных тематических карт. Сельхозугодья, брошенные, засоренные и зарастающие (в том числе и лесной растительностью) земли хорошо дешифрируются по текстуре изображения. В наличии имеется большой массив архивных снимков, который может оказать существенную помощь. Если, взять, например, снимки с космических аппаратов (КА) Landsat 1990-х гг. и провести их сравнение с современными, то несложно выявить земли, пришедшие в негодность и которые невозможно вернуть в оборот без дополнительных финансовых вложений.

В настоящее время для инвентаризации сельскохозяйственных земель и создания специальных карт наиболее перспективны данные с КА ALOS (Япония). Камера PRISM, которой снабжен спутник, в основном, и предназначена для картографирования. Характеристики съемочной системы ALOS/PRISM подробно описаны в статье этого номера журнала (А.В. Абросимов, Б.А. Дворкин «Возможности практического использования данных ДЗЗ из космоса для решения задач мониторинга водных объектов», с. 54). Следует отметить, что стоимость цифровых изображений с КА ALOS существенно ниже, чем с других спутников с аналогичным разрешением (например, с КА SPOT-5 или CARTOSAT-1), а себестоимость камеральных работ при построении ортотрансформированных изображений для создания картографической продукции достаточно низкая.

Сельскохозяйственное картографирование с использованием данных ДЗЗ должно обеспечить составление карт следующих уровней:

- карты административных районов;
- карты отдельных хозяйств;
- карты отдельных угодий (конкретных полей, пастбищ, сенокосов и т. д.).



Рис. 1.
Оценка урожайности на уровне хозяйства

Технология дешифрирования снимков для тематических задач с применением программного комплекса ENVI хорошо отработана специалистами компании «Совзонд», поэтому, создание специальных сельскохозяйственных карт, например, на регион средней полосы Европейской части России, может занять не более 2 месяцев.

Следующей важной и, безусловно, перспективной областью применения технологии ДЗЗ в аграрной сфере является мониторинг сельскохозяйственных культур.

Типичными задачами здесь становятся:

- обеспечение текущего контроля за состоянием посевов сельскохозяйственных культур;
- раннее прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур (рис. 1);
- мониторинг темпов уборки урожая одновременно по территориям крупных регионов;
- определение емкости пастбищ различных типов и продуктивности сенокосов и др.

Эти задачи решаются систематическими повторными съемками, которые обеспечивают наблюдение за динамикой развития сельскохозяйственных культур и прогнозирование урожайности. Используя при дешифрировании различия в спектральных яркостях растительности в течение вегетационного периода и индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), можно по тону изображения полей судить об их агротехническом состоянии и т. д.

Следует отметить, что текущие результаты мониторинга становятся гораздо объективнее и точнее, когда они совмещаются с актуальными и достаточно точными картами сельхозугодий. Сами же по себе задачи мониторинга решаются на этом фоне эффективнее и с существенно меньшими затратами, так как нет необходимости использовать наземные полевые

измерения для определения границ полей и гораздо легче выполняется выделение эталонных участков. Если не брать в расчет такой аграрный сектор как «точное земледелие» (о котором будет сказано ниже), то для комплекса задач сельскохозяйственного мониторинга вполне подходят данные, полученные со спектро радиометра MODIS, который установлен на КА Terra и Aqua (США), подробно описанным в статье этого номера журнала (А.В. Абросимов, Б.А. Дворкин «Возможности практического использования данных ДЗЗ из космоса для решения задач мониторинга водных объектов», с. 54).

Особенное значение методы ДЗЗ приобретают в такой относительно новой сфере сельского хозяйства как «точное земледелие», суть которого состоит в том, что для получения с данного поля максимального количества качественной и наиболее дешевой продукции для всех растений этого сельхозугодья создаются одинаковые условия роста и развития без нарушения норм экологической безопасности. «Точное земледелие» внедряется путем постепенного освоения качественно новых агротехнологий на основе современных, высокоэффективных и экологически безопасных технических и агрохимических средств. Первостепенное значение для «точного земледелия» имеет постоянный контроль за состоянием растительности. Важной составляющей технологии «точно-

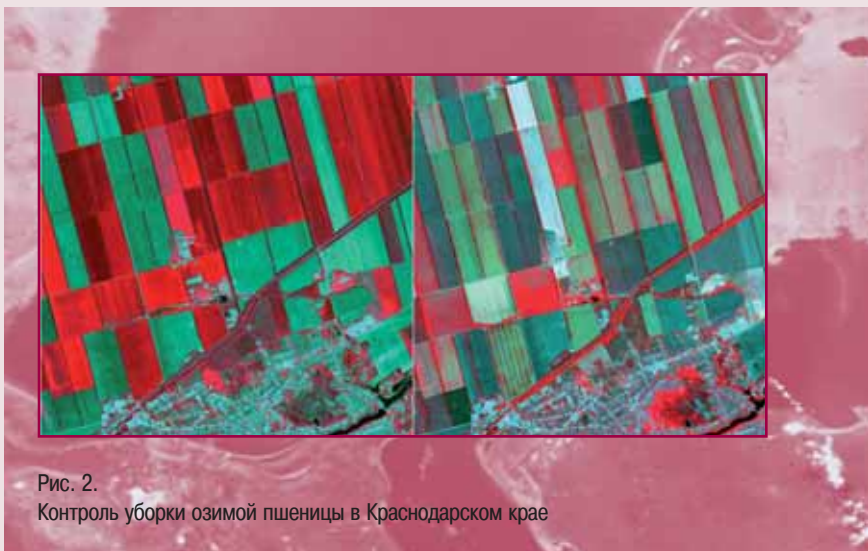


Рис. 2.
Контроль уборки озимой пшеницы в Краснодарском крае

го земледелия» является своевременное обнаружение и локализация участков угнетенного состояния растительности в пределах одного поля, что может быть вызвано разными факторами: поражением растений вредителями, наличием сорной растительности и т. д. Данные ДЗЗ для оперативного реагирования на ситуацию являются незаменимыми. Для этого они должны удовлетворять следующим условиям:

- возможностью оперативного получения данных ДЗЗ и их обработки;
- высоким и сверхвысоким разрешением данных ДЗЗ для повышения точности определения биофизических параметров растительного покрова;
- наличием мультиспектрального режима, позволяющего при дешифрировании использовать различия в спектральной яркости изображения;
- достаточно частой периодичностью съемки.

Отметим также немаловажное значение данных ДЗЗ для контроля уборочных сельскохозяйственных работ (рис. 2).

Хорошая перспектива в плане сельскохозяйственного мониторинга у группировки из пяти спутников RapidEye, подробно описанной в другой статье этого номера журнала (А.В. Абросимов, Б.А. Дворкин «Возможности практического использования данных ДЗЗ из космоса для решения задач мониторинга водных объектов», с. 54). Маневренность аппаратов, большие площади съемки, возможность ежедневного мониторинга, а также высокое пространственное разрешение делают использование данных, полученных с помощью группировки спутников RapidEye, особенно перспективными в сельском хозяйстве (рис. 3). Обратим внимание, что дополнительный спектральный канал red-edge («крайний красный») съемочной аппаратуры спутников как раз оптимально подходит для наблюдения и анализа состояния растительного покрова (оценка содержания хлорофилла, протеина и азота).

В заключение следует отметить, что компания «Совзонд» предлагает комплексный системный подход для использования данных ДЗЗ в сельском хозяйстве. Оптимальной выглядит следующая схема:

1. Инвентаризация сельхозугодий и специальное сельскохозяйственное картографирование (данные с КА ALOS/ PRISM).
2. Сельскохозяйственный мониторинг (КА Terra, Aqua/MODIS; для «точного земледелия» — RapidEye).



Рис. 3. Схема севооборота на 2009 г. (хозяйство «Рассвет», Тульская область). Снимок RapidEye, синтез: ближний инфракрасный — красный — зеленый

Для реализации этой схемы перспективным является создание регионального (районного) Центра оперативного космического сельскохозяйственного мониторинга и пространственного анализа, который будет включать системы:

- получения и обработки информации в режиме реального времени;
- динамического отображения информации в геоинформационной среде;
- информационно-аналитической поддержки принятия решений;
- связи и управления.

В состав центра могут быть включены мобильные полевые лаборатории, позволяющие оперативно решать ряд задач, таких, например, как выбор эталонных участков и периодические наземные измерения параметров сельскохозяйственных культур на этих участках.

В.Н. Антонов (Западно-Сибирский региональный центр приема и обработки спутниковых данных, Новосибирск)

В 1982 г. окончил Новосибирский электротехнический институт по специальности «радиотехник». С 1974 г. работает в Западно-Сибирском региональном центре приема и обработки спутниковых данных, в настоящее время – заместитель начальника.

Л.А. Сладких (Западно-Сибирский региональный центр приема и обработки спутниковых данных, Новосибирск)

В 1976 г. окончила Иркутский государственный университет по специальности «география». С 1977 г. работает в Западно-Сибирском региональном центре приема и обработки спутниковых данных, в настоящее время – ведущий инженер отдела тематической обработки данных ДЗЗ.

Мониторинг состояния посевов и прогнозирование урожайности яровой пшеницы по данным ДЗЗ

Использование данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в сельском хозяйстве представляет собой быстро развивающееся и перспективное направление. Важным преимуществом спутниковой съемки является оперативность получения информации о пространственном размещении используемых пахотных земель, а также объективность и независимость получаемой информации [1].

Для мониторинга состояния посевов зерновых культур использовалась информация со спутника Terra (сканер MODIS; ширина полосы захвата 2330 км, пространственное разрешение 250 м, в двух спектральных диапазонах – 0,62-0,67 мкм (в красной области спектра) и 0,84-0,87 мкм (в инфракрасной)) и спутников SPOT-2 и SPOT-4 (пространственное разрешение 20 м, ширина полосы съемки 60 км). Данные со спутников оперативно принимаются и обрабатываются 2-3 раза в сутки в Западно-Сибирском региональном центре приема и обработки спутниковых данных (ЗапСибРЦПОД), расположенном в Новосибирске.

Получение производных изображений по спутниковым данным путем обработки по специальным алгоритмам в избранных зонах спектра позволяет изучать продуктивность растений, биомассу и интенсивность фотосинтеза [2]. Наблюдения за динамикой развития

сельскохозяйственных культур по данным ДЗЗ показали, что в спектральном признаковом пространстве каждый вид культуры в определенные сроки и в определенной фазе развития образует компактный кластер [3] (совокупность однородных фотометрических точек). Количественной характеристикой состояния посевов служит нормализованный вегетационный индекс NDVI (Normalised Vegetation Index). В определенной точке изображения NDVI – это отношение разности интенсивностей отраженного света в инфракрасном и красном диапазонах спектра к их сумме. В красной области спектра находится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а в инфракрасной области спектра – максимум отражения клеточными структурами листа [4]:

$$NDVI = r_{nir} - r_{red} / r_{nir} + r_{red}.$$

При появлении всходов, в течение вегетационного периода, росту биомассы яровой пшеницы соответствует увеличение значений NDVI, а с наступлением периода созревания снижается содержание хлорофилла и, соответственно, значения NDVI (рис. 1).

Снижение значений NDVI в период активной вегетации (до наступления фазы молочной спелости) свидетельствует о стрессовом состоянии посевов. Это может быть поражение посевов вследствие стихийных явлений (град, ливни, засуха, пожары), а также пора-

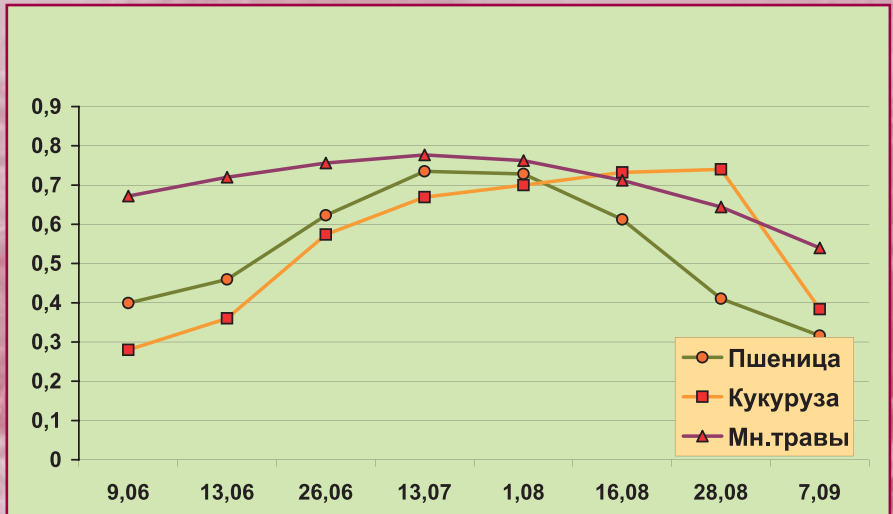


Рис. 1. Сезонный ход значений вегетационного индекса на полях: яровой пшеницы, кукурузы и многолетних трав

жение вредителями, такими как хлебная полосатая блошка, ячменная шведская муха и др. Так, в 2005 г., снижение NDVI с конца июня до начала июля в южных районах Новосибирской области было следствием дефицита влажности почвы. Увеличение значений NDVI на паровых полях свидетельствует о засоренности паров, при росте NDVI и достижении значений 0,3700 и выше на парах уже необходимо проводить агротехнические мероприятия по борьбе с сорняками.

В период активной вегетации значения NDVI раз-

личных сельскохозяйственных культур группируются в определенных пределах (см. таблицу). Синтезирование разновременных изображений индекса NDVI позволяет достаточно точно распознать зерновые культуры, паровые поля и многолетние травы [5].

Количественные характеристики, полученные в результате обработки мультиспектральных снимков, позволяют не только оценить состояние сельскохозяйственных культур на обширных территориях, но и рассчитать урожайность.

Систематические ошибки геопривязки ортоснимков без использования опорных точек

Наименование культуры	NDVI	NDVI
	10.06.2006	30.06.2006
Ячмень	0,2385	0,6152
Ячмень (раннего сева)	0,6978	0,7512
Овес	0,4263	0,7054
Кукуруза	0,2537	0,4625
Яровая пшеница	0,2930	0,7283
Многолетние травы	0,7615	0,7683

Для прогноза урожайности используется модель биопродуктивности, разработанная в Сельскохозяйственной научно-исследовательской лаборатории (Grassland Soil and Water Research Laboratory; США, штат Техас). Модель позволяет рассчитывать урожайность различных сельскохозяйственных культур. В условиях Западной Сибири результаты непосредственного использования модели, без внесения корректировок, получаются недостаточно адекватными. Адаптация и настройка модели биопродуктивности для агроклиматических условий Новосибирской области выполнена на основе методических данных и данных о фактической урожайности за 1985–2004 гг. В модель были введены:

- климатические характеристики, включающие параметры: максимальную и минимальную температуру воздуха, суммарные суточные осадки, относительную влажность воздуха, среднюю скорость ветра, суммарную солнечную радиацию;
- агрохимические характеристики метрового слоя почвы;
- агрогидрологические характеристики и механический состав метрового слоя почвы;

- запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы.

Для работы в модели по перечисленным выше климатическим параметрам создана база данных за 23 года по 32 метеостанциям Новосибирской области за период с 1985 г. по 2009 г. В соответствии с агроклиматическим районированием Новосибирской области было выбрано 15 административных районов. Практически в каждом районе было взято по 2 тестовых хозяйства. Хозяйства представили схемы размещения культур с датами сева. Используя архивную информацию со спутника Landsat (пространственное разрешение 15 м) и спутников SPOT-2, SPOT-4 (пространственное разрешение 20 м), в геоинформационной системе ArcView были построены уточненные схемы полей всех тестовых хозяйств. По уточненным схемам осуществлялась идентификация полей на основе оперативной информации со спутников Terra и SPOT. После первичной обработки (калибровка, геопозиционирование изображения) данные со спутников импортировались в программный комплекс ENVI 4.3, и после трансформации исходного изображения была получена тематическая карта с кластеризацией территории Новосибирской области по значениям NDVI. В результате были получены усредненные значения NDVI в рамках отдельного поля яровой пшеницы. В период от появления всходов до 20 июля на каждом исследуемом поле были вычислены значения NDVI от 3 до 8 сроков. В 2004–2009 гг. на конец второй декады июля выполнялось прогнозирование урожайности яровой пшеницы по хозяйствам и районам Новосибирской области.

Результаты испытания модели биопродуктивности показали, что

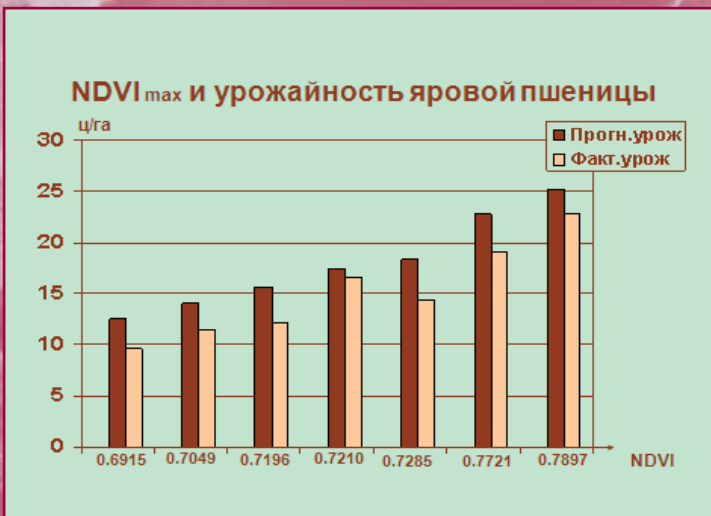


Рис. 2.

Диаграмма зависимости между максимальными значениями NDVI и фактической и прогностической урожайностью

существует достаточно стабильная зависимость между значениями NDVI и урожайностью яровой пшеницы (рис. 2). Коэффициент корреляции, рассчитанный по отдельным полям между максимальными значениями NDVI и фактической урожайностью, составил 0,83.

Подтверждение прогноза урожайности яровой пшеницы в хозяйствах Новосибирской области в 2005 г. составило 88%, в 2006 г. – 82% (рис. 3), в 2007 г. – 97%, в 2008 – 84%, а среднерайонной урожайности в 2008 г. – 85%.

Вариации урожайности существенно зависят от агрохимического состава почвы, соблюдения оптимальных сроков сева и наличия локальных осадков над отдельными хозяйствами, что наиболее актуально для южных районов Новосибирской области.

В заключении следует отметить, что:

- с помощью данных ДЗЗ можно определять площади используемых пахотных земель на обширных территориях, осуществлять мониторинг посевных и уборочных работ;
- применение модели биопродуктивности в сово-

Список литературы

1. Барталев С.А., Лупян Е.А., Нейштадт И.А., Щербенко Е.В. Разработка методов мониторинга пахотных земель России по данным спутниковых наблюдений радиометром MODIS. – М.: ИКИ РАН, 2007. – 222 с.
2. Бондаренко Н.Ф., Жуковский Е.Е., Мутнин И.Г., Полуэктов Р.А., Усков И.В. Моделирование продуктивности агроэкосистем. – Л., 1982. – 221 с.
3. Виноградов Б.В. Преобразованная Земля. – М.: Мысль, 1981. – 295 с.

4. Хворова Л.А., Брыксин В.М. Применение математических методов и математического моделирования для оценки агроклиматического потенциала территорий // Известия Алтайского государственного университета. – 2002. – № 1(23). – С. 41-45.
5. Нейштадт И.А., Барталев С.А., Ершов Д.М. и др. Алгоритмы анализа данных спутниковых наблюдений Terra/Modis для мониторинга сельскохозяйственных земель // Геоинформатика. – 2004. – С. 205-209.

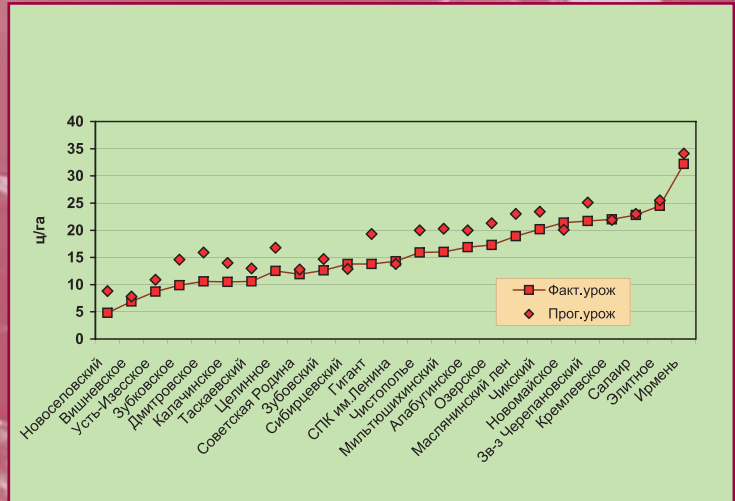


Рис. 3.

Прогноз урожайности яровой пшеницы и фактическая урожайность по хозяйствам Новосибирской области в 2006 г.

купности с данными ДЗЗ позволяет осуществлять оценку состояния посевов и прогнозирование урожайности зерновых культур без проведения дорогостоящих полевых измерений;

- используя метод сравнительного анализа по индексу вегетации, можно идентифицировать зерновые культуры, однолетние и многолетние травы, поля под паром и степень их засоренности.

А.В. Абросимов (Компания «Совзонд»)

В 1992 г. окончил географический факультет Удмуртского государственного университета по специальности «география». Работал руководителем вузовско-академической лаборатории Курганского государственного университета и Института географии РАН. В настоящее время – заместитель главного инженера компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

Б.А. Дворкин (Компания «Совзонд»)

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

Возможности практического использования данных ДЗЗ из космоса для мониторинга водных объектов

Эффективное управление водными ресурсами – одна из важных глобальных задач, стоящих перед человечеством. Проблемы рационального водопользования и оценки качества воды являются приоритетными задачами многих международных проектов, например, такого как Европейская система глобального мониторинга в интересах окружающей среды и безопасности – Copernicus (прежнее название – GMES).

В России водохозяйственным вопросам также уделяется большое внимание, в том числе и на государственном уровне. Принятый в 2006 г. Водный кодекс Российской Федерации регулирует всю деятельность в сфере водных ресурсов. Водное законодательство России основывается на принципе значимости водных объектов в качестве основы жизнедеятельности человека. Регулирование водных отношений, согласно Водному кодексу РФ, осуществляется исходя из представления о водном объекте как о важной составной части окружающей среды, месте обитания объектов животного и растительного мира, в том числе водных биологических ресурсов, как о природном ресурсе, используемом человеком для личных и бытовых нужд, осуществления хозяйственной и иной деятельности и, одновременно, как об объекте права собственности и иных прав.

Особенностью большинства водных и гидротехни-

ческих объектов (реки, озера, каналы, водохранилища и т. д.) является их фактическая площадь и протяженность, а также неравномерное размещение по всей территории страны. Очевидно, что наличие информации о точном местоположении этих объектов, их взаиморасположении, взаимовлиянии и динамике изменений существенно влияет на качество принимаемых решений в сфере управления водным хозяйством.

Как отмечается в отчете Счетной палаты РФ от 28 ноября 2006 г. «Проверка организации и эффективности управления водными ресурсами Российской Федерации в Федеральном агентстве водных ресурсов...», актуальность рационального использования водных ресурсов обусловлена тем, что из общего запаса воды на Земле в объеме 1400 млн км³ лишь 2,5% приходится на пресную воду. Россия – одна из наиболее богатых природными водами стран мира. Суммарные естественные ресурсы и запасы пресных вод Российской Федерации оцениваются в 7770,6 км³ в год. На территории РФ находятся 2,5 млн рек, 2,7 млн озер, 2290 водохранилищ, объемом свыше 1 млн км³, 30 тыс. малых водохранилищ и прудов. Основное значение для водопользования имеют возобновляемые ресурсы речного стока, которые обеспечивают около 90% потребности в водных ресурсах населения и хозяйственного комплекса страны и

оцениваются в размере 4279 км³ в год, и пресные подземные воды со статическим запасом воды свыше 15 тыс. км³. Для обеспечения потребности в водных ресурсах населения, промышленности и сельского хозяйства, речного судоходства и рыбного хозяйства, защиты населенных пунктов и объектов экономики от наводнений и других видов вредного воздействия вод в России создан водохозяйственный комплекс, состоящий из 65 тыс. водохозяйственных объектов, в том числе около 30 тыс. гидротехнических сооружений, регулирующих речной сток водохранилищ и прудов общим объемом более 800 км³, 37 систем межбассейнового перераспределения водных ресурсов по каналам общей протяженностью около 3 тыс. км и объемом стока, перебираемого в дефицитные районы, более 17 км³ в год.

Среди основных целей деятельности водохозяйственного комплекса страны можно выделить следующие:

- обеспечение мероприятий по рациональному использованию, восстановлению и охране водных объектов, предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод;
- эксплуатация водохранилищ и водохозяйственных систем комплексного назначения, защитных и других гидротехнических сооружений, обеспечение их безопасности;
- разработка схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, водохозяйственных балансов и составление прогнозов состояния водных ресурсов и перспективного использования и охраны водных объектов;
- обеспечение разработки и осуществления противопаводковых мероприятий, мероприятий по проектированию и установлению водоохраных зон водных объектов и их прибрежных защитных полос, предотвращению загрязнения вод.

Вполне очевидно, что водное хозяйство – это сфера, в которой использование методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса и геоинформационных технологий трудно переоценить.

С помощью данных ДЗЗ и программных комплексов по их обработке можно решать многие важные задачи, в том числе такие как:

- инвентаризация водохранилищ и других водных объектов;
- мониторинг состояния дамб и других водозащитных и гидротехнических сооружений;

- мониторинг экологического состояния водных объектов, в том числе выявление загрязненных в результате аварийных сбросов и разливов загрязняющих веществ участков водоемов, выявление источников загрязнения;
- мониторинг русловых процессов и картографирование микрорельефа дна на мелководьях;
- прогнозирование и оперативный мониторинг наводнений, моделирование процессов затопления территории в результате наводнений;
- мониторинг состояния водоохраных зон, несанкционированного строительства в их пределах промышленных и жилых объектов;
- разрешение судебных споров, связанных с использованием и нарушениями Водного кодекса РФ;
- определение биологической продуктивности водоемов, выявление водных биоресурсов, решение рыбобоводческих задач и многие другие.

Остановимся подробнее на некоторых задачах, представляющих, на наш взгляд, наибольший интерес для специалистов, сталкивающихся с практическими вопросами инвентаризации и мониторинга водных объектов и гидротехнических сооружений, экологическими и водоохраными проблемами.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ И ДРУГИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ ИХ ГРАНИЦ

Дешифрирование космических снимков с целью локализации водных объектов обеспечивает точное проведение границ раздела «вода – суша». Это достигается за счет использования некоторых особенностей отображения водной поверхности на снимках. Например, в видимом диапазоне спектра вода имеет более высокий коэффициент поглощения, а значит на дневных снимках водные поверхности темнее, чем сухопутные; в ближнем инфракрасном диапазоне отражательная способность воды ниже, чем в видимом, поэтому индекс вегетации NDVI для воды имеет отрицательные значения и т. д. Следует, однако, оговориться, что не все так просто. В водной массе многих эвтрофных озер, рек, несущих большие объемы аккумулятивного материала, присутствует значительное количество взвешенных органических и минеральных частиц, что приводит к разнообразию отраженных яркостей от акваторий раз-

личных водоемов, а также внутри акватории одного водоема, «размыванию» береговой линии и, соответственно, к усложнению процесса дешифрирования.

Традиционно оконтуривание береговых линий водоемов проводилось однократно в межлетний период в течение цикла обновления картографической продукции. Периодичность космической съемки в настоящее время позволяет не просто выполнить разовое установление границы водоема, но и осуществлять регулярное определение положения береговой линии водохранилищ и других водных объектов, отслеживать все изменения конфигурации водного зеркала с заданной степенью периодичности.

Перспективными для этих целей с точки зрения «цена – качество» являются данные с космического аппарата (КА) ALOS (Япония). Картографическая камера PRISM, которая установлена на спутнике, в основном, и пред-

назначена для картографирования. Она состоит из трех объективов для визирования «вперед», «вниз» и «назад», и каждый объектив обеспечивает съемку с пространственным разрешением 2,5 м. Для PRISM характерна не только высокая разрешающая способность, но и достаточно широкая полоса съемки – до 35 км. Наиболее революционным параметром, выделяющим эту съемочную систему среди других, является высокая точность геопозиционирования снимков только по орбитальным данным, без использования данных о наземных опорных точках. Использование RPC (коэффициентов рационального полинома), поставляемых вместе со снимками, позволяет получать изображения земной поверхности с точностью геопозиционирования не хуже 10 м (RMSE – средняя квадратическая погрешность), что вполне удовлетворяет задачам создания и обновления топографических карт в масштабе до 1:25 000.



Рис. 1.
Ортотрансформированная мозаика ОРТОРЕГИОН на нижний бьеф Нижнесвирского водохранилища (Ленинградская область; изображение уменьшено в 4 раза)

Фотограмметрическая группа компании «Совзонд» завершила работы по созданию ортотрансформированной мозаики с разрешением 2,5 м и 10 м (продукт ОРТОРЕГИОН), на большую часть территории Российской Федерации. Предлагаемая мозаика, в частности, подходит и для задач картографирования и инвентаризации водных объектов (рис. 1, 2).

В основе ортотрансформированной мозаики масштаба 1:25 000-1:50 000 лежат ортокорректированные панхроматические снимки с пространственным разрешением 2,5 м, полученные съемочной системой ALOS/PRISM в 2006-2009 гг. Снимки объединяются в единое растровое поле с выравниванием тона и последующей нарезкой на отдельные фрагменты, покрывающие административные районы или округа. По независимым оценкам партнеров компании «Совзонд» точность отображения объектов земной поверхности на ортомозаике находится в пределах 7-10 м в зависимости от типа территории.

В случае периодической инвентаризации недостатком данных с КА ALOS является отсутствие возможности осуществлять съемку на заказ с заданной периодичностью. Этот недостаток может быть компенсирован совместным использованием снимков ALOS/PRISM (создание базового покрытия) с данными периодической съемки со спутниковой системы RapidEye (регулярное дежурство береговой линии).

Серьезный интерес представляет также использование данных со спутников сверхвысокого разрешения нового поколения (таких как, например, WorldView-1, GeoEye-1 и др.) как в процессе выполнения еще более точной инвентаризации (в масштабе 1:5000-1:10 000), так и для определения динамики меандрирования рек, тенденций плановых переформирований русловых мезоформ при решении задач, например, проектирования и эксплуатации подводных трубопроводов и других объектов. В результате сопоставления данных ДЗЗ разных лет выявляются опасные для таких объектов русловые процессы.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДОЗАЩИТНЫХ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ, ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Задачи, включенные в данную категорию, объединяют преимущественное использование для их эффективного решения космических снимков сверхвысокого разрешения (не меньше 1 м на местности).

Данные ДЗЗ из космоса позволяют оценивать техническое состояние сооружений, проектировать новые объекты. Особенно перспективно использование таких данных для протяженных объектов как при строительстве, так и при эксплуатации, например, водохранилищ дамб, гидротехнических сооружений в труднодоступных районах и т. д.

Немаловажное значение имеет постоянный опера-



Рис. 2.
Нижнесвирская ГЭС на мозаике ОРТОРЕГИОН (реальное разрешение)

тивный мониторинг состояния дамб и плотин с целью своевременного выявления начинающихся процессов их эрозионного размыва, ветрового разрушения, образования каверн в результате развития карстовых, термокарстовых процессов, физического и химического выветривания.

Наконец, по космическим снимкам сверхвысокого разрешения можно наиболее уверенно выявить самые незначительные источники загрязнения в водоохранных зонах и непосредственной близости от них. Применение данных с КА WorldView-1, GeoEye-1, QuickBird и IKONOS позволит, например, не просто обнаружить молочно-товарную ферму в зоне водосбора (это можно сделать и по снимкам с разрешением в 5-15 м), но и даст возможность оценить интенсивность ее функционирования, обнаружить места складирования отходов и тальвеги, по которым фекальные воды устремляются в

водоем, причем установить данный факт не вероятно (овраги, по которым может осуществляться загрязнение), а в реальности (овраги, по которым осуществляется загрязнение) (рис. 3). Это же относится к другим объектам животноводства, промышленным и канализационным стокам, местам несанкционированного складирования отходов всех видов и другим локальным источникам загрязнения.

В совокупности с информацией о площадных антропогенных воздействиях в рамках водосборного бассейна (распашка, выпас скота, мелиорация, рекреация, вырубка лесов и т. п.), которую можно обнаружить на снимках с более низким разрешением (2,5-15 м), обеспечивается получение объективной интегрированной картины состояния водосбора и водоохраной зоны, а также появляется возможность осуществлять прогнозы и планировать природоохранные мероприятия.

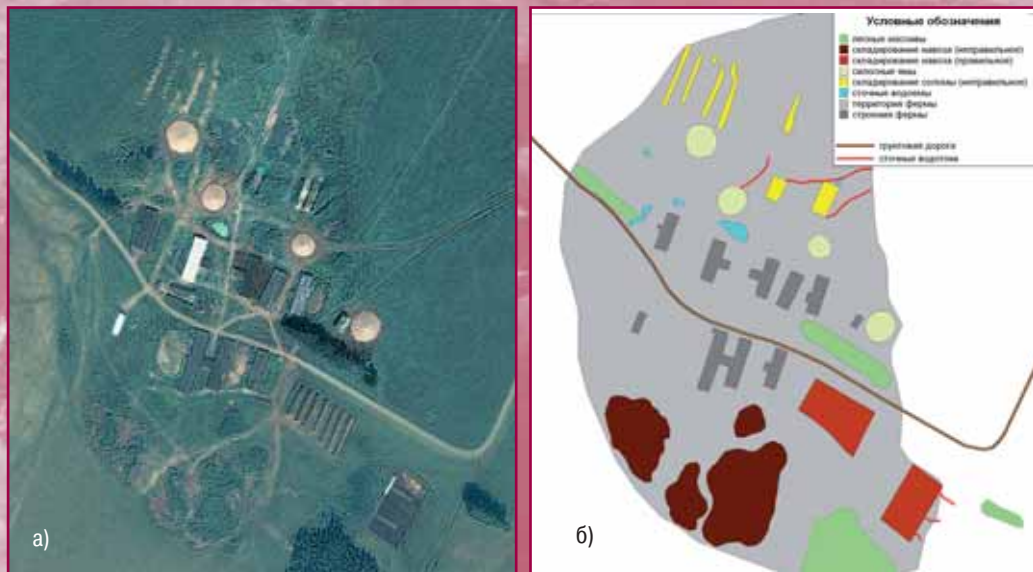


Рис. 3.

а) Молочно-товарная ферма в бассейне р. Белая (Республика Башкортостан) на снимке с КА IKONOS (улучшенное цветное изображение в естественных цветах с разрешением 1 м)

б) Источники загрязнения, выявленные по снимку

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ МАССЫ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БИОЛОГИЧЕСКОГО, ХИМИЧЕСКОГО И ТЕПЛООВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АКВАТОРИЙ

Важным направлением применения данных ДЗЗ из космоса является мониторинг экологического состояния водных объектов. Технология такого мониторинга включает предварительную обработку космических снимков (радиометрическую калибровку, атмосферную коррекцию) и их автоматизированное дешифрирование (спектральные классификации, вычисление индексов, автоматическую векторизацию). Результаты дешифрирования оформляются в виде серий оперативных тематических карт и становятся информационной базой специализированных геоинформационных систем.

Экологическое состояние водного объекта характеризуется рядом признаков, которые лучше или хуже проявляют себя на космических снимках. Здесь наиболее перспективен анализ мультиспектральных снимков, по которым хорошо выявляются и количественно измеряются объемы механических взвесей и биогенных элементов. Для большинства водохранилищ актуальна проблема ухудшения свойств воды в результате эвтрофирования – резкого повышения биологической продуктивности зеленых водорослей (чаще всего антропогенно-спровоцированного), приводящего к негативным последствиям для всей экосистемы водоема. Выявить наличие этого процесса и его стадии развития возможно, изучая изменения спектральных характеристик на серии мультиспектральных снимков. Выборочные полевые исследования, проводимые на акватории, позволяют беспрепятственно перейти к численным показателям объема взвешенных частиц как в случае механического, так и в случае биологического загрязнения.

Очень часто возникает вопрос: можно ли по космическим снимкам определять химический состав водоема, оценивать содержание того или иного вещества в воде? Ответ отрицательный – напрямую, на базе современной аппаратной и алгоритмической базы ДЗЗ – нельзя. Другое дело, когда речь идет о косвенных определениях, интерполяции. Здесь широкое поле для экспериментов – вышеописанное биологическое загрязнение водоемов обусловлено накоплением в водной массе соединений так называемых биогенных веществ – соединений фосфора и азота, и само становится факто-

ром резкого снижения содержания кислорода в воде, повышения pH, выпадения в осадок карбоната кальция, гидроокиси магния. Естественно, что содержание всех этих веществ имеет прямую или обратную пространственную корреляцию с объемом биологической взвеси и на основе выборочного отбора проб на химический анализ может быть оценено и зафиксировано картографическими методами по всей акватории водоема. Это же относится и к соотношениям концентраций механических взвесей, попадающих в водоем из промышленного стока с содержанием техногенных химических веществ, например, микроэлементов. Зная концентрацию взвеси и типичное содержание в ней того или иного элемента (определенную путем отбора проб), можно построить карту распределения элемента в приповерхностном слое воды.

В отличие от определения уровня химического загрязнения, задача теплового мониторинга водоемов теоретически представляется предельно простой. Фиксация излученной радиации в дальней инфракрасной зоне спектра (8-13 мкм), позволяет свободно переходить к числовым значениям температуры (для большинства функционирующих на орбите съемочных систем погрешность определения температуры не превышает 1-1,5°C). Столь радужная картина быстро рассеивается при переходе от теории к практике – оказывается, на околоземной орбите функционируют лишь четыре спутника, оснащенные радиометрами, позволяющими определять температуру. Из них только три – ASTER, установленный на КА Terra, TM и TM+, работающие на КА Landsat-5 и Landsat-7, обладают довольно высоким пространственным разрешением (90, 120 и 60 м – соответственно). К сожалению, стратегия съемки Земли данными космическими аппаратами не позволяет считать их мониторинговыми в прямом смысле этого слова. Они не позволяют осуществлять съемку конкретных участков по требованию заказчика, а работают по системе, разработанной оператором спутниковой системы. Таким образом, нельзя гарантировать получение снимков на конкретные даты, а опыт использования снимков с этих трех КА показывает, что в течение года можно обеспечить лишь 3-8 кратную периодичность съемки любого интересующего объекта внутренних вод суши (с учетом облачности), что обычно для мониторинга бывает недостаточно. Четвертый – спектрометр MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), установленный на КА Terra и Aqua, в противоположность трем вышепере-

численным, позволяет осуществлять практически ежедневный (кроме облачных дней) тепловой мониторинг, за счет большой ширины захвата и низкого пространственного разрешения съемки (1 км на местности в тепловом диапазоне). Но низкое разрешение становится главным ограничением при использовании этих снимков для мониторинга водных объектов, позволяя осуществлять мониторинг только крупных водоемов и выявлять только существенные по масштабам изменения.

МОНИТОРИНГОВЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ

Подчеркивая, что отдельные циклы мониторинга водных объектов можно реализовывать на базе данных ДЗЗ с разных космических аппаратов, отметим черты, которые должны быть присущи подлинно мониторинговой системе.

- Максимально возможная периодичность съемки (может достигаться за счет особенностей орбиты, отклонения съемочной аппаратуры от надира, широкой полосы захвата). Желательно наличие возможности ежедневной съемки.
- Возможность осуществления съемки на заказ, когда заказчик определяет конкретный водный объект и дату съемки.
- Наличие мультиспектральной съемочной системы для качественной оценки состояния водной массы и мониторинга водоохраной зоны.

Таким условиям в настоящее время отвечают три спутниковые системы: КА Terra и Aqua с радиометром MODIS, группировка из пяти спутников RapidEye и КА FORMOSAT-2.

Для решения задач экологического мониторинга крупных водных объектов вполне подходят данные, получаемые с радиометра MODIS, которые находятся в свободном доступе, бесплатно и практически в режиме реального времени распространяются Геологической службой США посредством сети Интернет. Радиометр MODIS имеет 36 спектральных каналов с 12-битным радиометрическим разрешением в видимом, ближнем, среднем и дальнем инфракрасном диапазоне, и выполняет регулярную съемку любой территории с пространственным разрешением 250 м, 500 м и 1 км. Для решения задачи оценки качества воды

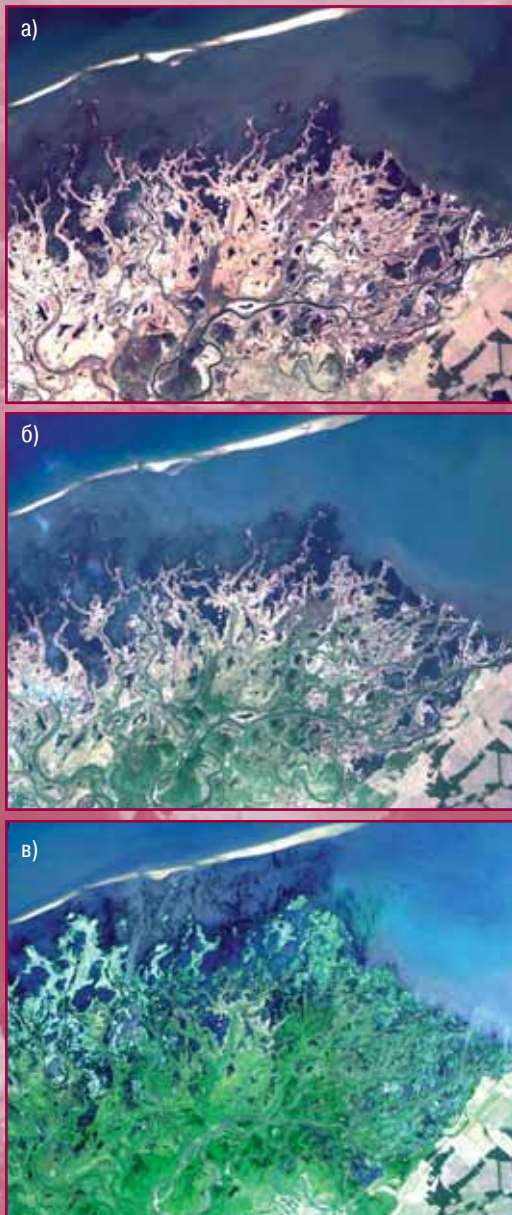


Рис. 4.

Серия снимков RapidEye за 2009 г. на дельту реки Селенга (Республика Бурятия; бассейн оз. Байкал): а) 24.05.2009 г.; б) 14.06.2009 г.; в) 16.07.2009 г.



Рис. 5.

Мультивременный композит снимков RapidEye с 24.05.2009 г. по 16.07.2009 г., отражающий изменения в отложении велекомых наносов и распространении тростниковых зарослей в дельте реки Селенга

наиболее информативной является сине-зеленая область спектральных каналов MODIS. Как уже упоминалось выше, низкое пространственное разрешение ограничивает применение данной мониторинговой системы только крупными водоемами и масштабными процессами, происходящими в них.

Лучший, на наш взгляд, выбор в плане мониторинга – использование группировки из пяти спутников RapidEye, которые были запущены 29 августа 2008 г. Группировка спутников позволяет выполнять съемку одного и того же района Земли с периодичностью 24 ч с ежедневной площадью покрытия 4 млн км². Маневренность аппаратов, большие площади съемки, возможность ежедневного мониторинга, а также высокое пространственное разрешение (до 5 м) и широкая полоса съемки (77 км) делают использование данных, полученных с группировки спутников

RapidEye, особенно перспективными для задач мониторинга в разных отраслях, включая водное хозяйство (рис. 4, 5). Съемочные системы спутников, кроме четырех традиционных мультиспектральных каналов (синий: 0,44-0,5 мкм, зеленый: 0,52-0,59 мкм, красный: 0,63-0,685 мкм, ближний ИК: 0,76-0,85 мкм), располагают еще одним – «крайний красный» (0,69-0,73 мкм), что еще больше расширяет возможности применения космических снимков для мониторинга водной массы. Кроме того, высокое разрешение позволяет осуществлять мониторинг не только водной массы, но и береговых процессов, вплоть до локальных источников загрязнения.

Космический аппарат FORMOSAT-2 был запущен 20 мая 2004 г. космическим агентством Тайваня (National Space Organization – NSPO). Он предназначен для получения цифровых изображений земной



Рис. 6.

а) Ташлыкский водоем-охладитель Южно-Украинской АЭС (Украина, Николаевская область) на снимке с КА QuickBird от 06.07.2006 г. (улучшенное цветное изображение в естественных цветах с разрешением 0,6 м)

б) Южно-Украинская АЭС на том же снимке. Залив, вдающийся на территорию АЭС – место сброса отработанных технологических вод

в) Распределение температуры приповерхностного слоя воды по Ташлыкскому водоему-охладителю Южно-Украинской АЭС. Поле температур построено по тепловому каналу снимка с КА Landsat. Отчетливо заметен сброс теплых вод в юго-восточной части водохранилища, где и располагаются энергоблоки АЭС. Температура воды достигает 32°C, постепенно охлаждаясь к периферии

г) Зона эвтрофирования – светло-голубой цвет акватории, совпадает с зоной теплового загрязнения. Снимок с ASTER (15 м, цвета, близкие к естественным)

поверхности с пространственным разрешением 2 м в панхроматическом режиме и 8 м в мультиспектральном режиме. Основными преимуществами спутника являются маневренность (съёмочная система может выполнять съёмку с отклонением 45° от надира), возможность ежедневной съёмки одной и той же территории, а также более раннее прохождение над любой точкой Земли (9 ч 30 мин. утра по местному времени, тогда как у большинства спутников – 10 ч 30 мин.), что увеличивает возможность получения космических снимков без облаков.

Особенностью снимков с FORMOSAT-2 является небольшой размер сцены – 24x24 км, при относительно высокой цене.

Перспективен комплексный подход к мониторингу водоемов для решения практических задач с применением данных ДЗЗ. В качестве примера можно рассмотреть возможность решения задачи выявления основных техногенно-спровоцированных изменений водной массы и водосбора водоема-охладителя атомной электростанции.

С помощью данных космической съёмки высокого разрешения, например, с КА GeoEye-1 (пространственное разрешение в мультиспектральном режиме – 1,6 м) решается задача подробной и актуальной фиксации объектов и явлений на интересующей территории, в частности, четкое определение положения береговой линии водохранилища в межлетний период, точное установление площадных и линейных параметров водоема, выявление мелких по размерам, но важных, природных (овраги, промоины, карстовые западины, перелески, луговины и т. п.) и антропогенных (карьеры, ямы, свалки, фермы, строения, сады, лесополосы, пруды и т. п.) объектов в пределах бассейна. Повторяющиеся данные с космических аппаратов среднего разрешения Landsat и Terra/ASTER, а также низкого разрешения (радиометр MODIS) за несколько лет позволят изучить термический режим водоема, и на основе этого создать подробные карты и временные модели распределения температур по поверхности водохранилища (рис. 6).

Данные ДЗЗ RapidEye обеспечат изучение и картографирование распределения процессов эвтрофирования и распространения механического загрязнения, а также мониторинг состояния водоохранной зоны. Цифровые модели местности SRTM (с разрешением

на местности до 90 м) позволят изучить процессы, происходящие в пределах водосборного бассейна, обеспечивающего водохранилище, послужат базой для картографирования стока, развития овражной эрозии, определения рисков заиления, засоления водоема и т. д.

Решение этих задач с использованием технологий ДЗЗ из космоса имеет немаловажное значение в цепи мер по обеспечению безопасности атомной энергетики.

ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ РЕЗУЛЬТАТОВ НАВОДНЕНИЙ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВО ВРЕМЯ НАВОДНЕНИЙ

Решение данной задачи является одним из важных направлений применения данных ДЗЗ из космоса, заслуживающих отдельного изложения. Здесь же коротко отметим, что, безусловно, мониторинг половодий можно осуществлять с применением тех же оптико – электронных систем, которые мы охарактеризовали выше. Однако, богатый опыт, накопленный в данной сфере, показывает, что в районах наводнений практически всегда присутствует плотная облачность, что наталкивает на использование для решения этих задач данных радарных космических аппаратов, так как для радиолокационной съёмки, как известно, облачность не является помехой. КА TerraSAR-X (пространственное разрешение 1 м), RADARSAT-2 (3 м) и COSMO-SkyMed-1-3 (1 м) как нельзя лучше подходят для этих целей. Они оснащены современными радиолокационными системами с синтезированной апертурой, позволяющими выполнять съёмку земной поверхности с беспрецедентным для радарных спутников пространственным разрешением, что делает их, одним из наиболее совершенных инструментов дистанционного зондирования Земли. Таким образом, радиолокационные данные позволяют полностью решить задачи мониторинга половодий, а, частично, и их прогноз.

Вышеизложенные примеры, безусловно, не исчерпывают богатые возможности использования технологий ДЗЗ в сфере решения разнообразных водохозяйственных задач. Они еще раз подчеркивают несомненную перспективность использования данных ДЗЗ из космоса в этой важной сфере.

А.В. Абросимов (Компания «Совзонд»)

В 1992 г. окончил географический факультет Удмуртского государственного университета по специальности «география». Работал руководителем вузовско-академической лаборатории Курганского государственного университета и Института географии РАН. В настоящее время – заместитель главного инженера компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

А.В. Беленов (Компания «Совзонд»)

В 1996 г. окончил Санкт-Петербургское высшее военно-топографическое командное училище по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания училища проходил службу в 29-м НИИ МО РФ. С 2001 г. работал в ЦПТ «Терра-Спейс». В настоящее время – главный инженер компании «Совзонд».

Е.А. Брагин (НАЦРН им. В.И. Шпильмана, Тюмень)

В 1999 г. окончил биологический факультет Тюменского государственного университета. В настоящее время – заведующий лабораторией данных дистанционного зондирования Земли ГП Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана». Кандидат биологических наук.

Совместный проект компании «Совзонд» и ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана – новое слово в космическом контроле недропользования и природопользования

В августе 2007 г. компания «Совзонд» и ГП Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югра) «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана» (ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана) заключили договор о сотрудничестве. Главной целью договора, предусматривавшего множество направлений взаимодействия и впоследствии продленного на 2008-2009 гг., стала совместная разработка, проверка и поэтапное внедрение на базе центра ряда законченных технологических решений, позволяющих с использованием космических снимков получать жизненно важную информацию при контроле недропользования и природопользования.

В настоящее время, по итогам более чем двухлет-

него сотрудничества отчетливо видно, что с того момента начался новый период в жизни обеих организаций.

ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана, созданный для информационного обеспечения правительства одного из крупнейших регионов России – Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в вопросах ресурсопользования, начал одним из первых широко использовать данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. За счет применения современных космических снимков в совокупности с прогрессивными методами их обработки и анализа появилась возможность еще более оперативно, регулярно и всеохватно готовить информацию для региональных органов государ-

ственной власти, других организаций и населения. Повысилась достоверность предоставляемой информации, ее наглядность, удобство отображения для каждого пользователя – от губернатора до специалиста в конкретной области.

Специалисты компании «Совзонд» – одного из лидеров в области ДЗЗ из космоса на российском рынке, получили отличный плацдарм для приложения опыта, накопленного в сфере обработки и анализа данных ДЗЗ, к решению конкретных практических задач. Появился новый стимул для структуризации, встраивания многих алгоритмов, реализуемых в специализированном программном обеспечении в законченные технологические цепочки – от снимка до специализированной картографической продукции и статистических данных. Наконец, постоянное взаимодействие с ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана позволило осуществлять проверку результатов, разработанных технологий и, таким образом, с уверенностью заглядывать в будущее.

Нельзя сказать, что отделения ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана до 2007 г. не использовали космические снимки – напротив, они применялись весьма широко при тематическом картографировании, инвентаризации инфраструктуры недропользования, обновлении информации о лесных ресурсах, наконец, снимки использовались при создании и обновлении многочисленных атласов и тематических карт ХМАО-Югры (см. <http://www.crru.ru/product.html>). Что же послужило основой для такого стремительного и качественного роста именно в последние два года?

Неверно было бы говорить и о том, что специалисты компании «Совзонд» ранее не имели поля для практической деятельности, направленной на помощь в решении задач различных отраслей народного хозяйства, охраны окружающей среды. Таких проектов к 2007 г. накопилось уже несколько десятков. За счет чего же и для компании «Совзонд» данный проект стал настолько этапным?

Постараемся ответить на эти вопросы.

В рамках сотрудничества двух организаций впервые (возможно и в отечественной практике) в полном масштабе удалось реализовать модель сотрудничества, подразумевающую подлинное, долговременное, глубокое взаимодействие, направленное на решение конкретных отраслевых задач. Единичные, кратковременные проекты с ведущими центральными организациями в области дистанционного зондирования у ГП

НАЦРН им. В.И. Шпильмана имелись и раньше, однако все они ограничивались поставкой конкретных космических снимков, предложениями по установке в центре приемной станции, иногда просто громкими, ничем не подтвержденными обещаниями. Главная же проблема – технологическая – усилиями отдельно взятой организации в области ДЗЗ не может быть решена.

Именно поэтому был налажен постоянный контакт между организациями на всех уровнях – от руководителей до конкретных специалистов. Недельные циклы обучения сменялись постоянным обменом информацией по телефону и Интернет. Поставка снимков в «сыром» и обработанном виде продолжалась передачей все более и более законченных описаний технологических процедур, которые после апробирования в Тюмени возвращались с комментариями на доработку в Москву. Посещение специалистов ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана компании «Совзонд» в плане консультаций чередовались с командировками сотрудников компании «Совзонд» в Тюмень для решения возникших проблем и предоставления регулярных отчетов руководству ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана. Наконец, семинары и доклады, совместно проводимые на ежегодных конференциях «Космическая съемка – на пике высоких технологий», сменялись совместными экспедициями на территории ХМАО-Югры.

Все это, в сочетании с доброй волей руководства обеих организаций, поверивших в возможность реализации такого долгосрочного проекта, и не требовавшего готовых результатов уже в течение первых недель, в совокупности с желанием специалистов обеих структур действительно глубоко вникнуть в запросы, потребности, чаяния друг друга, понять профессиональную терминологию, отраслевые особенности и подходы и стало одним из источников успеха. Сотрудники нескольких отделов ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана теперь не только свободно обращаются с такими понятиями как «мультиспектральная классификация», «создание разновременных композитов», «ортотрансформирование», «атмосферная коррекция», но и самостоятельно, в производственном порядке, выполняют эти процедуры. В свою очередь, термины «ЦППН», «ДНС», «ФУ», «кустовая площадка», «нефтезагрязненный участок», «шламовый амбар», «штабель гидронамыва» стали почти родными для специалистов компании «Совзонд».

Еще один фактор, обусловивший удачу проекта – полномасштабное использование огромной базы знаний и данных в области недропользования и природопользования, накопленных в ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана, в сочетании с обширной базой знаний о современных алгоритмах обработки и анализа космических снимков как общепринятых, так и эксклюзивных, разработанных в компании «Совзонд». Объединение таких информационных баз и дало столь серьезные плоды.

Есть и другие причины успеха, но, понимая, что авторы уже слегка утомили читателей общими рассуждениями, не будем их перечислять, а перейдем к конкретным задачам, поставленным в начале пути, направлениям их реализации и результатам, полученным в настоящее время.

1. Разработка и внедрение технологии обработки и анализа мультиспектральных данных ДЗЗ для автоматизированного выявления и картографирования нефтезагрязненных и нару-

шенных земель с применением методов автоматизированной классификации по данным космических снимков и результатам их калибровки по наземным наблюдениям.

Уже к декабрю 2007 г. с использованием эталонной информации, предоставленной ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана, на основании применения современных алгоритмов классификации (дерево решений с обязательным предварительным выполнением атмосферной коррекции) к высококачественным мультиспектральным космическим снимкам ALOS/AVNIR-2, была разработана технология, позволяющая выполнять дешифрирование нефтезагрязненных участков в автоматическом режиме (рис. 1-6). Безусловно, на тот момент оставались вопросы, связанные как с достоверностью используемой эталонной информации, так и с большими площадями нефтезагрязненных и нарушенных земель, выявленных в процессе обработки. Подтвердилась необходимость проведения изначально планируемой в начале рабо-



Рис. 1. Малый неферазлив (вытягивается от трубопровода к кустовой площадке; улучшенное изображение с разрешением 2,5 м)



Рис. 2. Средний по размерам, «свежий» неферазлив

ты широкомасштабной полевой экспедиции на территории ХМАО-Югры для сбора независимой эталонной и контрольной информации по нефтеразливам.

Экспедиция, которая была проведена в июле 2008 г. (описываемая ниже), значительно помогла в сборе эталонов разливов нефти в различных ландшафтных и техногенных условиях, и самое главное – полностью подтвердила первичные результаты и действенность методики. В дальнейшем, технология только уточнялась, проецировалась на новые виды съемочных космических систем, обеспечивающих практически ежедневный мониторинг по данным с космического аппарата (КА) FORMOSAT-2, а затем и группировки спутников RapidEye.

Кроме того, была разработана и внедрена в производство совершенно отличная от вышеописанной технология мониторинга вновь появившихся нефтеразливов (а не всех нефтезагрязненных участков на конкретный день, как в первой методике), с использованием, так называемых, «разновременных композитов» мультиспектральных снимков (рис. 7).

Таким образом, возможен двойной контроль нефтеразливов с использованием сразу двух технологий, а также выявление не всех нефтезагрязненных земель на лицензионном участке (возможно оставшихся от прежних владельцев), а только тех, которые появились за отчетный период – год, месяц, неделю.

Обе технологии в производственном режиме используются лабораторией дистанционного зондирования отделения природопользования ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана. Выявляются нефтезагрязненные и нарушенные земли, формируются паспорта, картографические материалы и аналитические отчеты, которые передаются: заместителю председателя правительства ХМАО-Югры по вопросам недропользования и ТЭК, в Департамент охраны окружающей природной среды и экологической безопасности по ХМАО-Югре и по запросу всем за-

Рис. 3.
Крупный нефтеразлив, веерообразно растекающийся в сторону уклона рельефа к юго-востоку от нефтепровода

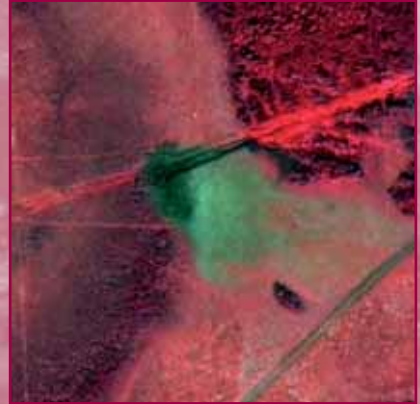


Рис. 4.
Первая фаза рекультивации нефтезагрязненных земель вдоль внутрипромыслового трубопровода

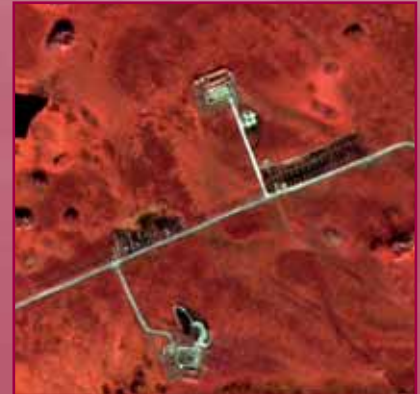


Рис. 5.
Полностью рекультивированный участок нефтезагрязненных земель





Рис. 6.
Результаты картографирования неф-
тезагрязненных и нарушенных земель

интересованным службам округа. В настоящее время сотрудниками центра выявлено свыше 8 тыс. га нефтезагрязненных земель на территории Ханты-Мансийского автономного округа. Наиболее высокие показатели загрязненных нефтью земель были отмечены для трех нефтяных компаний, причем у различных компаний степень загрязненности земель оказалась разной.

2. Разработка и внедрение технологии обработки и анализа мультиспектральных, панхроматических и радиолокационных данных ДЗЗ для автоматизированного выявления, определения размеров, изучения состояния и картографирования шламовых амбаров путем автоматизированного дешифрирования и классификации космических снимков.

Шламовые амбары (рис. 8) создаются на кустовых площадках добычи нефти, и предназначены для хранения отходов бурения. В некоторых случаях в амбары попадает и нефть. Шламовые амбары должны рекультивироваться. Существуют отраслевые регламенты, определяющие их содержание и рекультивацию, которые зачастую не выполняются. Это приводит к негативным последствиям для окружающей среды. Кроме того, у большинства компаний – недропользователей осталось большое историческое наследие старых шламовых амбаров, которые, естественно зарастая, остаются серьезным источником негативного воздействия на окружающую среду.

Методика автоматизированного подразделения

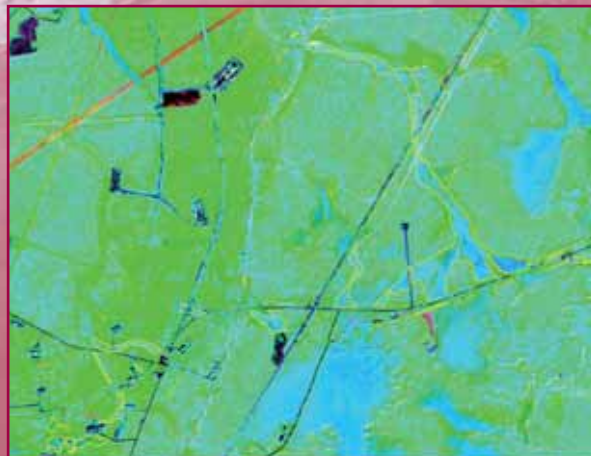


Рис. 7.
Разновременный композит снимков: пятна розового цвета – новые разливы, темно-фиолетового – вырубки, черного – новый объект инфраструктуры

шламовых амбаров на категории по виду заполняющего их вещества (вода, шлам, нефть, песок, растительность) и степени рекультивированности с использованием мультиспектральных снимков ALOS/AVNIR-2, разработанная к декабрю 2007 г., полностью подтвердилась в ходе полевых исследований 2008 г. В дальнейшем выполнялись те же виды работ, что и для вышеописанной технологии по нефтезагрязненным землям, с единственным, но существенным отличием. Технология включала использование панхроматических снимков ALOS/PRISM с разрешением 2,5 м не только для фиксации параметров массы-наполнителя шламового амбара, но и для оценки состояния обваловки амбара, выявления нарушений в ней (рис. 9).

Технология используется лабораторией дистанционного зондирования отделения природопользования ГП НАЦПН им. В.И. Шпилльмана в производственном режиме. Только в 2008 г. было выявлено свыше 2,5 тыс. шламовых амбаров, находящихся на разной стадии эксплуатации.

3. Разработка и внедрение технологии обработки и анализа мультиспектральных, панхроматических и радиолокационных данных ДЗЗ для



Рис. 8.
Шламовые амбары различных типов

автоматизированного выявления, определения размеров, изучения состояния и картографирования штабелей и карьеров гидронамыва песка путем автоматизированного дешифрирования и классификации космических снимков.

Большая часть песка для строительства объектов инфраструктуры (дорог, кустовых площадок, других технологических площадей) в связи с региональными

особенностями ХМАО-Югры добывается методом гидронамыва. Рядом с искусственными и естественными водоемами к осени тут и там возвышаются пирамиды песка высотой в десятки метров и протяженностью – в сотни. Разработать автоматизированную методику картографирования таких площадей и определения их горизонтальных размеров (рис. 10) было делом несложным (коротко скажем, что она базируется на свойствах

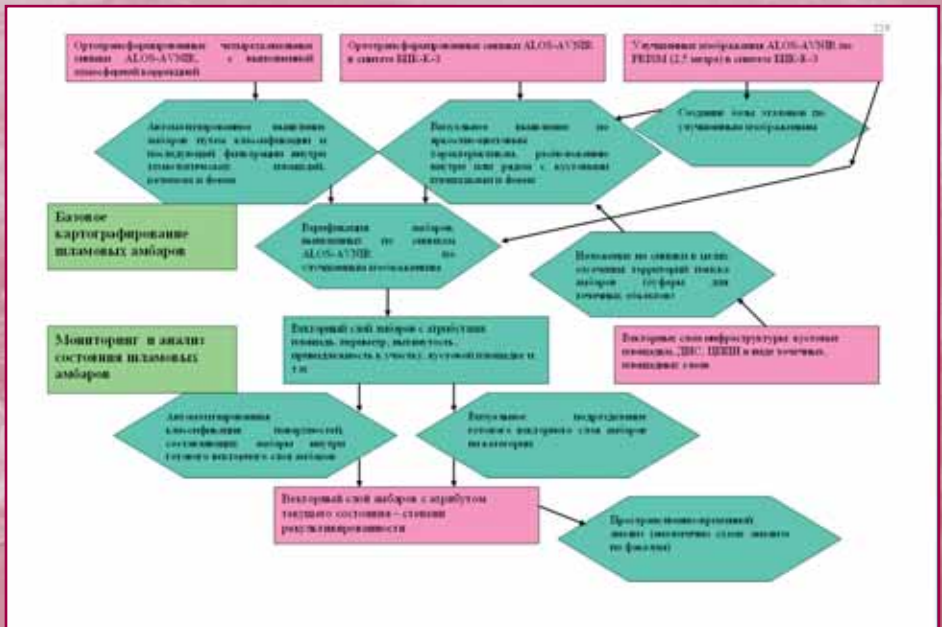


Рис. 9.
Структурно-технологическая схема картографирования и изучения состояния шламовых амбаров

почвенной линии). И уже к осени 2008 г., на базе наиболее «свежих» на тот момент времени космических снимков, лаборатория дистанционного зондирования ГП НАЦРН им. В.И. Шпилемана полностью выполнила картографирование штабеля и карьеры на территории Нефтеюганского, Ханты-Мансийского и Сургутского районов. В настоящее время ведется текущее дежурство за ситуацией.

Другой вопрос – определение вертикальных размеров и объемов намытого песка по снимкам – слож-

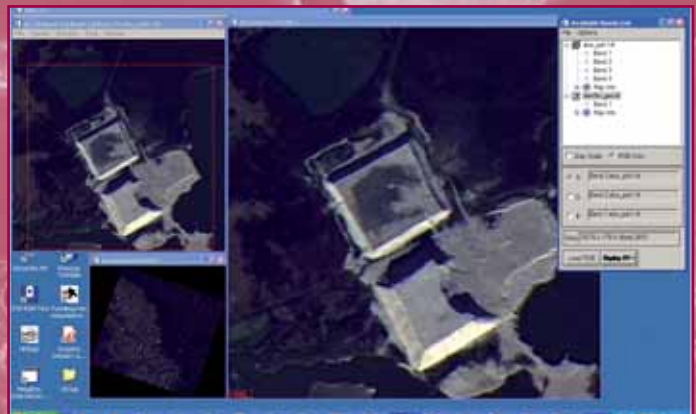


Рис. 10.
Работа в ПК ENVI по выявлению штабелей гидронамыва

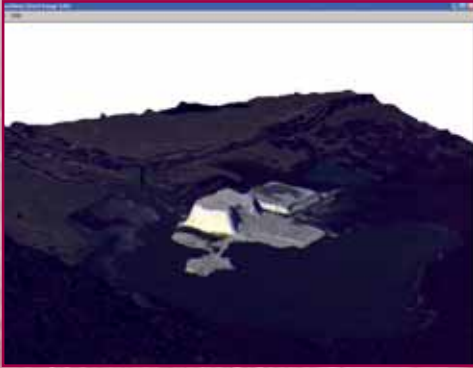


Рис. 11.
Трехмерная модель штабелей, полученная по стереопаре

нее, однако удалось добиться и его решения, путем фотограмметрической обработки стереопар космических снимков ALOS/PRISM и интерферометрической обработки пар радиолокационных снимков ALOS/PALSAR (рис. 11). Наличие автоматизации процедур в программном комплексе (ПК) ENVI позволяет выполнять измерения высоты и объема каждого штабеля. Результаты измерений в дальнейшем были подтверждены полевыми работами, однако эта часть методики остается в технологическом резерве НАЦРН им. В.И. Шпильмана, в связи довольно высокой стоимостью исходных данных в масштабе всего ХМАО-Югры.

4. Разработка и внедрение технологии обработки и анализа разнородных данных дистанционного зондирования Земли в целях картографирования и мониторинга состояния различных типов фитоценозов, контактирующих с объектами добычи и транспортировки нефти и газа, в том числе автоматизированное выявление сплошных и выборочных рубок, рубок под инфраструктуру недропользования.

В рамках данного направления проведен широкий спектр работ, включающий отработку технологий спектральных классификаций для подразделения растительности, выделения площадей лесного фонда с разными преобладающими породами деревьев. Наконец, отработана и широко развернута в ГП НАЦРН

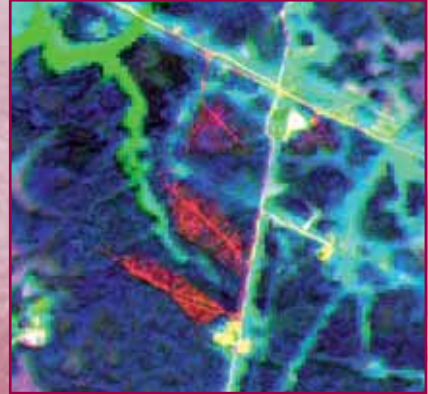


Рис. 12.
Автоматизированное выявление рубок появившихся за период с 2004 по 2007 гг. по разновременному композиту (прорубленные волокна, выделены красным цветом)

им. В.И. Шпильмана технология автоматизированного дешифрирования сплошных, выборочных рубок и рубок под инфраструктуру по разновременным композитам разнообразных космических снимков (рис. 12). Все работы – от формирования композитов до окончательного определения площадей рубок – реализуются специалистами лаборатории дистанционного зондирования ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана. Остальные технологии могут быть востребованы в любой момент.

Отдельно, на наш взгляд, нужно остановиться на левой экспедиции, организованной в июле 2008 г.

Перед экспедицией стояли следующие основные задачи.

1. Сбор фактической информации по основным тематикам, на которые нацелен проект в целях создания обширной эталонной базы для повышения точности дешифрирования всех видов интересующих объектов (например, разливы нефти в различных ландшафтных условиях, отличающиеся по своим характеристикам, рекреативированные и нерекреативированные и т. д.). Наибольшее внимание во время экспедиции в этом плане уделялось нефтезагрязненным землям, шламовым амбарам, местам сжигания попутного газа, общему экологическому состоянию районов нефтедобычи и разведки, состоянию штабелей гидронамыва, породному составу лесов и вырубкам.



Рис. 13. Примеры паспорта обследования нефтезагрязненных земель, использующегося во время полевых работ (слева) и окончательного варианта, попадающего в базу после обработки полевой информации совместно с данными ДЗЗ (справа)

2. Выполнение полевой проверки результатов уже проведенного автоматизированного камерального дешифрирования (нефтезагрязненные земли, различные типы шламовых амбаров, вырубок, состав пород древесной растительности и т. п.).

3. Отработка наиболее эффективной и результативной методики сбора полевой информации для дальнейшего использования сотрудниками лаборатории ДЗЗ ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана. Обучение сотрудников ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана данной технологии непосредственно в полевых условиях.

На подготовительном этапе были выполнены следующие виды работ.

1. Разработана общая стратегия сбора полевой информации с применением наиболее современных программных и аппаратных средств.

2. Приобретено и настроено аппаратное и программное обеспечение для сбора полевой информации.

3. Созданы векторные тематические карты на всю территорию ХМАО-Югры в формате GARMIN IMG для загрузки в GPS-приемники соответствующего типа. Карта включает основные базовые слои (дороги, населенные пункты, гидрография и т. п.), а также слои, несущие информацию об инфраструктуре (кустовые площадки, ДНС, ЦППН и т. п.). В настоя-

щее время навигационные карты активно используются в целевой деятельности ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана.

4. Подготовка и загрузка космических снимков и векторных слоев (включая слои, являющиеся результатами предварительного автоматизированного дешифрирования) в полевые карманные персональные компьютеры (КПК).

5. Разработка типовых паспортов полевого описания целевых объектов (участки разливов нефти, шламовые амбары, штабели гидронамыва, газовые факелы, вырубки, точки описания растительности) (рис. 13).

Общая протяженность автомобильного маршрута экспедиции составила свыше 1500 км. За время со 2 по 8 июля 2008 г. были проведены полевые работы на 7 лицензионных участках, располагающихся в различных частях ХМАО-Югры и различающихся как по природным условиям, так и по форме хозяйствования: Талинский, Каменный (ТНК-Нягань), Приобский Южный (НК «Сибнефть-Югра»), Федоровский (ОАО «Сургутнефтегаз»), Мамонтовский, Средне-Балыкский, Малобалыкский (НК «Роснефть») (рис. 14).

За время экспедиции было обследовано 339 точек (рис. 15). Из них было описано и зафиксировано с применением фотоаппаратуры и GPS-приемников 64 нефтеразлива, различающихся по своим характеристикам, и 68 кустовых площадок, с фиксацией на каждой из них состояния шламовых амбаров и самой площадки, 110 точек с описанием растительности. В меньшем количе-



Рис. 14. Общая схема маршрута экспедиции

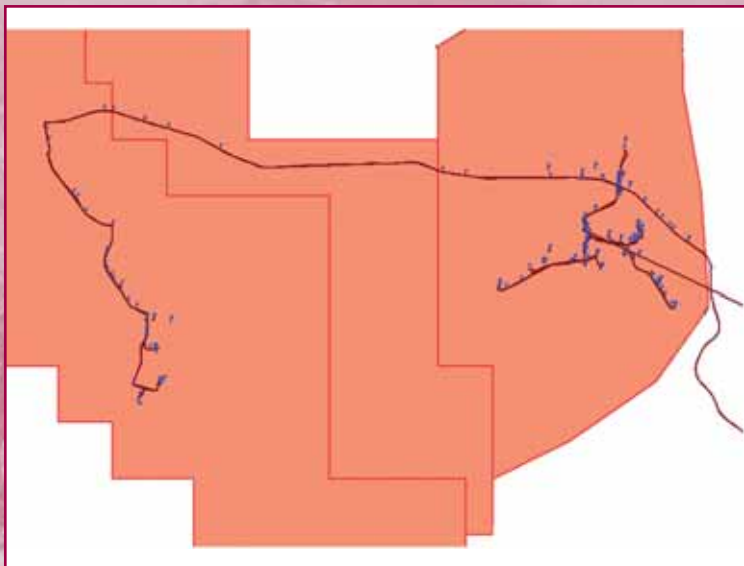


Рис. 15.
GPS-треки и точки обследования на Каменном и Талинском участках

стве представлены данные по штабелям гидронамыва, карьерам, местам сжигания попутного газа, различным экологическим нарушениям (рис. 16, 17).

Работы по проверке результатов автоматизированного дешифрирования нефтезагрязненных земель,

проведенного лабораторией ДЗЗ ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана, были выполнены на примере 24 нефтеразливов, изначально выявленных на территории Средне-Балыкского и Малобалыкского участков (рис. 18). Установлено совпадение 85% результатов



Рис. 16.
Фиксация крупного нефтеразлива на низинном болоте



Рис. 17.
Фиксация крупного нефтеразлива на реке

камерального автоматизированного дешифрирования с данными наземного обследования загрязнения земель нефтепродуктами. Это говорит о высоком качестве предложенной технологии и точной реализации ее сотрудниками лаборатории дистанционного зондирования Земли ГП НАЦРН им. В.И. Шпилемана. В свою очередь, обширная база полевых эталонов, созданная во время экспедиции и постоянно пополняемая в настоящее время сотрудниками центра и сотрудниками департамента охраны окружающей среды и экологической безопасности ХМАО-Югры, используется специалистами в целях уточнения и корректировки методики.

5. Разработка технологии автоматизированного картографирования по мультиспектральным снимкам площадок разведочных скважин и оценки

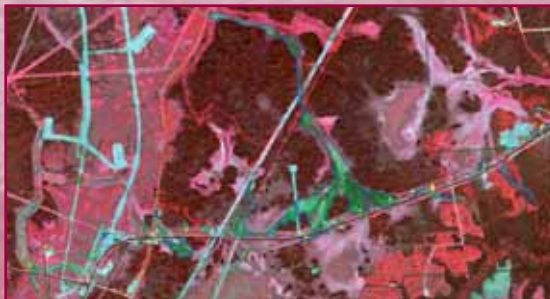


Рис. 18. Малобалькский участок (снимок ALOS/AVNIR-2). Контурсы синего цвета – нефтезагрязненные земли, автоматизировано отдешифрированные лабораторией данных ДЗЗ ГП НАЦРН им. В.И. Шпилемана. Флажки желтого цвета вдоль трассы Нефтеюганск – Тюмень подтверждают результаты дешифрирования

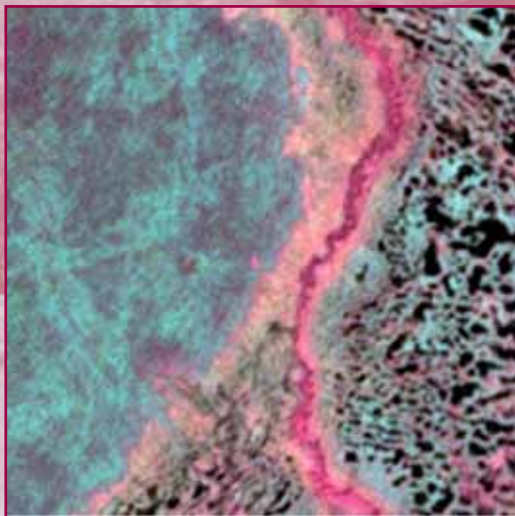


Рис. 19. Состояние местности до строительства площадки разведочного бурения (ПРБ; снимок Landsat, 2000 г.)

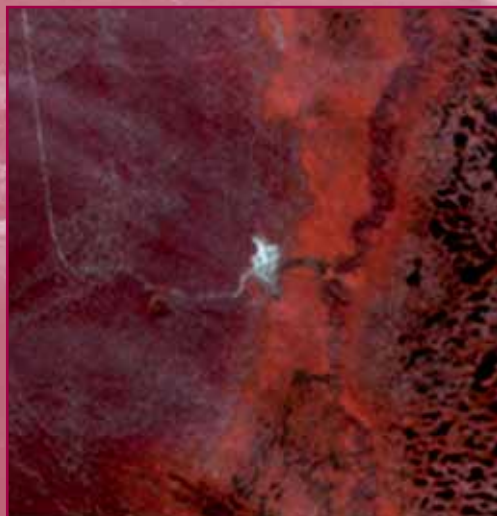


Рис. 20. ПРБ, построенная в 2003 г., по состоянию на 25 сентября 2008 г. (отчетливо заметен сток нефти к реке Хапхлнютаяй, локальное нефтезагрязнение с юга от площадки)



Рис. 21.
Различные типы факельных хозяйств на мультиспектральных снимках

их состояния и воздействия на окружающий ландшафт.

Это являлось одной из задач, поставленных руководством ГП НАЦРН им. В.И. Шпилемана уже в ходе реализации проекта. На основе представительной выборки из общей базы разведочных скважин ХМАО-Югры удалось определить основные дешифровочные признаки объектов и виды воздействия на среду, которые можно отдешифровать по имеющимся снимкам (с пространственным разрешением от 2,5 до 15 м) (рис. 19, 20). Степень автоматизации разработанной технологии не очень высокая, в связи с малыми размерами объектов и разнообразием видов воздействия (нарушения грунтов в окрестностях скважины, отсутствие рекультивации площадки и шламового амбара, нефтезагрязнения в результате неправильного тампонирувания), однако с учетом того, что большинство перечисленных видов воздействия уже раскрыты в предыдущих технологиях, задача вполне решаемая. Предложен экологический паспорт разведочной скважины, который содержит всю значимую информацию, извлеченную из снимка.

Технология поэтапно внедряется на базе лаборатории данных ДЗЗ.

6. Разработка и внедрение технологии обработки и анализа мультиспектральных данных ДЗЗ для автоматизированного поиска и картографирования мест сжигания попутного газа. Разработка технологии, позволяющей оценивать объем сжигаемого газа и степень влияния факела на окружающую среду с применением алгоритмов интегральной оценки яркости тепловых и оптических каналов мультиспектральных снимков и их калибровки по данным наземных измерений.

Первая часть технологии, основанная на резком превышении порогов яркости от горящего факела во всех каналах на мультиспектральных снимках, а также на создании базы эталонов, недействующих факельных устройств, была отработана достаточно быстро (к середине 2008 г.), и совместными усилиями скорректирована существующая карта мест сжигания попутного газа на территорию ХМАО-Югры в масштабе 1:100 000 (рис. 21, 22).

При разработке второй – мониторинговой части технологии, мы столкнулись с серьезными трудностями, главной из которых стала проблема получения представительной и достоверной информации назем-

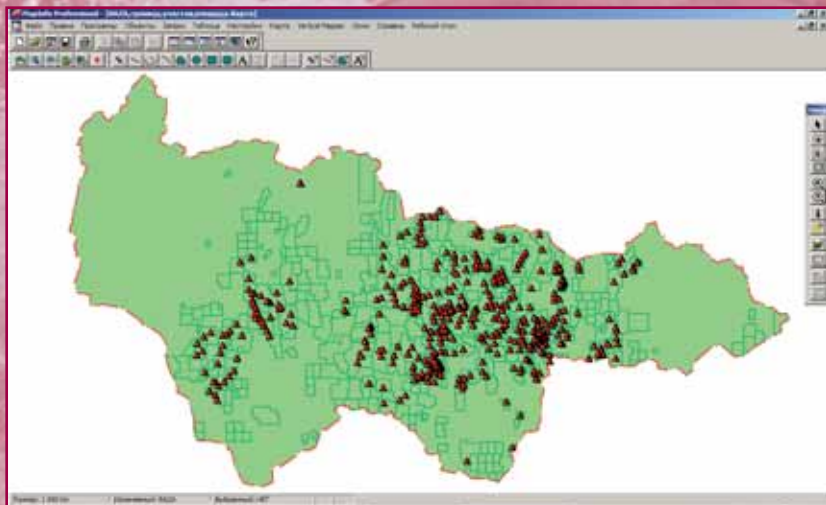


Рис. 22.
Векторная карта со
слоем мест сжигания
путного газа

ных измерений объемов сжигания газа на различных факельных хозяйствах в целях установления корреляции с яркостными показателями, полученными по космическим снимкам и вычисления калибровочных коэффициентов для перехода от яркостных значений к объемам сжигания в $\text{м}^3/\text{с}$.

Часть технологии, касающаяся данных космической съемки, была разработана в полном объеме, в основном, на базе применения ежедневной съемки спектрометром MODIS (с КА Terra и Aqua) – первичная обработка, геокодирование, радиометрическая коррекция, вычисление яркостных характеристик и т. д. Однако проверить и подтвердить или опровергнуть полученные результаты будет необходимо в будущем, на основе полноценных, многодневных и главное, достоверных результатов наземных измерений объемов сжигания газа.

В противовес относительной неудаче была разработана методика определения высоты труб факельных устройств по стереопарам космических снимков, что также весьма актуально в плане соблюдения регламентов и охраны окружающей среды (рис. 23). Полевые измерения во время экспедиции подтвердили право-



Рис. 23.
Стереоизображение, по которому выполняются высотные измерения

Рис. 24.

Разделение зоны поражения взрыва:

- 1 – эпицентр,
- 2 – зона поваленного леса,
- 3 – зона полностью выгоревшего леса,
- 4 – зона погибшего леса



мерность такой методики.

Кроме вышеперечисленных, был разработан еще ряд технологических решений, в том числе:

- Технология автоматизированной обработки космических снимков различных типов (в том числе и радиолокационных) для выявления, определения размеров, оценки состояния и картографирования различных типов объектов нефте- и газодобывающей и транспортирующей инфраструктуры. Достигнуты определенные успехи по дешифрированию старых, зачастую утерянных трубопроводов путем дешифрирования изменений в растительности, находящейся над ними, разработана технология определения места расположения отдельно стоящих металлических предметов (качалки, брошенные транспортные средства, бочки и т. п.) по радиолокационным снимкам.
- Технология картографирования и мониторинга воздействия магистральных газопроводов на окружающие ландшафты. На базе представленной информации об одном взрыве на магистральном газопроводе удалось найти еще более десяти мест, подтверждающих аналогичные взрывы, описать их дешифровочные свойства, и разработать методику оценки воздействия этого явления на окружающую среду (рис. 24).

Кроме вышеописанных технологий, которые можно называть конечными или отраслевыми, параллельно пришлось разработать ряд специальных (первичных) технологий, без которых невозможно было бы достижение отраслевых. И, конечно же, выбирался вид данных ДЗЗ из космоса, позволяющих решить задачу и обеспечить этими данными проект.

В качестве основных, в связи с невысокой стоимостью (что важно при размерах такого региона как ХМАО-Югры) и высоким качеством, были выбраны космические снимки с недавно запущенного на тот момент времени космического аппарата ALOS (Япония). Базовыми на всю территорию ХМАО-Югры стали мультиспектральные снимки с AVNIR-2 (четыре канала, разрешение на местности 10 м). А для решения более детальных задач использовались панхроматические снимки картографической камеры PRISM (разрешение 2,5 м). В экспериментальных целях применялись снимки с радиолокатора бокового обзора PALSAR (двойная поляризация, 14 м). В дальнейшем, на отдельные участки поставлялись также снимки с КА FORMOSAT-2, группировки спутников RapidEye и другие данные ДЗЗ.

Была разработана технология фотограмметрической обработки всех перечисленных типов снимков (для радиолокационных – геокодирования). Первоначально технология не предусматривала использование допол-



Рис. 25.
Мозаика ХМАО-Югры

нительной информации (топографические карты, полевые измерения) и позволяла получать материалы (ортоизображения) с точностью масштаба 1:100 000 (СКО 40-50 м на местности), в последствие методика была модернизирована за счет использования возможностей, появившихся космических снимков ALOS/PRISM. В настоящее время в ней используются высокоточные RPC-коэффициенты, поставляемые вместе со снимками, что позволяет создавать картографические материалы, соответствующие точности топографических карт масштаба 1:25 000 (СКО 7-8 м на местности) с применением снимков PRISM, снимков с КА FORMOSAT-2 и группировки спутников RapidEye и не хуже масштаба 1:50 000 (СКО 20 м на местности) по остальным материалам.

Благодаря фотограмметрической обработке удалось создать цветную мозаику космических снимков с разрешением 10 м на всю территорию ХМАО-Югры (рис. 25).

Для оптимизации оперирования огромными массивами разнородной информации, накопленной в ходе

реализации проекта (по-разному обработанные снимки, композиты, мозаика, векторные слои, таблицы, паспорта объектов и т. д.), было разработано приложение в среде ГИС MapInfo Professional, позволяющее специалисту осуществлять быстрый доступ к любым видам информации и ее визуализацию в нужный момент времени (рис. 26).

В 2009 г. продолжается технологическое сотрудничество как в плане решения новых поставленных задач, так и в части корректировки уже разработанных методик под снимки с новых КА.

Главным итогом сотрудничества, логически вытекающим из предыдущей деятельности, стало создание геопортала – универсального сетевого интерфейса для доступа к информации, создаваемой ГП НАЦРП им. В.И. Шпильмана им. В.И. Шпильмана (рис. 27), в первую очередь, ориентированного на использование специалистами и руководителями различных департаментов правительства ХМАО-Югры, а также другими пользователями.

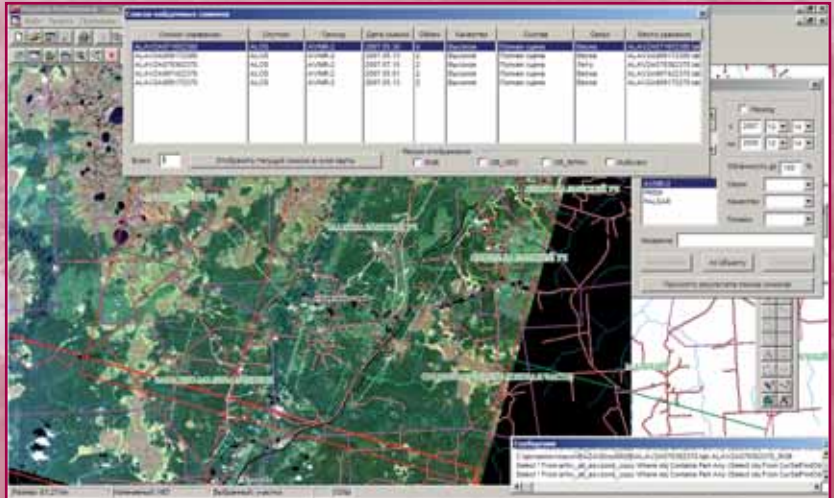


Рис. 26.
Работа в приложении – быстрый поиск и вывод на карту снимков, векторных покрытий, композитов и т. п.

С главной страницы портала можно попасть на страницы конкретных департаментов. В каждом случае функциональность, набор данных ДЗЗ, производных

картографических слоев оптимизирована, исходя из целей функционирования конкретного департамента. Наконец, от сайтов департаментов можно перейти к геопорталам конкретных лицензионных участков, содержащих более подробную информацию – кроме мозаики, еще и набор космических снимков за разные промежутки времени.

Создание геопортала не означает завершения сотрудничества между нашими организациями – тем для взаимодействия огромное количество, а жизнь такого экономически активного, уникального в природном отношении и большого по размерам региона, как ХМАО-Югры ставит перед нами все новые и новые задачи, решение которых зачастую эффективно только с применением современных космических снимков и передовых информационных технологий.

Партнерство, проверенное временем – лучшая опора для решения таких задач.



Рис. 27.
Работа лаборатории данных дистанционного зондирования ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана

В.А. Панарин (МУ «Градостроительство», Дзержинск)

В 1983 г. окончил физико-технический факультет Томского государственного университета. Работал в НИИ «Машиностроения», с 1992 г. – в Комитете по земельным ресурсам и землеустройству, в кадастровой палате г. Дзержинска Нижегородской области, с 2002 г. возглавлял Дзержинский аэрогеодезический центр в составе Верхневолжского аэрогеодезического предприятия. С 2006 г. работает в Администрации г. Дзержинска, в настоящее время – директор МУ «Градостроительство».

С.А. Токарева (Управление архитектуры и градостроительства Администрации г. Дзержинска)

В 1997 г. окончила Нижегородскую архитектурно-строительную академию. Работала в Комитете по земельным ресурсам и землеустройству. С 2001 г. работает в Управлении архитектуры и градостроительства Администрации г. Дзержинска, в настоящее время – начальник отдела информационных систем управления.

Проект организации ИСОГД муниципального уровня на примере города Дзержинска

С 1 июля 2006 г., согласно главе 7 Градостроительного кодекса Российской Федерации, органами местного самоуправления муниципальных образований осуществляется ведение Информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) путем сбора, документирования, актуализации, обработки, систематизации, учета и хранения сведений, необходимых для осуществления градостроительной деятельности. Порядок ведения ИСОГД определяется Постановлением Правительства РФ от 09 июня 2006 г. № 363 и Приказом Министерства регионального развития РФ от 30 августа 2007 г. № 85 «Об утверждении документов по ведению информационной системы обеспечения градостроительной деятельности».

В данной статье рассматривается структура и организация ИСОГД г. Дзержинска Нижегородской области. Дзержинск – второй по численности и промышленному значению город Нижегородской области. Он основан в 1930 г. Его общая площадь – более 42 тыс. га. На 2009 г. численность населения составила 254,9 тыс. человек вместе с поселками, входящими в

границу города. Ориентировочное количество компьютеров с выходом в Интернет в городе – около 30 тыс. С июня 2006 г. действует электронное представительство города в Интернет в форме официального сайта городской администрации www.adm.dzr.nnov.ru. В Администрации городского округа г. Дзержинск ИСОГД ведет Управление архитектуры и градостроительства (УАГ). Ведение ИСОГД может осуществляться как в традиционном бумажном варианте, так и в электронной форме. Учитывая уровень информатизации общества на данный момент, ведение ИСОГД только в электронном виде невозможно, поэтому оптимальным решением является ведение ИСОГД в двух формах: традиционной (исходные и конечные документы) и электронной (учет документов, их электронное представление, ведение баз данных, включая геоинформационные системы). Целью ведения ИСОГД является обеспечение органов государственной власти, ОМС, физических и юридических лиц сведениями, необходимыми для осуществления градостроительной, инвестиционной и иной хозяйственной деятельности, проведения землеустройства. Рассматриваемый про-

обеспечить стабильное финансирование из-за меняющейся власти, политики, направлений перспективного видения городских проектов. Энтузиазм руководства постепенно угасает, приоритеты изменяются, команда участников теряет интерес и, в результате, даже успешный проект может быть формально признан неудачным.

Рассмотрим основные общепринятые факторы, влияющие на внедрение КИС типа ERP. В перечне ниже указаны основные факторы, снижающие эффективность внедрения ERP-систем России.

1. Невнимание руководства к проекту – 40%.
2. Отсутствие четких целей проекта – 17%.
3. Неформализованные бизнес-процессы – 14%.
4. Неготовность учреждений к изменениям – 12%.

Основная цель – это получение конкурентных преимуществ, таких как прозрачность решений, управляемость процессами, ускорение выдачи результатов запросов населения и власти. Реализация этих преимуществ осуществляется через единое информационное пространство, консолидированные данные, стандартные процессы и подходы к управлению, которые в совокупности дают определенный эффект. Основным заказчиком системы является государство в лице администрации городского округа. Поэтому в данной системе не возникает вопросов о необходимости внедрения, однако сильно усложнен вопрос реализации, так как должен соответствовать сразу многим критериям: законодательной базе, финансовым возможностям, техническому уровню подразделений, соответствию сложившимся процессам управления и уровню подготовки аппарата чиновников. Однако здесь возникают коллизии с основным принципом внедрения, выбранным разработчиками: максимального сохранения существующих процессов управления с получением максимальной эффективности ИСОГД, так как точки зрения и оценки системы чиновниками разных уровней власти расходятся. Для решения проблем при внедрении проекта были применены следующие решения.

По п. 1 проблема решалась за счет вовлечения в процесс руководства администрации города путем разъяснения значимости решений задач, поставленных проектом, в первую очередь, для удовлетворения спроса населения и организаций, а также для решения задач по инвестиционным проектам и повышения привлекательности территорий для потенциальных

инвесторов. Проект был поддержан как первым заместителем мэра города, так и управлением инвестиционной политики.

Для решения проблем по п. 2 и 3 были проведены исследования структуры ИСОГД в приложении к местным условиям, с учетом сложившейся структуры и процессов делопроизводства УАГ, создан проект технического и программного обеспечения ИСОГД с учетом имеющихся структур и программ, а также с определением оптимальных решений по показателю цена/качество. Был создан проект электронной ИСОГД, как распределенной базы данных, причем не только в пространстве, но и в программном смысле (разные модули системы обслуживаются разным программным обеспечением (ПО)). Последний принцип всегда вызывает споры, так как существуют два метода внедрения, а именно, когда организация перестраивает все бизнес-процессы под требования единой программы, или когда максимально сохраняются действующие процессы и применяемые программы, а новое ПО подстраивается под существующие процессы. В первом случае, очевидные преимущества заключаются в быстром внедрении (установке системы) и точном соответствии алгоритмов заданным целям, а отрицательные стороны – в большой стоимости системы, сложностях внедрения и, как правило, сопротивлении персонала. Во втором случае, среди преимуществ – низкая стоимость и достаточно плавное внедрение с сохранением персонала, а к недостаткам относятся большая продолжительность внедрения, программные сложности в сочетании разных программ (так называемая «лоскутная» автоматизация) и сложность обслуживания системы для системных администраторов. В отношении г. Дзержинска была выбрана вторая стратегия, главным образом, из-за ее надежности за счет малых разовых вложений и решения проблемы, связанной со слабой готовностью учреждений к изменениям (п. 4 проблем внедрения).

Для правильного понимания эффектов внедрения и создания условий длительной и спокойной работы были выделены следующие, наиболее серьезные ошибки при оценке эффекта информационной системы (ИС).

Обобщение положительного результата

Попытки сравнивать результаты внедрения информационных систем в нашем городе с результатами внедрения в других городах, имеющих иные КИС, и попытки определить «хорошая» или «плохая» наша

система (методика, подход) в данном случае не обоснованы. Слишком много конкретных факторов влияет на процессы управления (размер города, развитие промышленности, финансовое состояние и прочее).

Анализ бизнес-эффекта

Результат проекта формулируется в виде конечного эффекта бизнес-деятельности (например, увеличение поступления налогов), но ERP, как и любая другая информационная система, на него влияет лишь опосредованно через изменение информационных активов, производительности процессов и т. д. Основной бизнес-эффект достигается одновременным изменением разных аспектов деятельности управлений, а не только технологического.

В ряде случаев эффект, полученный от внедрения ERP, передается потребителям в виде снижения цен на услуги, повышения качества, улучшения обслуживания и пр. Таким образом, отсутствие экономической прибыли еще не означает неудачу, потому что целью инвестирования в систему является повышение качества управления за счет реакции на изменения параметров результатов деятельности.

Выделение эффекта от информационных технологий (ИТ)

Область эффекта сужается вплоть до улучшения отдельных операций. Не учитывается эффект синергии и комплиментарности технологических и организационных изменений. ERP-система эффективна настолько, насколько эффективны процессы управления, в которых она работает. Если их не изменять совсем, то система становится дополнительной обузой, требующая только вложений без видимого результата.

Ожидание моментального эффекта

Эффект ожидается непосредственно после формального завершения проекта. Не учитывается период «вживания» системы в процессы управления, изучения возможностей системы и адаптации к ней пользователей. Например, электронный дежурный план города был готов как программное средство в начале 2002 г., а полноценная работа и получение результатов в виде справок и реального обращения работников начались только в середине 2005 г. В этом промежутке решались проблемы ввода данных в нужном виде, освоение персоналом системы. Преодолены проблемы недоверия к результатам работ (тестирование и проверки трудоемки и требуют дополнительных затрат, что не приветствуется никем), разработаны дополнительные

формы справок к уже существующим (вместо простой смены формы справок в УАГ, что тоже требует усилий), изменен порядок делопроизводства для ввода сведений и многое другое. Это все никак не связано с функционалом программы: учет изменений в дежурном плане в графическом виде. Исходя из этих соображений, при обосновании порядка внедрения ИСОГД учитывались разные группы факторов, влияющие на эффективность, и для каждой группы эффект от системы выделяется независимо.

Подход к организации деятельности изначально признает, что процессы состоят из функций и операций, входящих в зоны ответственности разных функциональных направлений. Каждая ERP-система поддерживает некоторый набор бизнес-процессов, оптимизированный под тот или иной вид деятельности. Поэтому при внедрении ERP-системы фактически необходимо выбрать, либо изменить под себя процессы в системе, либо измениться под систему. В ситуации с ИСОГД изначальный выбор – изменение КИС под требования учреждений. Таким образом, КИС требует планомерного и согласованного подхода к проведению организационных и ИТ-изменений. А инструментом целостного взгляда на требуемые изменения является концепция архитектуры управления. Необходимым условием для этого является гибкость организационной структуры и формализация процессов деятельности, прежде всего, связанных с цепочкой создания документов (услуг). Проведенные до этого внедрения по автоматизации процессов подготовки градостроительной документации и ведения дежурного плана города пока не имеют целостной структуры, отсутствует связь и анализ эффективности между целями автоматизации рабочих мест и управлением процессами. Для полного анализа информационных потоков необходимо дополнить общую схему процессов управления процессами на рабочих местах с описанием всех информационных потоков (документов) и интерфейсов (способов передачи). Тогда можно будет оценить существующие связи в делопроизводстве УАГ и оптимизировать всю структуру с изменением (где необходимо) форм документов в соответствии со стандартными требованиями ИСОГД. Данная работа должна постоянно проводиться по мере использования ИСОГД с оптимизацией под изменяющиеся требования законодательства и организационной структуры.

В соответствии с Положением об ИСОГД, утверж-

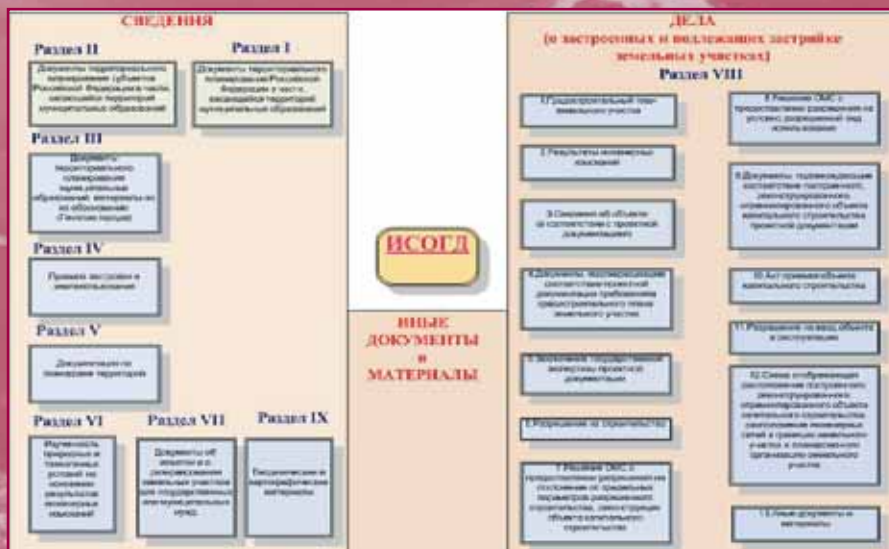


Рис. 2.
Разделы ИСОГД

денным Постановлением Правительства РФ от 9 июня 2006 г. № 363, данная система состоит из 9 разделов. В свою очередь, эти разделы можно отнести к трем группам: сведения о документах, дела о застроенных и подлежащих застройке земельных участках, другие документы и сведения (рис. 2).

Дальнейший анализ каждого из разделов ИСОГД позволяет определить более точный перечень документов, составляющих ИСОГД, а также характер данных и источник их получения. Как видно из схем, сведения, составляющие ИСОГД, имеют сложную структуру и принадлежат различным уровням власти, требуют тесного межведомственного взаимодействия. Но в настоящее время отсутствует нормативный документ, определяющий порядок информационного взаимодействия на всех уровнях власти. Например, осуществление информационного обмена между органами местного самоуправления и государственными органами власти, осуществляющими ведение государственного кадастра объектов недвижимости, регистрацию прав на недвижимое имущество.

Из девяти разделов ИСОГД особо можно выделить раздел VIII «Дело о застроенном и подлежащем застройке земельном участке». Состав документов данного раздела отражает полный спектр деятельности УАГ при подготовке, согласовании и утверждении градостроительной документации. На рис. 3 показаны состав и источники сведений, подлежащих учету в ИСОГД по данному разделу. Подробный анализ раздела VIII позволяет определить конкретный состав сведений, необходимых для учета в ИСОГД на этапах подготовки, согласования градостроительной документации специалистами УАГ и подчиненных ему муниципальных учреждений.

В связи с ведением ИСОГД в УАГ изменений в сложившейся схеме делопроизводства не предполагается. Для уточнения параметров системы и перечня учетных документов была проанализирована деятельность сотрудников на рабочих местах, проведен анализ информационных ресурсов, используемых в работе каждым сотрудником, и создана оптимальная схема ведения ИСОГД в УАГ.

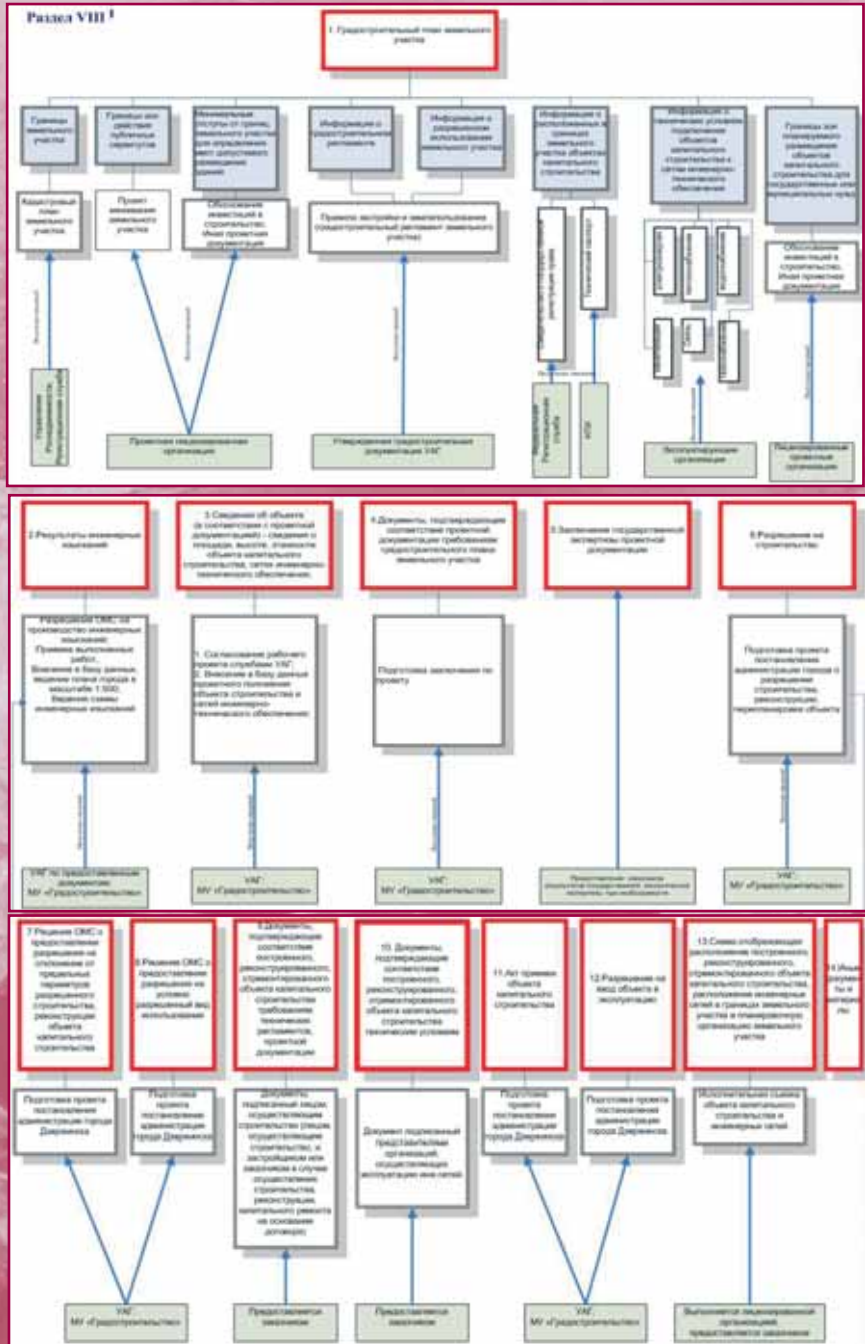


Рис. 3. Состав и источники сведений, подлежащих учету в ИСОГД

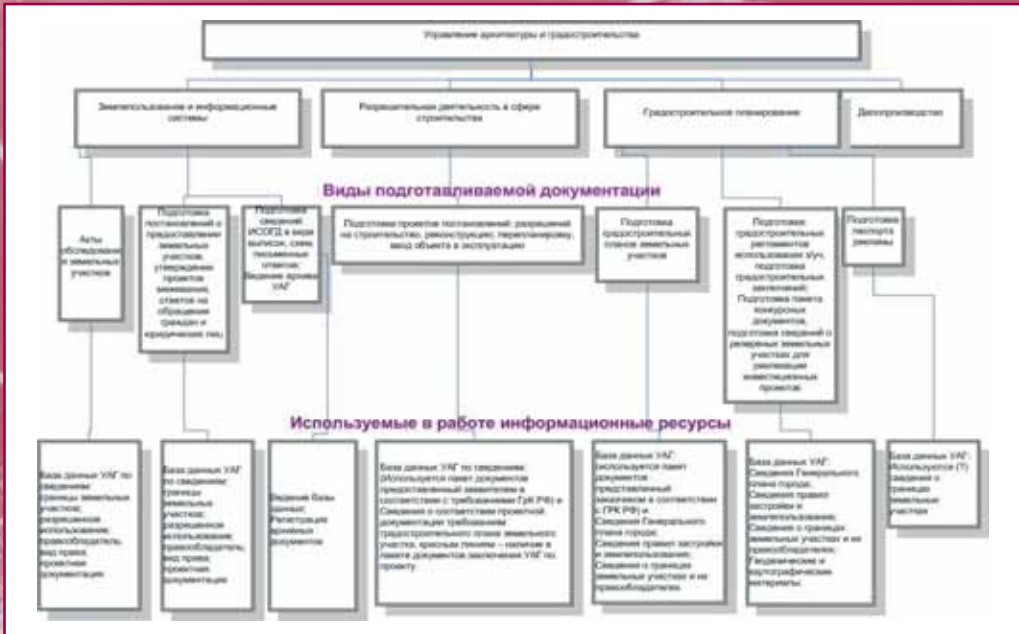


Рис. 4. Укрупненная структура информационного взаимодействия в УАГ по направлениям работ

На рис. 4 показана схема информационного взаимодействия структурных подразделений УАГ по направлениям работ. За каждое направление деятельности УАГ отвечает конкретный заместитель начальника УАГ, что позволяет персонализировать ответственность за информационное обеспечение ИСОГД. Как видно из схемы, в УАГ уже достаточно большое количество сведений содержится и ведется в электронном виде, что позволяет внедрить систему с минимальными затратами, практически без разработки всеобъемлющего нового проекта по программному обеспечению ИСОГД. Для точного учета документов в ИСОГД, определения обязанности по вводу исходных данных и автоматизации процесса ввода на рабочих местах персонально по рабочим местам (в УАГ и подчиненных ему учреждениях), установлены перечни документов, сведения о которых или электронный образ которых, должны попадать в ИСОГД.

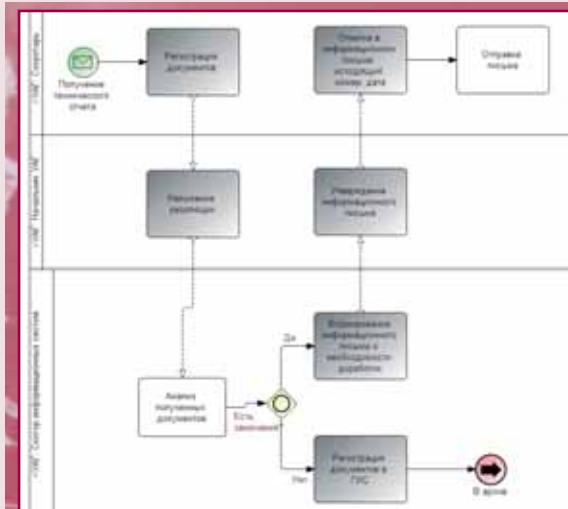


Рис. 5. Диаграмма бизнес-процесса «Учет материалов инженерных изысканий»

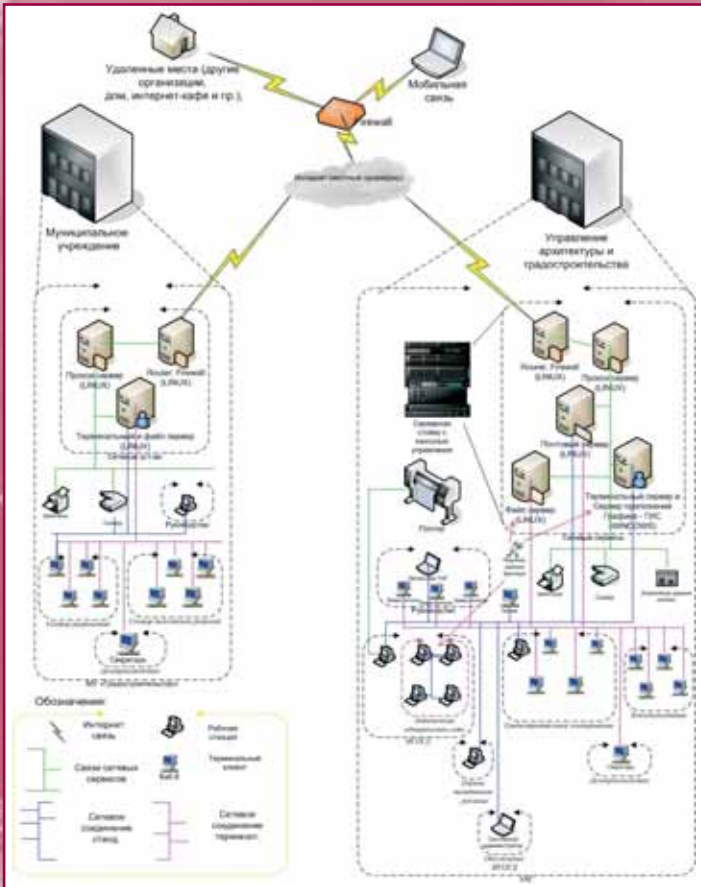


Рис. 6.
Физическая схема ЛВС

Разработаны типовые схемы движения документов с учетом каждого рабочего места (пример одного из процессов приведен на рис. 5). Данная работа выполнена по договору ООО «Кейинтегрита».

Техническая схема ведения ИСОГД и организация связей между рабочими местами (локальная вычислительная сеть – ЛВС) показаны на рис. 6. Важным моментом, позволяющим снизить стоимость системы и повысить ее безопасность с точки зрения воздействия пользователей (за счет ограничения возможностей работы пользователей только доступными им модулями) и простоты обслуживания, является применение на рабочих местах тер-

минальных систем вместо полных компьютеров.

Система состоит из нескольких программных модулей, позволяющих решать отдельные задачи (рис. 7). Рассмотрим их более подробно.

Дежурный план. Основной ГИС-модуль, позволяющий решать задачи визуального отображения графической информации, изначально был построен на базе геоинформационной системы (ГИС) «ГеоГраф» (ЦГИ ИГ РАН). В настоящее время он переводится под управление ГИС Bentley Power Map (Bentley Systems, США). Имеется более 270 слоев основной и вспомогательной информации, основу которой составляют оцифрованные ФГУП «Верхневолжское АГП» в 2002 г. планшеты картографических материалов масштаба 1:2000, содержащие данные по зданиям и сооружениям, транспортным магистралям, лесопосадкам, водным объектам, инженерным коммуникациям и т. д. Далее были введены и ведутся на постоянной основе слои по земельным отводам, по границе города, по наличию картографических мате-

риалов и его актуальности (сетка), по зонированию города, по объектам капитального строительства (в объеме поставляемых в УАГ в координатном виде сведений), по охраняемым территориям, по санитарно-защитным зонам и т. д.

Визуализация и обработка космических снимков. Этот модуль тесно связан с модулем дежурного плана и служит для контроля поступающих отчетов по материалам инженерных изысканий, подготовки ситуационных планов, включая информационные материалы для рассмотрения инвестиционных проектов, определения границ и площадей территорий, анализа застройки

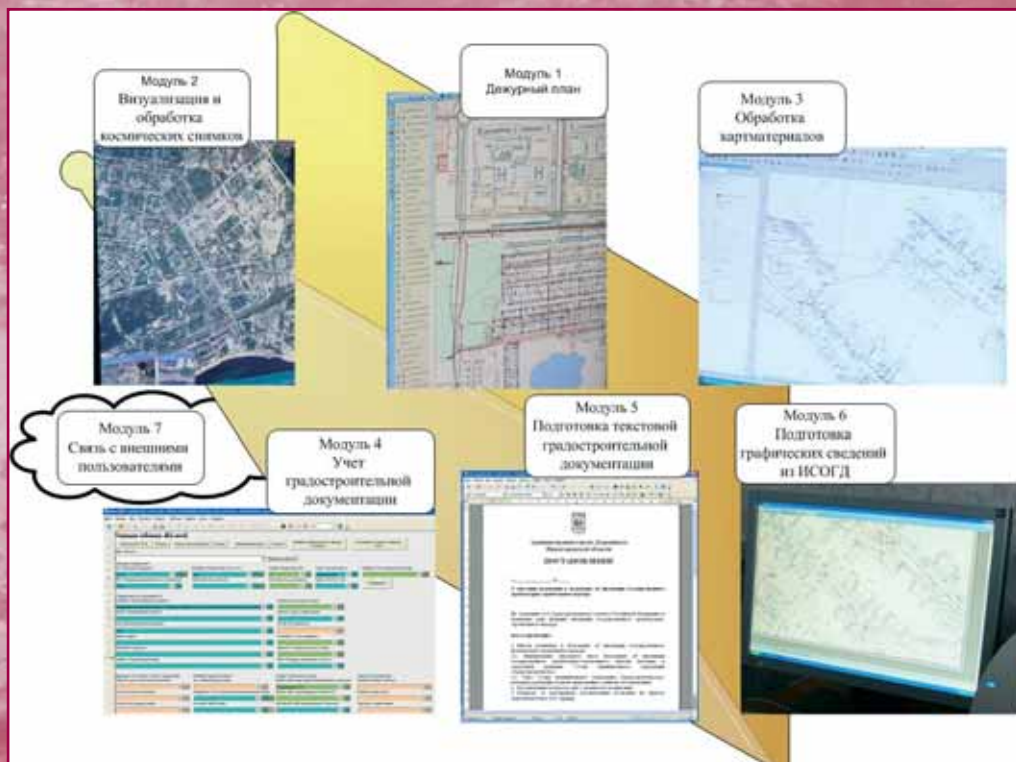


Рис. 7.
Программные модули системы

территории и мониторинга строительства. Он построен на базе программного комплекса (ПК) ENVI. Его основу составляют приобретенные архивные ортотрансформированные снимки со спутника QuickBird с разрешением 0,6 м (панхроматические) и с разрешением 2,4 м (мультиспектральные).

Обработка картографических материалов. Модуль представляет собой комплекс программ по ведению материалов топографической основы города. Он предназначен для осуществления полного цикла ведения и обновления картографических материалов УАГ путем обработки их растрового изображения, хранения и выдачи электронных листов для подготовки выкопировок по запросам юридических и физических лиц, использования растровых изображений планшетов в модулях дежурного плана и визуализации космических снимков, а также распечатки бумажных изображений

для отображения изменений и ведения формуляров. Для перевода материалов топографической основы города, выполненных только в печатном виде, в цифровую форму используется высокоточный цветной сканер Supergix Xerox формата А0. Первичная обработка проводится с помощью программы Xerox XEScan. Полученные растры калибруются, ортонормируются, «очищаются» и корректируются (при необходимости) с помощью программного комплекса SpotLight, установленного на двух рабочих местах. Подготовленные точные изображения хранятся в электронном хранилище. Изменения в данные планшеты по результатам отчетов геодезической съемки или исполнительной съемки местности вносятся также с помощью ПК SpotLight. Электронные выкопировки с планшетов готовятся уже в бесплатном программном обеспечении (ПО) Gimp с целью облегчения использования растровых файлов в

ГИС. Периодически картографические материалы в бумажном виде обновляются путем распечатки актуального вида планшета с помощью широкоформатного плоттера (А0). Этот плоттер также используется для подготовки бумажных градостроительных документов большого формата. Связь с модулем дежурного плана осуществляется за счет наличия слоя с необходимой актуальной информацией по изображениям планшетов как в векторном, так и растровом виде.

Учет градостроительной документации. Предназначен для ведения книг учета и учетных записей по градостроительной документации, в соответствии с приказом Министерства регионального развития РФ от 30 августа 2007 г. № 85 «Об утверждении документов по ведению информационной системы обеспечения градостроительной деятельности». Модуль представляет собой базу данных, созданную на основе открытых (бесплатных) и мультиплатформенных программных средств MySQL и OpenOffice. Общий принцип работы такой интегрированной базы данных приведен на рис. 8. База данных позволяет в режиме разделения доступа и защиты данных вводить информацию в объеме, предусмотренном допуском сотрудника, изменять ее, учитывать изменения по градостроительной документации, принимать (контролировать) введенные данные, вести электронные архивы документации, распечатывать соответствующие карточки учета и вести книги хранения сведений о градостроительной документации, а также отображать места хранения бумажных документов в архиве и вести архивные инвентарные книги, включая их распечатку. Модуль разработан ООО «Инфорис» (Дзержинск). Ввод исходных данных для учета осуществляется в соответствующих отделах УАГ без организации дополнительных рабочих мест операторов. Затем работники отдела, ведущего ИСОГД, регистрируют учетные записи базы данных ИСОГД. Работник архива вводит архивные атрибуты документов, затем запись принимается ответственным лицом по ведению ИСОГД. После приема никакие операции с этой записью, кроме просмотра, невозможны.

Подготовка текстовой градостроительной документации. Модуль представляет собой текстовые, табличные редакторы, а также программу подготовки презентаций и

ведения небольших баз данных для отдельных рабочих мест. Он построен на основе свободно распространяемого мультиплатформенного ПО OpenOffice, что позволяет использовать его в бесплатных операционных системах, типа Linux. Благодаря этому, часть рабочих мест в виде сетевых терминалов работает под управлением вышеназванной операционной системы.

Подготовка графических сведений из ИСОГД и градостроительной документации по запросам физических и юридических лиц. Модуль установлен в соответствующем секторе, занимающимся подготовкой таких документов. Он работает на базе ГИС «ГеоГраф» и модуля подготовки текстовой градостроительной документации. С рабочих мест модуля запрашиваются необходимые сведения из других модулей, согласно поступившим запросам, включая выкопировки из картографических материалов и схем. Затем информация консолидируется и готовится в виде, запрашиваемом пользователем.

Связь с внешними пользователями. Модуль предназначен для передачи документации в электронном виде внешним пользователям, например, подразделениям администрации города, для подготовки публичных слушаний или размещения информации на сайтах администрации. В настоящее время проводится ра-

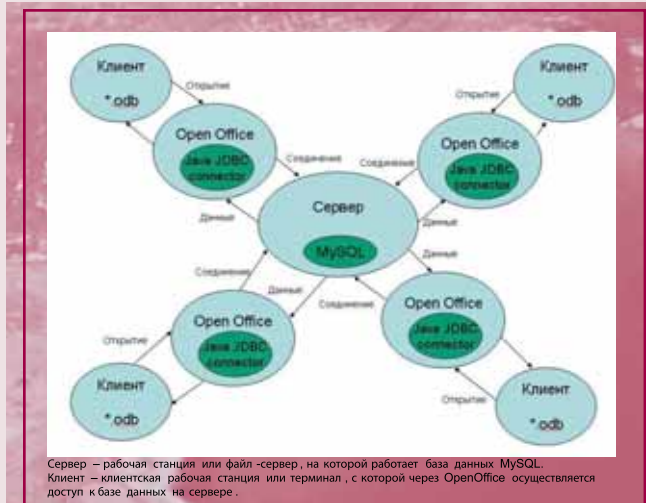


Рис. 8.
Принцип работы базы данных по учету градостроительной документации в ИСОГД

бота по созданию Интернет-портала для просмотра открытых сведений ИСОГД общего пользования физическими и юридическими лицами, а также обмена данными с подразделениями администрации.

Система состоит из рабочих станций и терминалов доступа, что позволяет существенно удешевить техническую часть и упростить обслуживание за счет централизации управления и обновления программных средств на терминальных рабочих местах. При этом часть терминальных клиентов работает под управлением сервера, использующего операционную систему типа Linux. Под этой системой полностью работает модуль подготовки текстовой документации. При необходимости использования графической информации применяется удаленное соединение и подключение к серверу приложений, работающему под управлением операционной системы Windows Server 2008. Пользователи, работающие под управлением операционных систем типа Microsoft Windows, используют в качестве офисных приложений свободно распространяемое ПО OpenOffice, что создает единую среду подготовки текстовых документов при использовании разных операционных систем. Общая стоимость проекта при создании такой системы примерно **в 2,5 раза меньше** по сравнению с полноценной лицензионной системой с рабочими станциями под управлением операционной системы типа Microsoft Windows и офисных приложений типа Microsoft Office, стандартно применяемых в учреждениях. Цифры даны без учета экономии на рабочих местах системных администраторов, отдельных операторов для ведения ИСОГД и других вспомогательных рабочих мест. Невозможно напрямую оценить эффект от удобства обслуживания и ограничений действий пользователей узким кругом служебных задач, которые способствуют более производительному использованию компьютерного оборудования.

Еще одной особенностью является наличие автономной локальной сети в системе. Как известно, часть градостроительных документов и картографических материалов носят характер ограниченного пользования. В связи с этим, в системе выделена полностью автономная группа оборудования, соответствующим образом аттестованная для работ с материалами, составляющими государственную тайну. Именно с помощью этого оборудования происходит первичная обработка большей части сведений в модулях дежурного плана, визуализация и обработка космических снимков и картогра-

фических материалов. Подготовленная электронная документация, уже не содержащая сведения ограниченного характера, передается на внешний сервер для использования всеми сотрудниками УАГ и подчиненных ему учреждений.

На текущий момент модули системы связаны между собой несколькими параметрами, записываемыми в атрибутивных данных модулей и позволяющими «вручную» находить аналогичные объекты капитального строительства или недвижимости в разных модулях, например, кадастровый номер объекта, адрес, заказчика, ключ привязки в графическом слое, название документа, дату регистрации, инвентарный номер и т. д. Дальнейшее развитие системы предполагает создание внешней оболочки в виде базы данных по любым файловым изменениям в системе с их фиксацией для целей автоматизации учета подготовки и выпуска градостроительной документации. Это позволит автоматизировать подготовку и учет документации, ограничить утечку информации, подготовит возможность перехода на безбумажную технологию подготовки, рассмотрения и утверждения документации, и обеспечит связь модулей через универсальный объект – участок, ограниченный некими параметрами, в первую очередь, координатами и уникальным номером в системе.

Естественно, такая разрозненная программная среда порождает проблемы по ее ведению, но, с другой стороны, дает пользователям строго предназначенные под свои нужды удобные и относительно дешевые рабочие места. Для развития системы и создания нормальной формы обмена с внешними пользователями необходима среда, позволяющая общаться с внешними пользователями сведений ИСОГД и материалов дежурного плана, отвечающая требованиям наличия универсальных форматов передачи и хранения данных. Объединяющим элементом модулей ИСОГД является наличие в ней единого объекта учета – пространственного объекта. В каждом модуле в его качестве выступают: планшет плана (карты), фрагмент космического снимка, земельный участок, контур здания, план квартиры, точка привязки расположения некоего сооружения в дежурном плане (например, столба, колодца) и т. д. Отсюда следует вывод о необходимости перехода от послойных ГИС и стандартных систем управления базами данных (СУБД) для хранения семантической информации на пространственные объектно-ориентированные системы, с воз-

возможностью создания схем «на лету» по выборке ряда объектов или групп объектов из базы данных с возможностями Интернет-технологий. Это позволит создавать Интернет-порталы для получения справочной информации графического и текстового вида из ИСОГД населению и юридическим лицам без обращения в УАГ. Данное направление, кроме технической стороны, требует решения большого количества юридических вопросов и создания соответствующих нормативных документов, что даже иногда более сложно, чем технические вопросы и часто выходит за рамки компетенции и возможностей УАГ.

Подобными свойствами обладает ПО компании Bentley Systems, в частности, ГИС Bentley Power Map, модуль создания и поддержки Интернет-порталов Bentley Geo Web Publisher и инструмент объединения разнородных ИС, построенных на различных СУБД, Bentley Geospatial Server. Включение в эту среду СУБД Oracle Spatial практически решает вопросы создания единой ИСОГД для всех модулей и связи ее с внешними пользователями любого уровня: от физических лиц, просматривающих сведения через Интернет, до выделенных линий связи с ИС других ведомств (комитет управления муниципальным имуществом, подразделения Росреестра, транспортные и коммуникационные структуры и т. д.). На рис. 9 приведена общая структура такого решения, разработанная специалистами компании «Совзонд».

Главным преимуществом такого решения является постепенное включение в данную схему готовых существующих разнородных модулей ИСОГД и других ИС без их полной переработки. Сюда входят модули делопроизводства, построенные, как правило, на простейших СУБД, типа Microsoft Access или даже на основе табличных редакторов, ссылочные базы данных, базы данных по ведению и хранению растровых и векторных изображений. Система, созданная для УАГ, достаточно просто и плавно, без разработки дорогостоящего всеобъемлющего проекта, может быть расширена до ИС администрации города с постепенным включением готовых или разрабатываемых ИС (возможно только электронных сведений и документов) отдельных подразделений и ведомств. Решается достаточно приемлемо и основная проблема ГИС – передача данных через обменные форматы для просмотра пользователями. Даже для просмотра сведений ГИС необходимо наличие у пользователя аналогичной ГИС или ее модуля просмотра, что вызывает массу проблем (даже для

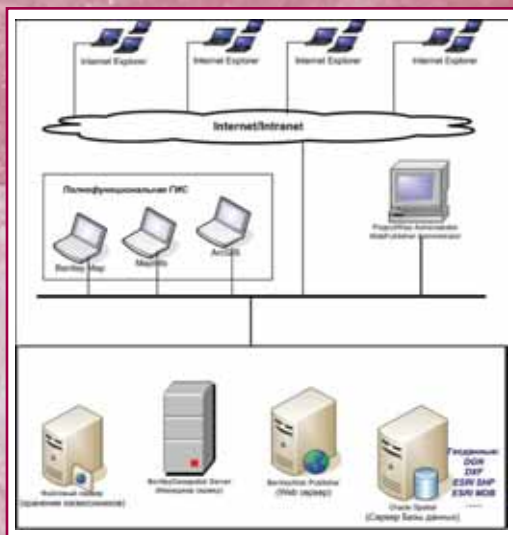


Рис. 9.
ГИС-решение для ИСОГД на базе ПО Bentley

единичного просмотра необходимо совместимое ПО). В рассматриваемой системе модуль Bentley Geo Web Publisher позволяет пользователю, имеющему только стандартный доступ к Интернет-ресурсам, свободно просматривать сведения общего пользования. Поддержка данных ГИС на Интернет-странице в актуальном состоянии происходит в автоматическом режиме, что важно для снижения затрат на подготовку данных и поддержки сайта.

В г. Дзержинске в 2009 г. планируется создание Интернет-портала для доступа населения к юридически актуальному адресному реестру из ИСОГД УАГ, а в 2010 г. – создание на базе Bentley Geospatial Server полноценного доступа с разграничением прав подразделений администрации города к ИСОГД УАГ.

Следует отметить возможность данной системы по переходу на свободно распространяемые программные средства для ее удешевления в целом. На текущий момент в компании Bentley Systems имеется ПО, ориентированное на системы Linux. Проблема кроется не в технических возможностях, а в юридических аспектах, связанных с лицензированием ПО и получаемых с помощью него данных. Но в целом предсказать изменения в отрасли программного и технического обеспечения достаточно сложно.

Программные решения Bentley Systems: система градостроительного кадастра города Москвы*

Система градостроительного кадастра города Москвы – это не имеющий аналогов в мире инструмент устойчивого развития мегаполиса. Авторские права на Систему градостроительного кадастра города Москвы защищены (Свидетельство Российской-го авторского общества от 30.12.2002 г. № 6142).

Градостроительный кадастр, как и любой другой вид кадастра или реестра, представляет собой систематизированный определенным образом свод сведений. Он хранит документы, относящиеся к разнообразным объектам: территория города или ее часть; объект капитального строительства; земельный участок; зона, характеризующаяся особым правовым режимом и т. д.

На основании этих сведений система градостроительного кадастра формирует объективную комплексную картину современного состояния транспортной, инженерной и социальной инфраструктур, застройки, обязательных требований (регламентов) к градостроительному развитию городских террито-

рий и условий, влияющих на проведение строительных работ.

Сведения градостроительного кадастра позволяют понять перспективу развития городских территорий, определить оптимальное направление вложения инвестиций. В настоящее время для отображения и представления различного рода кадастровой информации используются web-серверы (рис. 1).

Интегрированные серверы с векторной и растро-



Рис. 1.

Интерфейс web-сервера «Градостроительный кадастр города Москвы» (<http://www.ggk.mos.ru>)

* Статья подготовлена по материалам, предоставленным Службой градостроительного кадастра города Москвы и компанией Bentley Systems.



Рис. 2.
Образцы информационных ресурсов, опубликованных на web-сайте:
а) фрагмент цветного ортофотоплана;
б) фрагмент схемы территории природного комплекса

вой графикой публикуют гибридные векторно-растровые наборы данных, используя широкий спектр форматов, что позволяет с легкостью размещать на web-страницах чертежи, планы, карты, модели, снимки аэрофотосъемки и фотографии (рис. 2). Наилучшим образом указанным требованиям соответствует программное обеспечение (ПО) Bentley Geo Web Publisher. Данное решение обладает богатым набором функций по интеграции данных, созданию, компоновке, администрированию и поддержке web-сайтов, а также инструментальных средств для конечного пользователя – навигацией по картам, поиском, средствами анализа и отчетности. Возможны различные варианты компоновки, цветового оформления, отображения информации, выбора панелей инструментов и других элементов интерфейса, а также работы с картографической информацией.

Как поставщик программного обеспечения компания Bentley Systems непрерывно расширяет ассортимент продукции, особенно в области геопростран-

ственных решений. Начало этому направлению было положено в 1990-х гг. программными средствами MicroStation Geo Web Publisher и MicroStation Descartes, в основе которых лежит технология пространственных баз данных, предоставлявшихся, в том числе, и компанией Oracle. В настоящее время программное обеспечение Bentley Geospatial состоит более чем из 20 специальных программ, предлагающих решения в сферах кадастра и освоения земель, коммуникаций, электрических и газовых сооружений, водоснабжения, канализации, очистки сточных вод и т. д.

Использование сведений градостроительного кадастра при принятии решений о развитии города позволило избежать многих дорогостоящих и трудно исправимых ошибок при застройке городских территорий, способствовало рациональному использованию бюджетных средств и их концентрации на наиболее важных направлениях, улучшению качества жилья, развитию инженерной и транспортной инф-

раструктуры, сохранению природной среды. Данная информация помогла сохранить исторический облик города, его неповторимый ландшафт.

Сведения градостроительного кадастра являются открытыми и общедоступными. Все юридические и физические лица обладают равными правами доступа к сведениям градостроительного кадастра, которые могут быть получены в виде официальных документов (рис. 3), кадастровых справок, исходных данных для предпроектных проработок, путем прямого доступа через сайт в сети Интернет.

В системе градостроительного кадастра постоянно работает более 750 пользователей. Система поддерживает работу по предоставлению удаленного доступа к ресурсам для 108 бюджетных организаций. Действует около 100 договоров с коммерческими организациями на пользование услугами, предоставляемыми посредством сети Интернет, на постоянной основе. За время работы, начиная с 1999 г., подготовлено и выдано более 25 тыс. кадастровых справок.

Ведение системы градостроительного кадастра базируется на следующих принципах:

- обязательности регистрации и учета документов, необходимых для осуществления градостроительной деятельности;
- открытости сведений;
- непрерывности актуализации информационных ресурсов;
- совместимости с информационными системами земельного кадастра, государственного кадастра

особо охраняемых природных территорий, мониторинга реализации Генерального плана города Москвы, адресного реестра зданий и сооружений, иными кадастрами, реестрами и регистрами города Москвы.

В настоящее время налажен процесс получения необходимых документов, позволяющий поддержи-

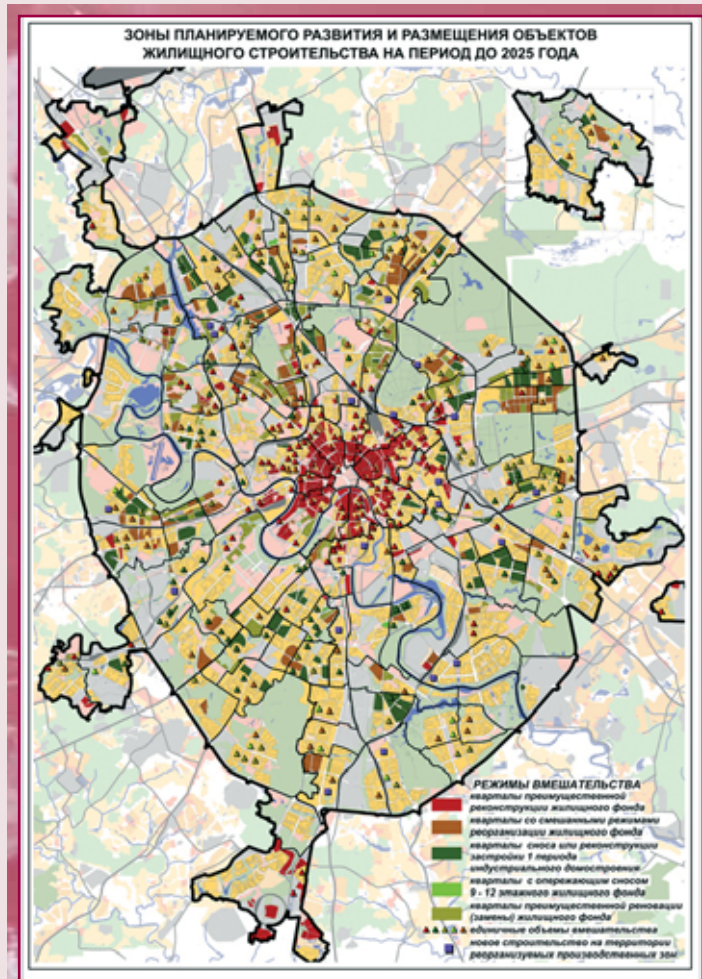


Рис. 3.
Карта зон планируемого развития и расширения зон жилищного строительства

вать в актуальном состоянии все виды информационных слоев системы. В основе механизма предоставления информации используется программное обеспечение Bentley Geo Web Publisher.

Основными поставщиками информации в систему являются:

- Государственное унитарное предприятие города Москвы «Научно-исследовательский и проектный институт Генерального плана города Москвы»;
- Государственное унитарное предприятие города Москвы «Главное архитектурно-планировочное управление Москомархитектуры»;
- Государственное унитарное предприятие города Москвы «Московский городской трест геолого-геодезических и картографических работ»;
- Комитет города Москвы по государственной экспертизе проектов и ценообразования в строительстве;
- Комитет по культурному наследию города Москвы;
- Департамент земельных ресурсов города Москвы;
- другие организации города Москвы.

Хранилище данных содержит информационные ресурсы в трех основных видах:

- переданном в Службу градостроительного кадастра организациями изготовителями;
- преобразованном в технологический формат на различных стадиях их обработки;
- оптимизированном для использования (предоставления).

В системе поддерживается ведение 94 типов информационных карточек документов и объектов. Всего в систему введено 250 тыс. информационных карточек документов и 290 тыс. информационных карточек, содержащих сведения об объектах.

Информационные карточки имеют пространственное представление на электронной карте города Москвы.

Для обработки графической информации Служба градостроительного кадастра города Москвы давно использует базовую платформу MicroStation компании Bentley Systems, а семантические данные ведутся на основе Oracle. При публикации геопространственных данных в Интернет используется ПО Bentley Geo Web Publisher. Дополнительные прикладные информационные технологии разработаны

специалистами Службы градостроительного кадастра города Москвы.

Bentley Geo Web Publisher – это комплексная программа для создания и дальнейшей работы с геопространственной информацией в Интернет. С помощью Bentley Geo Web Publisher можно создать удобный в работе web-интерфейс для широкого спектра приложений, таких как муниципальные информационные системы, архивы изображений или чертежей, навигационные картографические сайты, сайты под отдельные проекты и информационные порталы общего пользования.

Интеграция данных – модель данных, реализованная в ПО Bentley Geo Web Publisher, облегчает взаимодействие большого числа источников графических и неграфических данных в единый гомогенный web-интерфейс. ПО Bentley Geo Web Publisher построено на основе рабочего процесса, типичного для издательских программ и оптимизированного для работы с геопространственной информацией. Программа позволяет создавать публикации на основе широкого спектра источников, начиная от чертежей в формате DGN и DWG, растровой графики, информации, созданной с использованием ГИС-решений компании Bentley, и заканчивая информацией, хранящейся в реляционных базах данных, включая Oracle Spatial. Информацию можно быстро и легко представить в целостном виде. Структура интеграции данных оптимизирована для таких организаций как, например, муниципальные образования, где вся информация тесно взаимосвязана.

В 2004 г. Система градостроительного кадастра Москвы на Дубайской Международной церемонии награждения по итогам конкурса была отмечена премией Организации Объединенных Наций по населенным пунктам (ООН-ХАБИТАТ) как «Хорошая практика». В 2009 г. Система градостроительного кадастра Москвы является номинантом конкурса BE Awards компании Bentley Systems в категории «Инновации в области кадастра и управления земельными ресурсами» как одна из лучших систем в мире.

Опыт создания и использования Системы градостроительного кадастра города Москвы успешно применен в ряде городов России.

Использование космических снимков для переноса трасс линий электропередачи*

В течение десятилетий линии электропередачи (ЛЭП) прокладывались между электростанциями и электрическими подстанциями, в том числе по всей стране в Таиланде. В последние годы рост населения приводит к расширению границ жилых кварталов. Жилые территории расширяются во всех направлениях без каких-либо ограничений. В связи с этим ЛЭП уже пересекают территории отдельных пригородов. Одной из важных задач планирования электрических сетей является перенос существующих ЛЭП в зоны меньшей заселенности, чтобы избежать нахождения жилых построек под ними или рядом с ними. Эта работа может быть выполнена с использованием аэрофотосъемки заданных участков, сделанной, например, с беспилотных летательных аппаратов или вертолетов. С появлением данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса стало проще и дешевле планировать перенос ЛЭП, анализируя соответствующие космические снимки. В настоящее время пространственное разрешение снимков, полученных с некоторых современных космических аппаратов (КА), может достигать менее 1 м. Такое разрешение вполне достаточно для выполнения вышеука-

занных работ по планированию переноса ЛЭП. В связи с тем, что общая площадь земной поверхности слишком велика, а разрешение космических снимков сравнительно высокое, базы данных ДЗЗ имеют большие размеры, а обработка изображений требует больших временных затрат. Кроме того, на качество изображений на космических снимках в оптическом диапазоне могут влиять погодные условия. Например, сложно получить четкие изображения участков местности с часто повторяемой облачностью, например, высокогорных районов.

МЕТОДИКА ПЕРЕНОСА ТРАСС ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Данная работа выполнена на основе анализа пространственных изображений, которые были получены из двух основных источников: космических снимков с КА Landsat-7 (США) и топографической карты.

В апреле 1999 г. был запущен космический аппарат Landsat-7, который до сих пор выполняет уникальную и важную задачу по наблюдению Земли из

* Сокращенный перевод с английского языка статьи «Rerouting Electric Power Transmission Lines by using Satellite Imagery» (авторы Т. Luemongkol, А. Wannakomol, Т. Kulworawanichpong – Suranaree University of Technology, Thailand), опубликованной в WSEAS TRANSACTIONS on ENVIRONMENT and DEVELOPMENT, Volume 5, 2009 (<http://www.wseas.us/e-library/transactions/environment/2009/28-901.pdf>). Перевод подготовлен к публикации Б.А. Дворкиным (Компания «Совзонд»).



Рис. 1.
Топографическая карта района с трассой ЛЭП

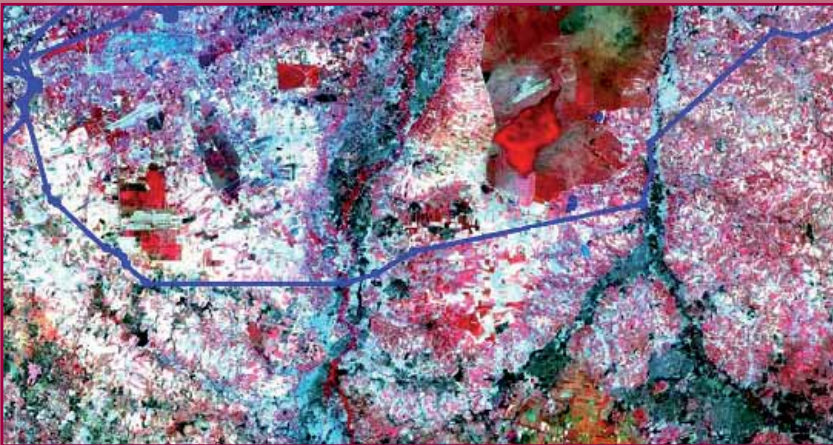


Рис. 2.
Космический снимок района с трассой ЛЭП

космоса. Оптико-электронная аппаратура ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) спутника Landsat-7 помимо возможностей камер, установленных на спутниках Landsat-4 и Landsat 5, включает дополнительные функции, которые делают ее более универсальным и эффективным инструментом для мониторинга изменений на земной поверхности, а также съемки больших территорий. Основными новыми функциями ETM+ являются: панхроматический диапазон с пространственным разрешением 15 м; радиометрическая калибровка изображений; тепловой инфракрасный канал с пространственным разрешением 60 м.

Так как топографическая съемка территории страны была сделана много лет назад, то информация на крупномасштабных топографических картах устарела, поэтому появилась необходимость при переносе трасс ЛЭП использовать актуальные космические снимки.

Для планирования переноса отдельных участков ЛЭП необходимо провести предварительную подготовку космических снимков с использованием данных с топографических карт. Процедура разработки проекта переноса трассы ЛЭП включает следующие этапы:

- выбор соответствующей топографической карты и определение по ней координат опор ЛЭП;
- выбор соответствующего космического снимка, нанесение на него по координатам опор ЛЭП и рисовка трассы ЛЭП;
- определение по космическому снимку участка трассы ЛЭП, проходящего рядом с жилым массивом или через него, и проектирование новой трассы ЛЭП;
- оценка проекта переноса участка трассы ЛЭП.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДАВАНИЙ

Разработанная процедура переноса трассы ЛЭП была исследована в провинции Накхонратчасима, которая является самой большой по площади и второй

по населению в Таиланде, на примере ЛЭП 230 кВ (50 Гц).

Используя положение существующей трассы ЛЭП, отмеченное на топографической карте (рис. 1), были определены географические координаты опор ЛЭП. По этим значениям географических координат с помощью программного комплекса ENVI (подробности работы в котором не рассматриваются в настоящей статье) положение трассы было нанесено на космический снимок (на рис. 2 трасса показана синим цветом).

После изучения космического снимка было выделено семь потенциальных участков для переноса трассы ЛЭП. Несмотря на то, что можно было использовать различные, более эффективные методики обработки изображений, в данной работе рассмотрены только визуальные способы дешифрирования жилых массивов на космических снимках. Пример разработанного проекта переноса участка трассы ЛЭП приведен на рис. 3-4.

На рис. 3 и 4 можно увидеть, что существующая трасса (обозначена линией синего цвета) была проложена рядом с жилым массивом, поэтому был разработан проект ее переноса, обозначенный линией красного цвета.

Для переноса трасс ЛЭП космические снимки использовались впервые. Предлагаемая методика очень удобна. Тем не менее, построение схемы переноса с использованием визуальных методов не всегда дает качественные результаты. Ее можно использовать лишь на ограниченных по площади территориях. Для повышения эффективности данных работ при планировании переноса участков трасс ЛЭП в масштабах страны целесообразно применять программные средства для обработки космических изображений.

Было бы целесообразно интегрировать уникальные возможности космической съемки с другими методиками для оценки воздействия ЛЭП на окружающую среду, например, воздействие электростатического поля или акустического шума.

И.В. Кондаков (компания «Русский Стиль»)

В 1990 г. окончил радиотехнический факультет ВИКА им. А.Ф. Можайского (Санкт-Петербург). В настоящее время – главный инженер проектов департамента системной интеграции компании «Русский Стиль».

Е.Ю. Безрукова (компания «Русский Стиль»)

В 2000 г. окончила факультет психологии Института молодежи (с 2003 г. – Московский гуманитарный университет) по специальности «управление персоналом». В настоящее время – руководитель направления «Образование» департамента системной интеграции компании «Русский Стиль».

Интегрированные аудиовизуальные комплексы – основа ситуационно-аналитического центра

Современный ситуационно-аналитический центр – это сложный организационно-технический комплекс, объединяющий множество подсистем, совместно используемых для обработки и анализа информации. В информационно-аналитический центр стекаются многочисленные потоки информации, многие из которых требуют незамедлительного реагирования.

Часть информации, обрабатываемой в ситуационно-аналитических центрах, эффективно воспринимается только при отображении на большом экране. К такой информации, разумеется, относятся и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), особенно в случае обилия мелких деталей на снимке. Поэтому важной составной частью такого центра является система визуализации, предназначенная для обработки, передачи и записи изображений.

Оснащение ситуационно-аналитических центров аудиовидео комплексами имеет основные цели: создание комфортной среды для повседневной работы и облегчение процесса принятия решений в условиях колоссальных информационных потоков.

Сбор и обработка поступающей видеоинформации осуществляется видеопроцессором, который управля-

ет видеостеной из совокупности видеокубов, как единым экраном и формирует на нем многооконное изображение. При этом окно каждого источника информации может иметь произвольное расположение и размер. Помимо управления размерами и расположением окон, видеоконтроллер преобразовывает видеосигналы разных форматов: от аналоговых CVBS и S-Video до цифровых SDI и DVI. В процессе преобразования учитываются их разрешение и скорость передачи данных, что важно для исключения потерь кадров и сохранения целостности крупноформатных изображений (рис. 1).

Устройства обработки и вывода графической информации должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Комфортные условия считывания видеоинформации с дисплеев для персонала.
2. Оптимизация поступающих изображений для эффективного восприятия.
3. Высокая надежность и стабильность параметров отображения, равномерность яркости, идентичность цветопередачи, яркости и контрастности по каждому из видеокубов в составе видеостены.
4. Поддержка многооконного режима отображения.

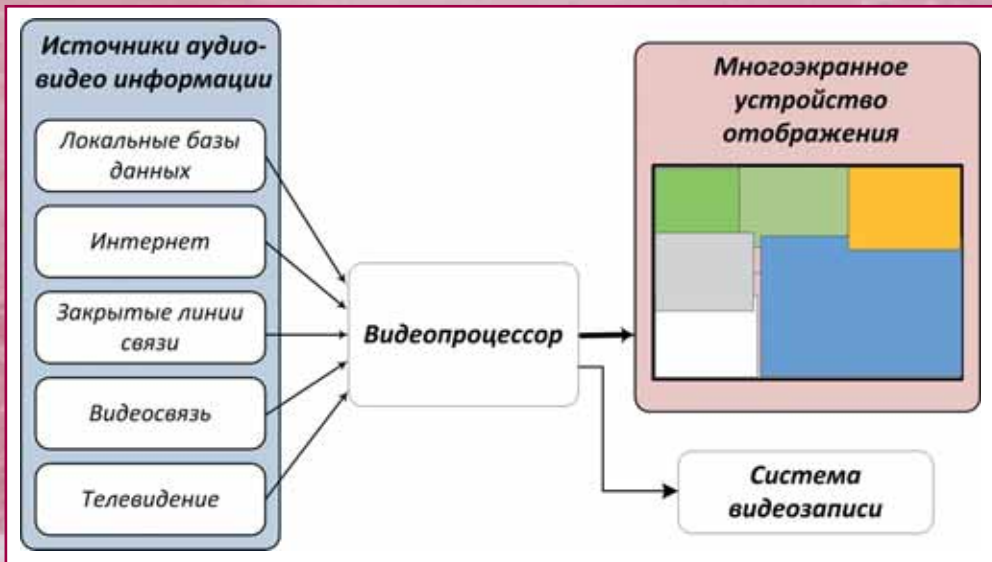


Рис. 1.
Видеосистема ситуационного центра



Рис. 2.
Смена сценариев отображения

5. Возможность оперативного изменения взаимного положения видеоокон, их размера и выбора источников – сценариев (рис. 2).

Последнее требование заслуживает отдельного рассмотрения, так как на системе управления лежит задача быстрого переключения сценариев видеоокон для акцентирования внимания на отдельных графических элементах: участке карты, снимка, таблице и т. д.

Каждый сценарий отображения определяется выполняемой задачей, в соответствии с главным критерием – простотой и эффективностью восприятия наиболее важной графической и видео информации. Для создания сценариев используются программные средства контроллеров видеостен.

Управление аудиовидео комплексом (рис. 3) реализуется при помощи web-интерфейсов или сенсорных панелей, среди которых стоит особо отметить удобные и надежные системы управления Crestron. Основным объектом управления является видеопроцессор с заранее созданными и оптимизированными настройками.

Также на контроллере лежит задача мониторинга и управления дисплеями, кодеками видеоконференцсвязи, подсистемой коммутации, выбором телевизионных каналов служебного телевидения. Документирование работы с поступающими изображениями осуществляется на специализированных рекордерах графических сигналов, построенных на базе высокопроизводительных серверов.

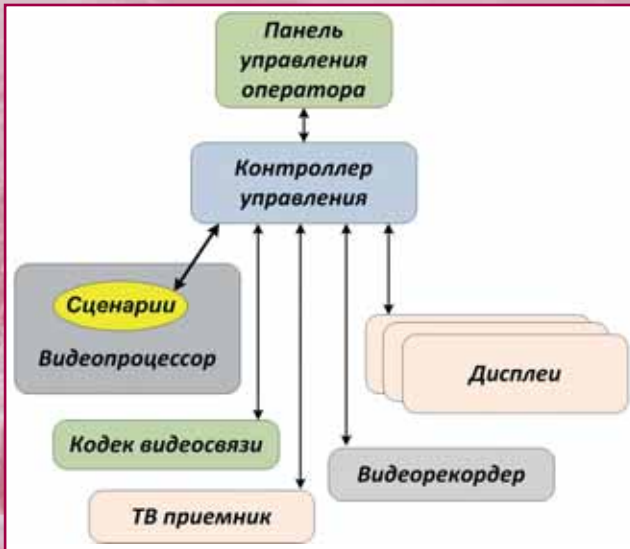


Рис. 3.
 Диаграмма управления аудиовидео комплексом

В качестве конечных устройств обычно применяются видеокубы – модули обратной проекции, на смену которым в некоторых приложениях начали приходить светодиодные экраны. Наиболее известным производителем видеокубов является компания Вагос (Бельгия).

Для построения систем среднего уровня широко применяются бесшовные плазменные и жидкокристаллические дисплеи, современные модели которых имеют суммарную ширину смежных сторон менее 7 мм.

Дополнительными являются подсистемы озвучивания и системы видеоконференцсвязи.

Особого внимания заслуживает система звукового сопровождения больших многоэкранных изображений. Звуковое сопровождение изображений, имею-

щих собственный канал звукового сопровождения, телевизионные трансляции, сеансы видеоконференцсвязи подаются в помещение в соответствии с регламентом, т. е. по степени важности. Другие звуковые каналы могут персонально выбираться сотрудниками дежурных смен для прослушивания в наушниках.

Двух- или многосторонняя видеоконференцсвязь стала неотъемлемой частью любого профессионального аудиовидео комплекса. Наиболее совершенные системы видеоконференцсвязи, именуемые также системами телеприсутствия (telepresence), создают эффект присутствия собеседника. Многочисленные исследования подтверждают, что до 93% информации передается невербальным способом, поэтому сеансы видеоконференцсвязи и особенно телеприсутствия обеспечивают повышенное внимание и сосредоточение участников, лучшее усвоение материала.

Стремление разработчиков повысить эксплуатационные свойства систем видеосвязи дает результаты, стали доступными видеокамеры и кодеки, работающие с изображениями высокого разрешения (720 p). Чем выше разрешение – тем естественнее изображение и тем легче воспринимать визуальные данные.

Общая тенденция развития аудиовидео систем для ситуационных центров состоит в упрощении систем коммутации, унификации сценариев, повышении надежности и производительности видеоконтроллеров. Устройства отображения также продвигаются в направлении использования светодиодных экранов и проекционных DLP-модулей на их основе, что существенно увеличит время непрерывной работы и надежность.

Список литературы

1. Компания «Русский стиль» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rus.ru>.
2. 3D Центр виртуальной реальности в Московском

государственном лингвистическом университете [Электронный ресурс] URL: http://www.rus.ru/integration/projects/element.php?ELEMENT_ID=90719.

И.В. Кондаков (компания «Русский Стиль»)

В 1990 г. окончил радиотехнический факультет ВИКА им. А.Ф. Можайского (Санкт-Петербург). В настоящее время – главный инженер проектов департамента системной интеграции компании «Русский Стиль».

Е.Ю. Безрукова (компания «Русский Стиль»)

В 2000 г. окончила факультет психологии Института молодежи (с 2003 г. – Московский гуманитарный университет) по специальности «управление персоналом». В настоящее время – руководитель направления «Образование» департамента системной интеграции компании «Русский Стиль».

С.С. Зацепя (компания «Русский Стиль»)

В 2007 г. окончил факультет информатики и систем управления МГТУ им. Н.Э. Баумана. В настоящее время – менеджер по маркетингу департамента системной интеграции компании «Русский Стиль».

Многофункциональные учебные центры как инструмент повышения эффективности образовательных технологий

Современный учебный центр вуза или предприятия должен познакомить слушателей с объектами будущей профессиональной деятельности во всех аспектах. Такое знакомство не может ограничиваться созерцанием рукописей, чертежей, фотоснимков или электрических схем на больших экранах, в XXI веке обучение может быть значительно более эффективным.

Многофункциональный учебный центр является логичным развитием системы из стандартных аудиторий, где уже установлено аудиовидеооборудование начального уровня. Большие лекционные аудитории оснащаются проекционными системами, позволяющими отображать несколько независимых изображений одновременно. Для комфортного восприятия речи преподавателей широко используются автоматические системы звукоусиления, в том числе с беспроводными микрофонными гарнитурами. Малые аудитории (рис. 1) в своем составе имеют один видеопроектор и несколько вспомогательных источников изображения [1].

Кроме мультимедийных систем, рассчитанных на коллективную работу, существует множество решений для индивидуальных занятий, где лектор работает напрямую

со студентом, используя информационно-коммуникационные технологии, чтобы обмениваться электронными материалами, вести речевой диалог, видеть друг друга. Такие системы давно нашли применение в обучении иностранным языкам, в гуманитарных интерактивных курсах, где важен персональный контакт преподавателя и студента, а также для преподавания информационных технологий, в частности, для обучения навыкам программирования и освоения специализированных программных средств.

Постоянное развитие методик преподавания с использованием мультимедийных средств породило идею объединения нескольких аудиторий в единую образовательную среду не только сетями передачи данных, но и системами аудиовидеоконференцсвязи, а также записи и хранения лекционных, методических и научных материалов и т. д.

Как и ранее, основными задачами, решаемыми учебными центрами, остаются наглядное представление информации и создание возможности интерактивного взаимодействия студентов и преподавателя, как для повышения усвоения материала, так и для текущей оценки



Рис. 1.
Малая аудитория в Московском государственном университете путей сообщения



Рис. 2.
Многофункциональная аудитория в Московском государственном строительном университете

знаний. Для получения обратной связи со студентами может использоваться интерактивное программное обеспечение на компьютерах учащихся и специализированные системы экспресс-оценки знаний (рис. 2) [2].

Современный учебный центр представляет собой систему связанных между собой учебных аудиторий, оснащенных соответствующим оборудованием.

В качестве основных средств отображения применяются системы прямой или обратной проекции.

Первые из них характеризуются простотой и требуют относительного затемнения аудитории, а вторые – обеспечивают яркое и контрастное изображение даже при ярком освещении.

Оба типа проекционных систем могут использоваться для получения стереоскопических объемных изображений.

Системы стереоскопической проекции могут использоваться для построения объемных моделей сложных систем, механизмов, виртуальных образов реальных объектов – помещений, городских улиц, аэропортов и т. д., везде, где необходимо развивать трехмерное восприятие, готовность к встрече с реальными и сложными обстоятельствами.

Наибольшую актуальность такие системы нашли в процессе подготовки специалистов в таких отраслях, как транспортное машиностроение, строительство, архитектура, дизайн, медицина (диагностика и предоперационная подготовка, лечение фобий), нефтедобыча, геологоразведка, сталелитейная промышленность [3].

Одним из перспективных направлений является лингводидактика (рис. 3) [4].

Трехмерная виртуальная реальность не может быть полной без многоканального окружающего звука, создающего ощущение полного погружения в новую реальность.

Для образовательных программ достаточно традиционного стереофонического – двухканального сопровождения, для речевого сопровождения выделяется отдельный канал распределенного звучания.

Системы трехмерной визуализации погружают студентов в мир виртуальных объектов и событий, привлекая внимание, оставляют неизгладимое впечатление и повышают уровень восприятия.

Система индивидуальной связи с преподавателем и другими студентами вовлекает в дискуссионный процесс, помогающий осмысливать происходящее и экстраполировать протекание процессов на будущее. Чем ближе к реальности, тем острее ощущения и тем глубже понимание материалов, излагаемых на лекциях и групповых занятиях.

Управление сложным аудиовизуальным комплексом осуществляется централизованной службой поддержки и мониторинга, имеющей дублирующие органы управления, дистанционно отслеживая режимы работы всего оборудования учебного центра и выполняя функции технической поддержки. Каждая аудитория оснащается локальными средствами управления: большие – сенсорными мониторами, малые – универсальными однотипными настенными панелями, выполняющими простейшие функции. В ответственных случаях, с помощью видеокamer технологического телевидения, оператор системы может помочь лектору в представлении сложных материалов, контролируя работу всех систем.



Рис. 3.
Лаборатория трехмерного виртуального моделирования в Московском государственном лингвистическом университете

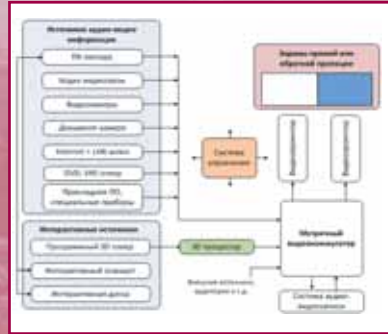


Рис. 4.
Типовая схема многофункционального учебного центра

Для виртуального участия в ответственном оперативном мероприятии используются системы видеоконференцсвязи, обеспечивающие удаленное присутствие в тех случаях, когда по тем или иным причинам непосредственное присутствие невозможно [5]. Перспективным направлением можно назвать так называемое телеприсутствие, т. е. видеоконференцсвязь, обеспечивающую особенно высокую степень приближения к личному общению. Таким образом, видеоконференцсвязь открывает большие возможности научного, студенческого и преподавательского обмена знаниями, методиками, опытом.

Важной особенностью современного учебного центра является система записи и хранения прочитанных лекций, защит дипломов и диссертаций для последующего использования в учебном процессе. Тематические и предметные лекции, хранящиеся в базах данных учебного заведения, могут использоваться для дистанционного

обучения и обмена с другими вузами, издательской деятельности. Электронные библиотеки уже де-факто стали хранилищами не только текстовой и графической информации, но и полноценных мультимедийных лекционных материалов, записей проведения семинаров и других научно-педагогических материалов.

Инновации сами по себе не всегда дают ожидаемые результаты, но, если они гармонично встроены в учебный процесс и дополняют классические методы преподавания, тогда от инвестиций в информационно-коммуникационные технологии всегда будет получена максимальная отдача [6].

Создание современных учебных центров (рис. 4) является инвестициями в будущее, в новые подходы и в новые интеллектуальные ресурсы.

Наличие таких учебных центров – важное слагаемое рейтинга вуза, а результаты их использования станут гарантией признания внутри страны и за рубежом.

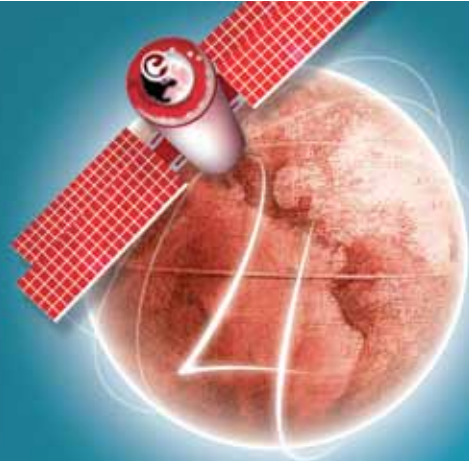
Список литературы

1. Аудиовизуальный комплекс для Центра трансфера технологий МГУПС (МИИТ) [Электронный ресурс]. URL: http://www.rus.ru/integration/projects/element.php?BLOCK_ID=543&SECTION_ID=6341&ELEMENT_ID=82257.
2. Многофункциональные лингафонные аудитории МГСУ [Электронный ресурс]. URL: http://www.rus.ru/integration/projects/element.php?ELEMENT_ID=82261.
3. Безрукова Е.Ю. 3D системы для технических и гуманитарных высших учебных заведений: учебно-аналитические центры, 3D-лаборатории, комнаты виртуальной реальности // Научно-практический семинар-мастер-класс «Виртуальная реальность сегодня. 3D визуализация: области применения»/ Русский стиль, презентация – М., 2008. – С. 3-12.
4. 3D Центр виртуальной реальности в Московском госу-

дарственном лингвистическом университете [Электронный ресурс]. URL: http://www.rus.ru/integration/projects/element.php?BLOCK_ID=543&SECTION_ID=6341&ELEMENT_ID=90719.

5. Техническое решение Аудиовизуального комплекса Центра ИТО МГСУ [Электронный ресурс]. URL: http://www.rus.ru/integration/projects/element.php?BLOCK_ID=543&SECTION_ID=6341&ELEMENT_ID=82258.

6. Субботин А.В., Безрукова Е.Ю., Позняков И.В. Современные образовательные технологии в ВУЗе на базе аудиовизуальных, мультимедийных и интерактивных технологий: учебный ситуационный центр как один из эффективных инструментов подготовки специалистов // Пятая международная научно-методическая конференция «Новые образовательные технологии в ВУЗе» / Сборник докладов. – Ч. 2. – Екатеринбург, 2008. – С. 424.



IV Международная конференция "Космическая съемка – на пике высоких технологий"

14–16 апреля 2010 г.
Москва

Целью конференции является широкий обмен опытом использования данных дистанционного зондирования Земли для решения картографических задач, для целей кадастра, для создания геоинформационных систем (ГИС), решения тематических задач для нефтегазовой отрасли, энергетики, городского, административного и муниципального управления и т.д.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

"Атлас Парк-Отель", Московская область, Домодедовский район

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Комплексный подход к использованию новейших технологий ДЗЗ для информационно-аналитического обеспечения ситуационных центров.
- Наземные комплексы оперативного приема и обработки космической информации и сервисы для мгновенного доступа к архивным каталогам.
- Современное состояние и тенденции развития российских и зарубежных программ ДЗЗ и новейшие технологии комплексной обработки данных.
- Программные комплексы и решения для обработки данных ДЗЗ, создания ГИС и геопорталов от ведущих разработчиков.
- Сквозные цепки совместного использования космического мониторинга и ГЛОНАСС-GPS-технологий.
- Баны геоданных – датацентры для отрасли ГИС и ДЗЗ. Основные проблемы и перспективы развития.



ОРГАНИЗАТОР:

Компания "Совзонд", 115446, г. Москва, Шлиссельская, д. 28а
Тел: +7 (495) 988-7511, 988-7522, 514-8339. Факс: +7 (495) 988-7533, 623-3013
E-mail: conference@sovzond.ru Web-site: www.sovzondconference.ru

УЧАСТНИКИ:

- НЦ ОМЗ (Россия)
- ГКНПЦ им. Хруничева (Россия)
- ЦСКБ "Прогресс" (Россия)
- ФГУП "НПО им. С.А. Лавочкина" (Россия)
- DigitalGlobe (США)
- GeoEye (США)
- RapidEye (Германия)
- Infoterra (Германия)
- SpotImage (Франция)
- MDA (Канада)
- Inpho (Германия)
- ITT VIS (США, Франция)
- ESRI Inc. (США)
- Bentley Systems (США)
- ORACLE (США)

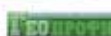
ПЛАТИНОВЫЙ
СПОНСОР:



ПАРТНЕР:



ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СПОНСОРЫ:



IV Международная конференция «Космическая съемка – на пике высоких технологий»

IV Международная конференция «Космическая съемка – на пике высоких технологий» пройдет **14-16 апреля 2010 г.** в элитном подмосковном комплексе «АТЛАС ПАРК-ОТЕЛЬ», расположенном в одном из самых живописных мест Подмосковья, в 15 минутах езды от аэропорта «Домодедово» (в 30 км от МКАД).

Международная конференция «Космическая съемка – на пике высоких технологий», ежегодно организуемая компанией «Совзонд», становится традиционным местом встречи ведущих специалистов российских и зарубежных компаний, работающих в области геоинформационных технологий, дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и картографии, кадастра, навигации, градостроительства и территориального планирования. Благодаря своей масштабности, четкой и продуманной организации конференция занимает место в календаре наиболее значимых событий отрасли.

В последние годы отчетливо обозначились основные тенденции в развитии технологий ДЗЗ. Значительно увеличилось пространственное разрешение космических снимков, повысилась производительность съемки, на орбите работают принципиально новые космические

аппараты или группировки из них, предназначенные для решения специальных задач. Появились спутники нового поколения сверхвысокого пространственного разрешения, такие как WorldView-1, 2 и GeoEye-1, уникальные многофункциональные космические аппараты, например, ALOS. Группировка спутников RapidEye благодаря маневренности, высокому пространственному разрешению, большим площадям съемки и возможности их ежедневного повтора перспективна для задач мониторинга. С активным развертыванием коммерческой группировки радарных космических аппаратов сверхвысокого разрешения (TerraSAR-X, COSMO-SkyMed, RADARSAT-2) становится реальным получение данных на большие территории в сверхоперативном режиме и вне зависимости от погодных условий.

Следует отметить, что растущий объем архивных данных ДЗЗ со спутников и увеличение числа пользователей обусловили разработку принципиально новых сервисов. Одним из них является сервис ImageConnect, обеспечивающий мультипользовательский доступ к архивным космическим снимкам компании DigitalGlobe высокого пространственного разрешения.

Важным средством наиболее эффективного представления пространственной информации становятся геопорталы, в которых активно используются оперативные данные ДЗЗ. С одной стороны, геопорталы служат для решения задач отраслевого или административного управления, а с другой – обеспечивают доступ массового пользователя к соответствующим данным в интерактивном режиме.

Появление в процессе использования данных ДЗЗ и ГИС-технологий качественно новой информации о состоянии территорий, возможность проведения космического мониторинга в различных отраслях народного хозяйства определяют необходимость системного подхода. Создание региональных или отраслевых ситуационных центров оперативного космического мониторинга – еще одно важное направления отрасли.

С каждым годом растет число участников конференции. Стремительное развитие отрасли ДЗЗ вызывает все возрастающее желание специалистов поделиться опытом использования космических технологий в разрабатываемых и реализованных проектах в таких важных сферах, как муниципальное и региональное управление; нефтегазовый комплекс и энергетика; сельское и лесное хозяйство; экология и охрана окружающей среды; управление чрезвычайными ситуациями и т. д. Если в первой конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий», которая прошла в 2007 г., приняло участие 250 человек, то последний форум, состоявшийся в апреле 2009 г., собрал уже более 300 человек из 12 стран мира.

На предстоящую в 2010 г. конференцию приглашены ведущие российские и зарубежные операторы и разработчики космических систем ДЗЗ – НЦ ОМЗ, ЦСКБ «Прогресс», ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, Госцентр «Природа», РНИИ КП, НПО им. С.А. Лавочкина, НПП ВНИИЭМ, НИИ точных приборов, DigitalGlobe и GeoEye (США), Infoterra и RapidEye (Германия), Spot Image (Франция), MDA (Канада), а также компании-поставщики программного обеспечения для обработки данных ДЗЗ – ИТ VIS (ENVI), Bentley Systems (MicroStation), INPHO, Schlumberger Water Services и др.

Основными темами предстоящей конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий» в 2010 г. станут следующие:

- Комплексный подход к использованию новейших технологий ДЗЗ для информационно-аналитического обеспечения ситуационных центров.
- Наземные комплексы оперативного приема и обработки космической информации и сервисы для мгновенного доступа к архивным каталогам.
- Современное состояние и тенденции развития российских и зарубежных программ ДЗЗ и новейшие технологии комплексной обработки данных.
- Программные комплексы и решения для обработки данных ДЗЗ, создания ГИС-проектов и геопорталов от ведущих разработчиков.
- Сквозные циклы совместного использования космического мониторинга и ГЛОНАСС/GPS-технологий.
- Банки геоданных – датацентры для отрасли ГИС и ДЗЗ. Основные проблемы и перспективы развития.

В рамках IV Международной конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий» пройдут семинары, презентации компании «Совзонд» и партнеров, мастер-классы, «круглые столы», выставка, культурно-развлекательные мероприятия. Впервые в рамках конференции состоится конкурс лучших проектов в области геоинформационных технологий и ДЗЗ. Наиболее интересные доклады и презентации будут опубликованы в журнале «ГЕОМАТИКА».

Новости о подготовке к конференции и информация о номинациях будут публиковаться на специальном сайте <http://www.sovzondconference.ru>, в разделе «Регистрация» которого можно оформить заявку на участие. Крайний срок ранней регистрации – 31 января 2010 г.

Дополнительную информацию можно получить в компании «Совзонд» по тел.: +7 (495) 988-75-11, 514-83-39 или по e-mail: conference@sovzond.ru.

3-я Международная выставка-конференция Integrated Systems Russia 2009

8-10 декабря 2009 г. в Москве, в Гостином Дворе, состоится крупнейшее ежегодное событие в России и странах СНГ в области профессионального аудио-видео оборудования для домашнего и корпоративного сектора и системной интеграции – 3-я международная выставка-конференция **Integrated Systems Russia 2009 (ISR)**, организованная компаниями МИДЭКСПО и Integrated Systems Events.

С каждым годом форум набирает обороты, стремительно растет число участников и посетителей, чей интерес подтверждает значимость проекта для рынка профессионального аудио-видео оборудования и системной интеграции в нашей стране.

Участниками выставки в 2009 г. станут такие известные компании, как: A.P.Technology, AMC Baltic, ASCREEN ENGINEERING, Christie, CREATOR Corporation, CRESTRON, CTC Capital, CUE, DECOLUX, DIS Danish Interpretation Systems, EKTA, Extron Electronics, HTDZ, IBERI, ISPA Engineering, Jupiter Systems, KINDERMANN, Kramer Electronics, Mitsubishi Electric, Polymedia, Projecta B.V., projectiondesign, ProSoft, QOMO HiteVision, Restmoment, Soft-tronik, Tecom Electronics, VEGA, WolfVision, АРТИ, Бизнес Медиа, БТК, Валланкон, ВидеоТрейд, Инжиниринг, Гольфстрим, ДеЛайт 2000, ИМАГ, Легион, Ната-Инфо, РТА Инжиниринг, Русский Стиль, СНК-Синтез, Форма Рент и многие другие.

На Integrated Systems Russia 2009 будет представлен ряд значимых проектов. Среди них – **проект «Цифровое образование»**, который проводится второй год с целью содействия реализации приоритетного национального проекта «Образование», модернизации отечественной системы обучения и подготовки кадров. Проект организован в формате экспозиции «Цифровое образовательное учреждение» и конференции «Цифровое образование – информационные, коммуникационные, аудиовизу-

альные и интерактивные технологии в учебных заведениях». В центре внимания проекта – интеграционные решения, представляющие современное оборудование и технологии для высших и средних специальных учебных заведений от ведущих системных интеграторов и мировых производителей.

Основная задача участников проекта – представить принципиально новый подход в оснащении школ и вузов, помочь внедрить прогрессивные формы организации образовательного процесса и активные методы обучения. Каждый посетитель сможет совершить «образовательную экскурсию» по цифровым аудиториям, попробовать в действии новейшее оборудование и технологии. На экспозиции будут представлены полимедийные интерактивные многофункциональные классы; профессиональные проекционные системы; мобильные беспроводные проекторы; интерактивные устройства; графические стены; системы видеоконференцсвязи; интерактивные доски и кафедры; мобильная проекционная 3D-система и многое другое. Данные системы и оборудование помогут приобщить преподавателей и учителей к перспективным образовательным технологиям, ориентировать их на использование передовых решений, существенно повышающих эффективность и качество обучения.

На секции конференции **«Цифровое образование – информационные, коммуникационные, аудиовизуальные и интерактивные технологии в учебных заведениях»**, которая будет проводиться в интерактивном режиме, каждый из участников сможет высказать свое мнение, благодаря системе персонального голосования. Производители и интеграторы поделятся опытом реализации уникальных комплексных решений по оснащению образовательных учреждений России.

В 2009 г. одним из важных разделов выставки станет оснащение объектов социального назначения и государственного сектора.

В настоящее время в нашей стране огромное внимание уделяется оснащению профессиональными аудиовизуальными системами объектов здравоохранения, образования, транспортного сообщения, государственных учреждений и органов власти, таких как Администрация Президента РФ, Правительство РФ, Совет Безопасности РФ, Мэрия Москвы, Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий РФ, Министерство экономического развития РФ и др. В этих структурах создаются ситуационные центры, системы мониторинга, диспетчерские, центры управления в кризисных ситуациях.

Кроме того, крупные финансовые, энергетические и нефтегазовые компании продолжают оснащать свои объекты современными интегрированными ИТ- и АВ-комплексами. Это позволяет в новом, более современном формате обеспечить информационно-аналитическую поддержку мероприятий государственного значения, не выходя из кабинета проводить межрегиональные совещания, обмениваться опытом и устанавливать новые деловые связи, осуществлять мониторинг рабочих процессов, принимать оперативные решения и контролировать их исполнение.

Впервые в России, при поддержке Международной ассоциации производителей конференц- и видеоконференц-связи (ВКС) IMCCA (<http://www.imcca.org>), на выставке ISR 2009 откроется **Специализированный павильон «Конференц/Видеоконференцсвязь»**, на площадке которого будет продемонстрировано оборудование ведущих мировых производителей ВКС, которое активно внедряется в такие стратегически важные объекты как федеральные и региональные органы государственной власти.

На выставке ISR 2009 будут представлены технологии и решения рекламных-информационных сетей **Digital Signage**, которые широко применяются в современных бизнес-центрах, офисах крупных компаний, банках, торговых центрах, организациях, предоставляющих услуги населению.

Особое внимание на ISR 2009 будет уделено оборудо-

ванию, решениям и технологиям, созданным российскими производителями, системными интеграторами и инсталляционными компаниями. Посетителям представится возможность оценить разработки и новейшее аудио-видео оборудование ведущих компаний из России и СНГ, которые будут размещены на площадках нового **павильона «Российские производители»**.

Сенсацией выставки станет первая в России Национальная Премия в области аудио-видео оборудования и системной интеграции **«ProIntegration Awards 2009»**, организованная компаниями МИДЭКСПО и Integrated Systems Events при поддержке профессиональных ассоциаций InfoComm International, CEDIA. Национальная Премия призвана сформировать высокие стандарты качества комплексных решений при реализации проектов в области профессионального аудио-видео, определить лучших системных интеграторов в России и странах СНГ, а также привлечь конечных заказчиков и дилеров. Она позволит оценить лучшие авторские решения и реализованные проекты российских интеграторов и инсталляционных компаний.

Традиционно, выставка ISR 2009 будет сопровождаться насыщенной **деловой программой**, в рамках которой пройдут:

- международная конференция;
- обучающие курсы профессиональных ассоциаций Infocomm и Cedia;
- тренинги производителей.

В программу **международной конференции** будут включены следующие секции по темам:

- применение аудиовизуальных технологий в государственных и социально-значимых объектах;
- цифровое образование — информационные, коммуникационные, аудиовизуальные и интерактивные технологии в учебных заведениях;
- применение систем Digital Signage в государственном и корпоративном секторах.

С подробной информацией и условиями бесплатного посещения 3-й Международной выставки-конференции Integrated Systems Russia 2009 можно ознакомиться на сайте www.isrussia.ru.

Integrated Systems Russia

8-10 декабря 2009
Москва, Гостиный Двор

Коммутационное оборудование

Конференцсвязь

Плазменные, LCD панели

Системы управления

Акустические системы

Цифровое образование

Видеоконференцсвязь

Светодиодные экраны

Интерактивные устройства

Digital Signage

Системы освещения

Мультирум

Монтажные приспособления

Системы оповещения

Профессиональное аудио – видео оборудование – системная интеграция для корпоративного и домашнего сектора: бизнес-центры, государственные учреждения, транспортные объекты, стадионы, образовательные и медицинские учреждения, банки, гостиницы, торговые, развлекательные комплексы, квартиры и коттеджи

Впервые! **PROIntegration awards**

НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ в области профессионального аудио-видео оборудования и системной интеграции «ProIntegration Awards 2009»

www.prointegration.ru

www.isrussia.ru

Купон на бесплатное посещение выставок Integrated Systems Russia 2009 и HI-TECH Building 2009

Integrated Systems Russia

8-10 декабря 2009
Москва, Гостиный Двор

Время работы выставки:
8 декабря 11.00 - 18.00
9,10 декабря 10.00 - 18.00

ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-КОНФЕРЕНЦИЯ

Профессиональное аудио-видео оборудование и системная интеграция для корпоративного и домашнего сектора.

Мероприятия и специализированные проекты Выставки:

- Экспозиция «Цифровое образовательное учреждение»
- Конференция «Цифровое образование» (посещение бесплатное)
- Национальная Премия «ProIntegration Awards 2009»
- Digital Signage
- Павильон «Конференц/Видеоконференцсвязь»
- Павильон «Российские производители»
- Обучающие курсы профессиональных ассоциаций InfoComm International / CEDIA

В рамках Выставки 7 декабря пройдет Международная Конференция «Применение аудиовизуальных технологий в государственных и социально-значимых объектах»

Москва, Российская академия государственной службы, проспект Вернадского, 84
Посещение конференции платное. Необходима предварительная регистрация!

Организаторы

MID expo

Integrated Systems Events, LLC

При поддержке профессиональных ассоциаций:

СЭМА

InfoComm International

При поддержке:



Комитет по телекоммуникациям и средствам массовой информации города Москвы

www.isrussia.ru

Платиновые спонсоры:



Золотой спонсор:



Серебряный спонсор:



Технический спонсор:





7-й Международный промышленный форум

GEOFORM+

30 марта – 2 апреля 2010

Россия, Москва, КВЦ «Сокольники»

- > Геодезия
- > Картография
- > Навигация
- > Землеустройство

ОБЪЕДИНЯЕТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ



Геодезия
Картография
Геоинформационные СИСТЕМЫ



Интеллектуальные
транспортные системы
и навигация



Технологии и оборудование
для инженерной геологии
и геофизики



Технологии
и оборудование
для строительства тоннелей

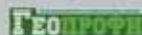
Последние новости и информация для специалистов на сайте:
www.geoexpo.ru



Организатор:
ЗАО «Международная
Выставочная Компания»



**Генеральный
информационный
спонсор:**



Дирекция:

107113, Россия, г. Москва,
Сокольнический вал, 1,
павильон 4

Соорганизаторы:
Федеральная служба государственной
регистрации, кадастра и картографии (Росреестр)
Ассоциация Транспортной Телематики
Ассоциация «Глонасс»

**Генеральный
Интернет-партнёр:**



(495) 925-34-97
oda@mvk.ru

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ЗАО «МVK»:

МVK СЕВЕРО-ЗАПАД: +7 (812) 319-36-83, 332-14-89, МVK УРАЛ: +7 (343) 371-24-76, МVK ВОЛГА: +7 (843) 291-75-89, МVK ЮГ: +7 (863) 203-72-78

6-я Международная научно-практическая конференция «Геопространственные технологии и сферы их применения» на GEOFORM+ 2010

6-я Международная научно-практическая конференция «Геопространственные технологии и сферы их применения» пройдет в Москве, в КВЦ «Сокольники», 31 марта – 1 апреля 2010 г. в рамках 7-го Международного промышленного форума GEOFORM+ 2010.

Организаторами конференции выступили – Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), Московский государственный строительный университет (МГСУ), Сибирская государственная геодезическая академия (СГГА), Информационное агентство «ГРОМ», Международная выставочная компания MVK.

Конференция пройдет при поддержке Федеральной службы регистрации, кадастра и картографии.

Электронный журнал «GEOPROFI.RU», научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации «Геопрофи» являются информационными партнерами конференции.

Успешному проведению конференции на протяжении пяти лет способствовала активная работа организаторов и поддержка спонсоров, среди которых были российские компании – Группа компаний «СиСофт», Компания «Совзонд», ИТЦ «СканЭкс», Компания «Геокосмос», «ГЕО-НАДИР», ДАТА+, НИИАС, ПРИН, GPSCOM, «Йена Инструмент», «ГеоПолигон», «ГЕОЛИДАР», «ГеоАльянс», НПФ «Талка-ТДВ», «ЭСТИ МАП», Фирма «Ра-

курс», «Навигационные карты», НПЦ «ГЕОТЕХ», Группа компаний РЭИ, «ИнжГеоГИС» (Краснодар), «Кварта Технологии» и зарубежные – Leica Geosystems (Швейцария), Intergraph (Швеция), SPOT Image S.A. (Франция).

За весь период проведения конференций с докладными выступлениями выступали представители высших учебных заведений, производственных организаций, компаний разра-



ботчиков и поставщиков оборудования, программного обеспечения и пространственных данных из России и других стран (Республика Беларусь, Казахстан, Франция, Канада, США, Объединенные Арабские Эмираты, Япония). Материалы всех конференций были изданы в виде отдельных сборников, размещены в электронном виде в Интернет на сайте электронного журнала «GEO-PROFI.RU».

В 2010 г. **6-я Международная научно-практическая конференция «Геопропространственные технологии и сферы их применения»** будет проходить в преддверии знаменательной даты – 175-летия высшего геодезического, картографического и землеустроительного образования в России. Учитывая это событие, на пленарном заседании конференции будут рассмотрены современные направления фундаментальных и прикладных исследований в области геодезии, картографии, геоинформатики, дистанционного зондирования Земли, фотограмметрии и землеустройства, а также проблемы подготовки и переподготовки кадров для различных отраслей хозяйственной деятельности. В программе конференции предусмотрено проведение секционных заседаний, посвященных опыту использования новых технологий на основе современного наземного электронно-оптического и спутникового оборудования, программных средств и аэрокосмических данных ДЗЗ на этапе:

- комплексных инженерных изысканий в строительстве (геодезические, геологические, экологические);
- проектирования и эксплуатации зданий и сооружений;
- создания информационных земельно-кадастровых и градостроительных систем для целей эффективного управления территориями;
- картографического, навигационного и информационного обеспечения транспортных систем (автомобильных, железнодорожных, воздушных, морских и речных).

В качестве **участников конференции** приглашаются преподаватели и аспиранты высших учебных заведений,

специалисты научно-исследовательских и производственных организации и фирм, занимающихся геодезическими, землеустроительными, маркшейдерскими и картографическими работами, инженерно-геодезическими, инженерно-геологическими и экологическими изысканиями при строительстве и реконструкции зданий и сооружений, проектированием сооружений гражданского и специального назначения, созданием комплексных геоинформационных проектов для ведения кадастра объектов недвижимости, градостроительной деятельности и эксплуатации инженерных сетей и коммуникаций, точной навигацией на воздушных, морских и речных судах, а также автомобильном и железнодорожном транспорте.

Участники конференции могут выступить с докладом или представить стендовый доклад. Текст докладов будет размещен в сборнике «Материалы конференции» и в Интернет на сайте www.geoprofi.ru.

В качестве **слушателей** приглашаются представители органов местного самоуправления, руководители и инженерно-технический персонал государственных, акционерных и частных предприятий, представители высших учебных заведения и саморегулируемых организаций в области кадастра, инженерных изысканий, проектирования и строительства. Слушатели конференции участвуют в пленарном и секционных заседаниях бесплатно.

Для участия в работе конференции необходимо зарегистрироваться на сайте www.geoprofi.ru в разделе, посвященном конференции, а участникам конференции дополнительно необходимо направить информацию для заключения договора и оплаты участия в дирекцию GEORORM+ 2010 по факсу: (495) 925-34-97, доб. 438 или e-mail: rrr@mvk.ru.

С более подробной информацией о конференции, Международном промышленном форуме GEORORM+ 2010 и участниках этих мероприятиях можно ознакомиться в Интернет на сайтах: www.geoprofi.ru и www.geoexpo.ru.

Задачи, решаемые с использованием данных ДЗЗ из космоса

Рекомендуемые области применения данных оптико-электронных систем ДЗЗ сверхвысокого разрешения (≤ 1 м)

Наименование видов работ	Наименование космических аппаратов				
	GeoEye-1	WorldView-1	QuickBird	Ресурс-ДК1	IKONOS
1	2	3	4	5	6
Создание и обновление топографических планов масштабов:					
1:2000	•	•			
1:5000	•	•	•		•
Создание и обновление топографических и специальных тематических карт масштаба:					
1:10 000	•	•	•	•	•
1:25 000			•	•	•
1:50 000				•	
Создание высотной основы					
Цифровые модели местности, цифровые модели рельефа	•	•			•
Инвентаризация и мониторинг состояния объектов инфраструктуры добычи и транспортировки нефти и газа					
Планирование и контроль развития инфраструктуры	•	•	•	•	•
Оперативное выявление несанкционированных врезок в магистральные трубопроводы и мониторинг появления объектов в охранных зонах	•	•	•	•	•
Мониторинг экологического состояния территорий добычи, переработки и транспортировки нефти и газа	•	•	•	•	•
Мониторинг аварийных разливов нефти	•	•	•	•	•
Инвентаризация и мониторинг состояния и объема карьеров и штабелей гидронамыва песка	•	•			•
Поиск и прогнозирование месторождений полезных ископаемых					
Выбор направлений и обоснование перспективных площадей под поисковые работы, прогнозирование и выявление ловушек нефти и газа	•		•		•
Оценка угроз тектонического и сейсмологического характера	•	•			
Сельское хозяйство					
Выявление и прогнозирование неблагоприятных экологических явлений, связанных с сельскохозяйственным природопользованием	•	•	•	•	•

1	2	3	4	5	6
Лесное хозяйство					
Определение породного состава, состояния лесного массива	•	•	•	•	•
Определение высоты лесных массивов	•	•			•
Выявление и мониторинг вырубок, гарей и ветровалов	•	•	•	•	•
Контроль лесовосстановительных работ	•	•	•	•	•
Водное хозяйство и ресурсы					
Моделирование процессов затопления территории во время половодий	•	•			•
Определение биологической продуктивности и состояния водоемов	•		•		•
Мониторинг водного и ледового режимов водоемов	•	•			
Мониторинг состояния водоохранных зон	•	•	•	•	•
Изучение ландшафтной структуры, природных ресурсов и типов природопользования					
Построение ландшафтных карт, дистанционное изучение ландшафтов	•		•		•
Исследование и мониторинг региональной структуры природопользования	•	•	•	•	•
Экологические исследования					
Оценка масштаба проявления и темпов развития эрозийных процессов	•	•	•	•	•
Наблюдение за быстроизменяющимися экосистемами	•	•			
Выявление локальных источников загрязнения	•	•	•	•	•
Транспорт, коммуникации, связь					
Оперативное картографирование вновь появившихся дорог, изучение транспортной доступности	•	•	•	•	•
Мониторинг строительства и реконструкции объектов	•	•	•	•	•
Выявление зон видимости радиосигнала по ЦММ	•	•			•
Муниципальное управление					
Мониторинг фактического использования земель	•	•	•	•	•
Мониторинг транспортной сети города	•	•	•	•	•
Инвентаризация зеленых насаждений	•	•	•	•	•
Рекреация, спорт и туризм					
Создание реалистичных трехмерных моделей объектов туризма и спортивных сооружений	•	•	•		•
Мониторинг строительства и состояния объектов туризма, отдыха и спорта	•	•	•	•	•
Право и соблюдение законности					
Выявление незаконных посевов наркотических культур	•		•		•
Разрешение судебных споров, связанных с землепользованием	•	•	•		•
Определение зон несанкционированных строительных работ и самовольного занятия земельных участков	•	•	•	•	•

**Рекомендуемые области применения данных оптико-электронных систем ДЗЗ
высокого, среднего и низкого разрешения**

Наименование видов работ	Наименование космических аппаратов									
	Высокое разрешение (<2,5 м)			Среднее разрешение (<10 м)			Низкое разрешение (>10 м)			
	FORMOSAT-2	ALOS	SPOT-5	CARTOSAT-1	RapidEye	SPOT-2/4	TERRA (ASTER)	Landsat-7	Landsat-5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Создание и обновление топографических и специальных тематических карт масштабов:										
1:25 000	•	•	•	•						
1:50 000	•	•	•	•	•					
1:100 000					•	•	•	•		
1:200 000						•	•	•	•	
Создание высотной основы										
Цифровые модели местности, цифровые модели рельефа		•	•	•						
Инвентаризация и мониторинг состояния объектов инфраструктуры добычи и транспортировки нефти и газа										
Планирование и контроль развития инфраструктуры	•	•	•	•	•					
Оперативное выявление несанкционированных врезок в магистральные трубопроводы и мониторинг появления объектов в охранных зонах	•	•								
Контроль функционирования факельных установок	•	•			•					
Мониторинг экологического состояния территорий добычи, переработки и транспортировки нефти и газа	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Мониторинг аварийных разливов нефти	•	•	•	•	•	•	•	•		
Инвентаризация и мониторинг состояния и объема карьеров и штабелей гидронамыва песка		•		•						
Поиск и прогнозирование месторождений полезных ископаемых										
Выбор направлений и обоснование перспективных площадей под поисковые работы, прогнозирование и выявление ловушек нефти и газа		•			•	•	•	•	•	
Оценка угроз тектонического и сейсмологического характера							•	•	•	
Сельское хозяйство										
Текущий контроль за состоянием посевов, мониторинг темпов уборки урожая	•				•					
Выявление и прогнозирование неблагоприятных экологических явлений, связанных с сельскохозяйственным природопользованием	•	•	•		•	•	•	•	•	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лесное хозяйство									
Определение породного состава, состояния лесного массива	•	•	•		•	•	•	•	•
Определение высоты лесных массивов		•		•					
Выявление и мониторинг вырубок, гарей и ветровалов	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Контроль лесовосстановительных работ	•		•		•	•			
Водное хозяйство и ресурсы									
Выявление речных и озерных бассейнов, водосборов		•	•	•	•	•	•	•	•
Моделирование процессов затопления территории во время половодий		•		•					
Определение биологической продуктивности и состояния водоемов	•	•	•		•	•	•	•	•
Мониторинг водного и ледового режимов водоемов	•				•				
Мониторинг состояния водоохранных зон	•	•	•	•	•	•	•		
Изучение ландшафтной структуры, природных ресурсов и типов природопользования									
Построение ландшафтных карт, дистанционное изучение ландшафтов	•	•	•		•	•	•	•	•
Исследование и мониторинг региональной структуры природопользования	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Экологические исследования									
Оценка масштаба проявления и темпов развития эрозионных процессов	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Наблюдение за быстроизменяющимися экосистемами	•				•				
Выявление локальных источников загрязнения	•								
Транспорт, коммуникации, связь									
Оперативное картографирование вновь появившихся дорог, изучение транспортной доступности	•		•	•	•				
Мониторинг строительства и реконструкции объектов	•			•					
Выявление зон видимости радиосигнала по ЦММ		•		•					
Муниципальное управление									
Мониторинг фактического использования земель	•	•							
Инвентаризация зеленых насаждений	•	•	•	•	•				
Рекреация, спорт и туризм									
Создание реалистичных трехмерных моделей объектов туризма и спортивных сооружений	•								
Право и соблюдение законности									
Выявление незаконных посевов наркотических культур	•	•	•	•					
Определение зон несанкционированных строительных работ и самовольного занятия земельных участков	•								

**Рекомендуемые области применения данных радиолокационных систем ДЗЗ
высокого, среднего и низкого разрешения**

Наименование видов работ	Наименование космических аппаратов					
	Высокое разрешение (<1 м)		Среднее разрешение (<7 м)		Низкое разрешение (>7 м)	
	TerraSAR-X	COSMO-SkyMed-1-3	RADARSAT-2	ALOS (PALSAR)	RADARSAT-1	Envisat
1	2	3	4	5	6	7
Создание и обновление топографических и специальных тематических карт масштабов:						
1:10 000	•	•				
1:25 000	•	•	•			
1:50 000			•	•	•	
1:100 000				•	•	
1:200 000				•	•	•
Создание высотной основы						
Цифровые модели местности, цифровые модели рельефа	•	•	•	•	•	•
Инвентаризация и мониторинг состояния объектов инфраструктуры добычи и транспортировки нефти и газа						
Планирование и контроль развития инфраструктуры	•	•	•			
Оперативное выявление несанкционированных врезок в магистральные трубопроводы и мониторинг появления объектов в охранных зонах	•	•				
Мониторинг экологического состояния территорий добычи, переработки и транспортировки нефти и газа	•	•	•	•	•	
Мониторинг аварийных разливов нефти	•	•	•	•	•	•
Инвентаризация и мониторинг состояния и объема карьеров и штабелей гидронамыва песка			•	•	•	•
Поиск и прогнозирование месторождений полезных ископаемых						
Выбор направлений и обоснование перспективных площадей под поисковые работы, прогнозирование и выявление ловушек нефти и газа	•	•	•	•	•	•
Определение величин просадок земной поверхности	•			•	•	•
Оценка угроз тектонического и сейсмологического характера				•	•	•
Сельское хозяйство						
Текущий контроль за состоянием посевов, мониторинг темпов уборки урожая	•	•	•	•		

1	2	3	4	5	6	7
Выявление и прогнозирование неблагоприятных экологических явлений, связанных с сельскохозяйственным природопользованием				•		•
Лесное хозяйство						
Определение породного состава, состояния лесного массива	•	•	•	•		
Определение высоты лесных массивов				•		
Выявление и мониторинг вырубок, гарей и ветровалов	•	•	•	•		
Контроль лесовосстановительных работ	•	•	•	•		
Водное хозяйство и ресурсы						
Выявление речных и озерных бассейнов, водосборов	•	•	•	•	•	•
Моделирование процессов затопления территории во время половодий				•		•
Мониторинг водного и ледового режимов водоемов	•	•	•	•	•	•
Мониторинг состояния водоохранных зон	•	•	•	•	•	
Изучение ландшафтной структуры, природных ресурсов и типов природопользования						
Построение ландшафтных карт, дистанционное изучение ландшафтов	•	•	•	•		•
Исследование и мониторинг региональной структуры природопользования	•	•	•			
Экологические исследования						
Оценка масштаба проявления и темпов развития эрозионных процессов				•		•
Наблюдение за быстроизменяющимися экосистемами	•	•	•	•	•	•
Выявление локальных источников загрязнения	•	•				
Транспорт, коммуникации, связь						
Оперативное картографирование вновь появившихся дорог, изучение транспортной доступности	•	•	•	•	•	•
Мониторинг строительства и реконструкции объектов	•	•	•			
Выявление зон видимости радиосигнала по ЦММ				•		•
Муниципальное управление						
Мониторинг транспортной сети города	•	•	•			
Инвентаризация зеленых насаждений	•	•	•	•		•
Оценка вертикальных смещений различных сооружений	•	•	•			•
Рекреация, спорт и туризм						
Создание реалистичных трехмерных моделей объектов туризма и спортивных сооружений				•		•
Мониторинг строительства и состояния объектов туризма, отдыха и спорта	•	•	•			
Право и соблюдение законности						
Определение зон несанкционированных строительных работ и самовольного занятия земельных участков	•	•				